

DIGA DI VULCI SUL FIUME FIORA

RINNOVAMENTO DELLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI E PRESTAZIONALI DELLO SBARRAMENTO DI VULCI SUL FIUME FIORA


Progetto di Intervento
[Relazione Tecnico – Illustrativa]

Ing. Alberto Frezza



Ing. Rosella Caruana



		INGEGNERIA CIVILE E IDRAULICA Sicurezza Dighe e Opere Idrauliche Sud – Sede di Roma		
		Viale Egeo, 150 – 00144 Roma		
marzo 2013	00		Vulci Rinnovamento - Relazione Tecnica Illustrativa	21 (questa pagina inclusa)
Data di emissione	Revisione numero	Allegato numero	Nome File	Totale pagine

INDICE

1.	Introduzione	4
1.1	Impianto idroelettrico di Vulci.....	4
1.2	Bacino di Vulci e opere idrauliche Enel	4
1.3	Problematiche esistenti.....	4
1.4	Proposta ed obiettivi dell'intervento	5
1.5	Interventi alternativi.....	5
2.	Inquadramento.....	5
2.1	Territorio e Ambiente.....	5
2.2	Geografico	6
2.3	Inquadramento geologico - geostrutturale della sezione d'imposta e del bacino	7
3.	Consistenza e caratteristiche diga.....	9
3.1	Aspetti di dettaglio della diga.....	9
3.2	Aspetti particolari riguardanti l'opera di ritenuta	9
4.	idrologia e verifiche idrauliche	10
5.	Verifiche statiche e sismiche dell'opera.....	11
6.	Comportamento diga negli anni di esercizio	11
7.	Autorita' di controllo	11
8.	Configurazione degli scarichi.....	12
8.1	Caratteristiche principali del bacino.....	12
8.2	Caratteristiche delle opere di scarico del bacino	12
9.	Progetto di intervento.....	13
9.1	Descrizione dell'intervento.....	13
9.2	Fasi di intervento	14
9.3	Opere di cantierizzazione	15
9.3.1.	Area di cantiere principale	15
9.3.2.	Piste di accesso	15
9.4	Scavi e riporti	16
9.5	Fabbisogni di risorse e produzione di rifiuti	16

9.6	Tempi di realizzazione delle lavorazioni	16
9.7	Viabilità e traffico indotto	17
9.8	Rischio di incidenti per quanto riguarda le sostanze e tecnologie utilizzate	17
9.9	Complementarietà con altri piani e/o progetti	17
9.10	Emissioni in atmosfera	17
9.11	Materiali per le nuove strutture: Cemento - Calcestruzzo	17
9.12	Esercizio dell'invaso durante i lavori e conseguenti ripercussioni	18
10.	Elenco disegni	18
11.	Annessi.....	18

1. INTRODUZIONE

1.1 IMPIANTO IDROELETTRICO DI VULCI

La centrale idroelettrica di Vulci è situata nel territorio del comune di Montalto di Castro, in provincia di Viterbo. La produzione di energia avviene attraverso la centrale verso la quale sono convogliate, al termine del canale di derivazione, le acque del bacino artificiale omonimo.

1.2 BACINO DI VULCI E OPERE IDRAULICHE ENEL

Il serbatoio di Vulci è stato ottenuto, a partire dall'anno 1923, realizzando una diga di sbarramento lungo il corso del fiume Fiora [fig. 1]

La gestione delle piene del fiume avviene da uno sfioratore superficiale presente in destra della diga, da due paratoie realizzate in sinistra dello sfioratore medesimo e dalla stessa diga, che è trascinabile.

La captazione delle acque dall'invaso avviene mediante una presa, distinta dalle altre opere, ubicata in destra idraulica circa 1 km a monte dello sbarramento. Le acque vengono trasportate in centrale mediante un canale di derivazione utilizzato anche a scopi irrigui.

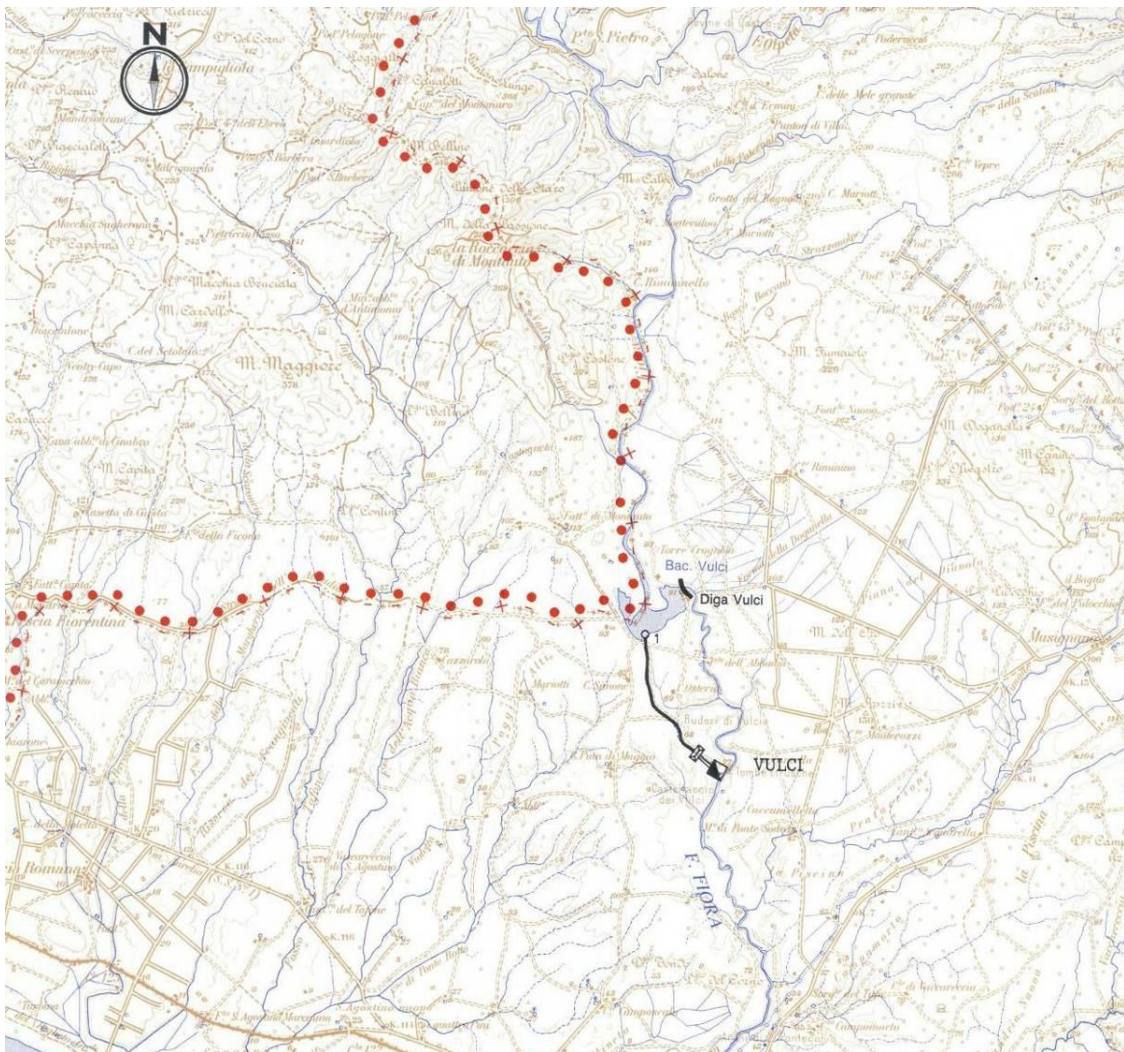


Figura 1: Schema dell'impianto idroelettrico di Vulci

1.3 PROBLEMATICHE ESISTENTI

Il serbatoio di Vulci, della capacità originaria di $14 \times 10^6 \text{ m}^3$, e' in gran parte interessato da sedimenti. L'interrimento si venne a determinare rapidamente sin dai primi anni successivi alla costruzione; allo stato

attuale ricopre interamente la zona d'invaso a monte della diga, all'incirca sino alla quota del ciglio di sfioro.

L'interrimento nell'area del bacino, quando emergente, e' generalmente ricoperto da praterie o vegetazione lacustre ed e' utilizzato come pascolo.

E' evidente l'influenza dell'interrimento nella gestione dei volumi di acqua da destinare alla produzione elettrica programmata e l'incidenza sulle azioni scambiate con le opere e le sponde del bacino.

La diga e' priva di un sistema di drenaggio e la zona al piede della diga e', ormai da diversi anni, sommersa permanentemente, essendo presente, poche decine di metri a valle, una soglia costituitasi spontaneamente con depositi alluvionali ricoperti da vegetazione [fig.8].

1.4 PROPOSTA ED OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto, in un'ottica di mantenimento e di estensione della vita utile della struttura, si prefigge l'obiettivo di rinnovare l'opera di ritenuta, attraverso il miglioramento delle caratteristiche della diga, sia sotto l'aspetto funzionale (realizzazione drenaggi, ripristino scarico di fondo), sia sotto l'aspetto dimensionale (ampliamento), anche in vista di un possibile recupero di una parte consistente dell'invaso originario.

E' pertanto programma di Enel procedere a:

- Ampliare e rinforzare la struttura esistente;
- Migliorare la tenuta della struttura e della fondazione;
- Dotare la diga di un cunicolo d'ispezione e di un esteso schermo di drenaggio;
- Rinnovare la struttura dello scarico di fondo della diga;
- Ripristinare l'ispezionabilità del piede della diga attraverso la riapertura di un canale naturale per il deflusso delle acque di valle.

1.5 INTERVENTI ALTERNATIVI

Premesso che l'adeguamento alle più recenti disposizioni normative e l'estensione del previsto periodo di utilizzo del bacino artificiale e della struttura rende ineludibile un intervento di rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali della struttura, la soluzione individuata e' il risultato di un processo che ha analizzato diverse soluzioni alternative tra cui:

- La realizzazione di un ampliamento dal lato valle della struttura esistente;
- Il ridimensionamento dell'opera con il convogliamento dei deflussi verso le altre opere di regolazione;
- L'integrale ricostruzione di una nuova struttura.

Tali ipotesi di intervento sono state scartate in quanto comportavano analoghi o maggiori impieghi di risorse e tempi di realizzazione determinando anche maggiori difficoltà di gestione delle fasi realizzative.

2. INQUADRAMENTO

2.1 TERRITORIO E AMBIENTE

Il territorio tipico della Maremma Laziale, a pochi chilometri dal mare, gode di un clima mite, ed è caratterizzato dalla presenza del Fiume Fiora. L'alveo fluviale presenta scorci naturalistici suggestivi. Tra le pareti a strapiombo affiorano litotipi di origine vulcanica (lave e tufi) e sedimentari (calcari e travertino); tra le numerose cascate si aprono anche insenature dove il fiume forma piccoli laghetti: uno dei più estesi è quello del Pellicone. Lungo le sponde del fiume: pioppi, salici, sambuchi, olmi sotto i quali crescono arbusti di alloro, lentisco, mirto. Sui pianori aree boschive tipiche della macchia mediterranea. L'habitat garantisce la sopravvivenza e la riproduzione di una fauna costituita da cinghiali, volpi, istrici, faine e di numerose specie di uccelli, sia stanziali che migratori.

A pochi chilometri dal bacino si trovano i resti dell'antica città-stato etrusca, poi romana, di Vulci, testimonianza dell'articolazione di un centro antico. Notevoli i resti dell'abitato, dell'impianto termale e delle aree sacre dentro e fuori l'abitato, infine, si segnalano numerose necropoli etrusche: Ponte Rotto, Cavalupo, Polledrara, Osteria, Campo di Maggio, Camposcala, ecc. Nel Museo Archeologico Nazionale Etrusco di Vulci si possono ammirare interessanti reperti provenienti dalla città antica e dai territori limitrofi. Il museo è allestito all'interno di un castello medievale, la cui fondazione si fa risalire al XI secolo; situato sulla sponda sinistra del Fiume Fiora vi si accede dopo aver superato un ponte, detto "dell'Arcobaleno", di impianto etrusco.

2.2 GEOGRAFICO

La diga si viene a posizionare sul confine dei territori comunali di Montalto di Castro e Canino (VT), l'intero impianto è gestito dalla società Enel Green Power del gruppo Enel S.p.a.

L'area del Bacino è raggiungibile dalla SS1 Aurelia al Km 111, deviando al bivio per Vulci sulla strada provinciale dell'Abbadia; dopo circa 10 km, si giunge al bivio Manciano - Canino, proseguendo in direzione Canino, dopo 200 m, a sinistra, si trova l'accesso al bacino.

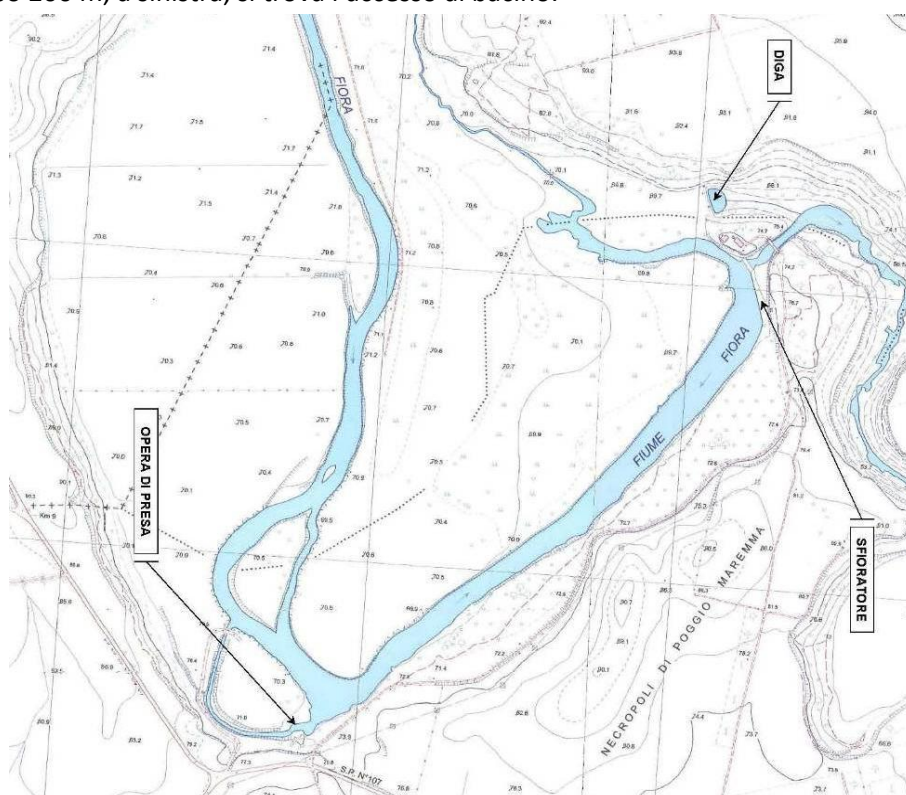


Figura 2: Carta Tecnica Regionale del bacino di Vulci



Figura 3: Aerofotogrammetria del bacino di Vulci

I riferimenti cartografici sono: Carta IGM Foglio 136 Tav. III N.E.; Carta Tecnica Regionale n. 343160; Coordinate punto centrale della Diga: latitudine 42° 57' 51", longitudine 0° 49' 34"

2.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOSTRUTTURALE DELLA SEZIONE D'IMPOSTA E DEL BACINO ¹

L'impianto di Vulci, realizzato tra il 1919 ed il 1923 per l'utilizzo idroelettrico delle acque del fiume Fiora, è situato nei pressi della località Ponte dell'Abbadia, in provincia di Viterbo.

Dal punto di vista geologico la zona in esame è caratterizzata dai depositi terrigeni della serie neoautoctona (Miocene-Pliocene) e dalle successioni sedimentarie e vulcaniche vulsine quaternarie.

La presenza di rocce e depositi di natura ed origine diversa associati a forti cambiamenti nella geodinamica dell'area hanno determinato la costituzione di un paesaggio dominato da forme blande e pianeggianti localmente interrotte da situazioni morfologiche più articolate, caratterizzate da dislivelli e pendenze notevolmente diverse rispetto al contesto generale.

In particolare, la diga a gravità massiccia di Vulci è posizionata all'interno di una forra meandriforme incisa dal F. Fiora in materiali vulcanici a margine di un'estesa piana alluvionale che si apre a tergo dell'opera; in particolare essa è impostata su un substrato di fondazione costituito da vulcaniti, a chimismo tefritico e struttura vacuolare, generalmente presentanti buone caratteristiche meccaniche.

Gli affioramenti tefritici lungo la sezione d'imposta sono piuttosto limitati e di difficile accessibilità; essi sono meglio osservabili nella zona dello scarico di superficie (posizionato in un settore del bacino in destra idraulica rispetto alla diga) e lungo il canale di scarico superficiale (realizzato con intaglio artificiale nel deposito vulcanico), laddove l'ammasso roccioso presenta una generale omogeneità nell'assetto con quattro sistemi di discontinuità subverticali ben identificabili e dotati di notevole continuità lineare, probabilmente riferibili alle fasi di raffreddamento del deposito lavico.

¹ [dott. geologo Carcione Massimiliano]

La parte più elevata della spalla destra della diga e di quella sinistra della struttura di alloggio delle paratoie dello scarico di superficie poggiano sulla porzione corticale delle vulcaniti, costituita da un agglomerato in blocchi e frammenti vulcanici in matrice argillosa o cineritica stabilizzati.

In sponda sinistra è presente un bancone travertinoso potente 15-20 m e sopraelevato della medesima misura rispetto alla piana alluvionale, risultante dalla precipitazione di carbonato di calcio contenuto in fluidi circolanti attraverso i depositi vulcanici. La placca di travertino ha una notevole estensione (circa 40 km²) e costituisce nella zona il limite occidentale del F. Fiora.

In generale i depositi vulcanici alla base della diga assicurano una buona tenuta idraulica in quanto costituenti un livello piuttosto compatto poggiante su un substrato argilloso relativamente impermeabile; il ristagno d'acqua osservabile al piede della diga sembra essere alimentato dagli eventi di piena e dalle abbondanti precipitazioni.

Relativamente al problema della stabilità delle sponde della sezione d'imposta e del bacino non si evidenziano situazioni di instabilità significative.

I terreni a prevalente componente argillosa del ciclo sedimentario neoautoctono rappresentano l'ossatura di alcuni rilievi collinari in sponda destra, dove tuttavia appaiono prevalentemente sottoposti a depositi continentali terrigeni quaternari.

Questi ultimi costituiscono un'estesa piana alluvionale a monte della diga con depositi fluvio-lacustri, rappresentati da sabbie e ghiaie ad abbondante frazione limo-argillosa e contenenti elementi vulcanici e livelli piroclastici nei terreni coevi all'attività vulcanica vulsina, che hanno colmato rapidamente l'invaso.

Le ragioni del rapido interrimento sono attribuibili a:

- Elevata erodibilità dei terreni ricadenti all'interno del bacino imbrifero a monte, caratterizzati da un substrato flyschoidale nella parte alta del F. Fiora e depositi piroclastici poco cementati di notevole spessore e successioni terrigene nel settore centrale.
- Natura erosiva dei corsi d'acqua in un'area che ha subito un generale sollevamento quaternario e che conseguentemente è stata oggetto di un ringiovanimento del reticolo idrografico.
- Frequente ciclicità dei fenomeni di piena ad elevata portata che caratterizzano il comportamento del F. Fiora.

3. CONSISTENZA E CARATTERISTICHE DIGA

3.1 ASPETTI DI DETTAGLIO DELLA DIGA

La diga sbarra il corso del fiume in corrispondenza di una gola incisa entro un ammasso di roccia lavica.

La diga di Vulci è situata lungo il fiume Fiora, in territorio dei Comuni di Montalto di Castro e Canino (VT).

Costruita tra gli anni 1923 - 1929, è del tipo a gravità massiccia, in muratura di pietrame e conglomerato, tracimabile ad andamento planimetrico leggermente arcuato.

Di seguito sono riportati i principali dati geometrici di progetto dell'opera e dell'invaso (Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione – Bibliografia 01):

altezza della diga (cfr. DM 24 marzo 82)	15,50	[m]
altezza della diga (cfr. Legge 21 ottobre 94 n. 584)	13,50	[m]
altezza di massima ritenuta	14,50	[m]
quota ciglio sfiorante	72,50	[m.s.m.]
quota di massimo invasore	74,00	[m.s.m.]
quota massima di regolazione assentita	72,00	[m.s.m.]
quota minima di regolazione di esercizio	66,50	[m.s.m.]
volume totale di invasore (cfr. DM 24 marzo 82)	14,00 x 10 ⁶	[m ³]
volume totale di invasore (cfr. Legge 21 ottobre 94 n. 584)	10,70 x 10 ⁶	[m ³]
Volume utile di regolazione	5,66 x 10 ⁶	[m ³] (*)
Volume di laminazione	4,50 x 10 ⁶	[m ³] (**)
Superficie del bacino imbrifero direttamente sotteso	675	[km ²]
Portata di massima piena di progetto	1100	[m ³ /sec]
Tempo di ritorno (ultimo anno di riferimento dei dati)	--	[m]
franco (cfr. DM 24 marzo 82)	--	[m]
franco netto (cfr. DM 24 marzo 82)	--	[m]
sviluppo del ciglio sfiorante	72,00	[m]
volume della diga	12.500	[m ³]
Classifica ai sensi del D.M. 24.03.82	Muraria, a gravità ordinaria (Aa1)	
grado di sismicità assunto in progetto	S = 0	

3.2 ASPETTI PARTICOLARI RIGUARDANTI L'OPERA DI RITENUTA

La diga di Vulci è una diga a gravità in muratura di pietrame e conglomerato, il corpo centrale della diga è stato realizzato con muratura di pietrame (lavico) e malta realizzata con calce pozzolanica e aggiunta di cemento.

La diga è caratterizzata da pianta arcuata con raggio di curvatura di circa 200 m, ha un'elevazione di circa 16 m sul piano generale di fondazione ed uno sviluppo al coronamento (a quota 72.50 m s.l.m.) di circa 72 m.

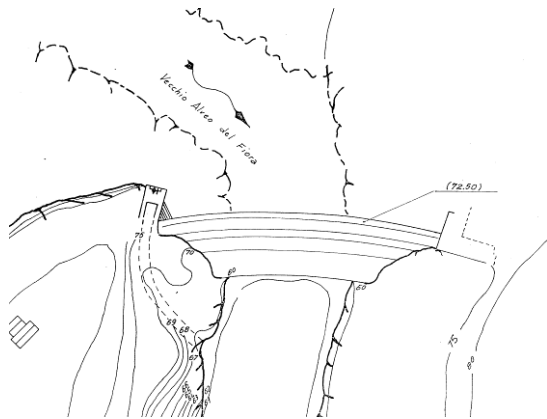


Figura 4: Diga di Vulci – Planimetria

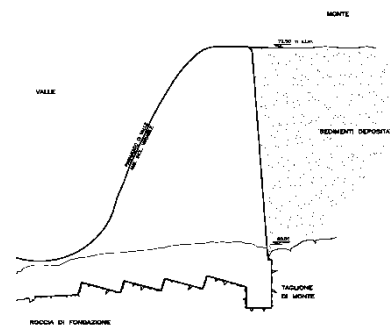


Figura 5: Diga di Vulci – Sezione



Figura 6: Diga di Vulci: Vista a monte



Figura 7: Diga di Vulci: Vista a valle

4. IDROLOGIA E VERIFICHE IDRAULICHE ²

“..... Sono state eseguite le elaborazioni effettuate per la stima dell'idrogramma di piena con tempo di ritorno sino a 1000 anni prevedibile alla diga di Vulci, posta sul fiume Fiora, corso d'acqua che sfocia nel Tirreno in prossimità della località di Montalto di Castro. L'indagine si è resa necessaria a seguito della richiesta da parte del Servizio Nazionale Dighe, Ufficio Periferico di Perugia, di uno studio finalizzato alla valutazione della sicurezza idrologico-idraulica dello sbarramento ed aggiornato in base al più ampio insieme di dati sperimentali ad oggi disponibile rispetto alla data di costruzione dell'impianto (anni 1919-1923).

L'analisi congiunta dei dati meteorologici e delle massime portate registrate all'invaso e nell'area circostante il bacino idrografico sotteso conduce alla stima di idrogrammi di piena caratterizzati da una portata al colmo pari a 1050, 1220, 1460 e 1720 m³/sec, rispettivamente per un tempo di ritorno T=100, 200, 500 e 1000 anni. Gli idrogrammi sono stati quindi utilizzati per valutare la sicurezza idrologico-idraulica dello sbarramento tenendo conto della capacità esitativa degli organi di scarico e della capacità laminativa

² - § Studio idrologico dell'invaso, Relazione Idrologica - diga di Vulci, Enel Ricerca / Unità di Idrologia, 23 settembre 2002

dell'invaso con una portata massima scaricata per un tempo di ritorno di 500 anni di $1450 \text{ m}^3/\text{sec}$, inferiore alla massima capacità degli organi di scarico, pari a $1457 \text{ m}^3/\text{sec}$

5. VERIFICHE STATICHE E SISMICHE DELL'OPERA

L'aggiornamento, trasmesso alla competente Autorità di Controllo, delle verifiche progettuali dell'opera alle mutate condizione di sollecitazione dovute all'interrimento ed al regime di sottopressioni determinatosi nel tempo oltreché alla considerazione della mutata classificazione sismica del territorio su cui insiste l'opera, restituisce valori ammissibili sia nei confronti della sicurezza alla stabilità che alla resistenza dei materiali.

6. COMPORTAMENTO DIGA NEGLI ANNI DI ESERCIZIO

Il sistema di monitoraggio e controllo realizzato per lo studio del comportamento strutturale della diga di Vulci consiste nel rilievo delle grandezze giornaliere (livello d'invaso, temperature minime e massime dell'aria, temperature dell'acqua in superficie e a 5 metri di profondità, precipitazioni meteoriche e altezza della neve al suolo) e degli spostamenti planimetrici (mediante collimazione) presso la diga evidenzia un comportamento regolare privo di anomalie.

7. AUTORITA' DI CONTROLLO

L'autorità che territorialmente provvede, ai fini della tutela della pubblica incolumità, alla vigilanza sulle operazioni di controllo spettanti ai concessionari sulle grandi dighe e sulle traverse, di altezza superiore a 15 metri o che determinano un volume di invaso superiore al 1.000.000 di metri cubi è la Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture idriche ed elettriche – Ufficio Tecnico per le dighe di Perugia, del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, a cui vengono inviati i Bollettini delle Osservazioni mensili ed i Diagrammi Semestrali.

8. CONFIGURAZIONE DEGLI SCARICHI

8.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL BACINO

I dati principali dell'invaso, desunti dal progetto approvato, sono i seguenti:

quota di massimo invaso:	74,00	m s.l.m.
quota di massima regolazione	72,00	m s.l.m.
superficie del bacino imbrifero	675,00	Kmq
portata di massima piena di progetto	1.100	mc/sec

8.2 CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI SCARICO DEL BACINO

Il bacino imbrifero sotteso e' di 675 km² nell'ambito della vallata a monte dello sbarramento, il deflusso delle acque del fiume Fiora avviene normalmente lungo il nuovo alveo creatosi a seguito dell'interrimento, che descrive un'ampia ansa verso Sud nella sponda orografica in destra. Questo nuovo percorso di deflusso si dirige quindi verso lo scaricatore di superficie, che e' una struttura indipendente, separata dal corpo diga ed ubicata da questa a 100 m circa di distanza, in direzione Ovest-Nord-Ovest. In occasione di eventi meteorici cospicui, gli incrementi di portate idriche generano livelli d'invaso che scorrono sull'interrimento, dando quindi luogo a tracimazioni dalla diga con battente d'acqua variabile tra 0 e 1,5 metri; ciò si verifica saltuariamente e quasi esclusivamente nei mesi fra l'autunno e la primavera.

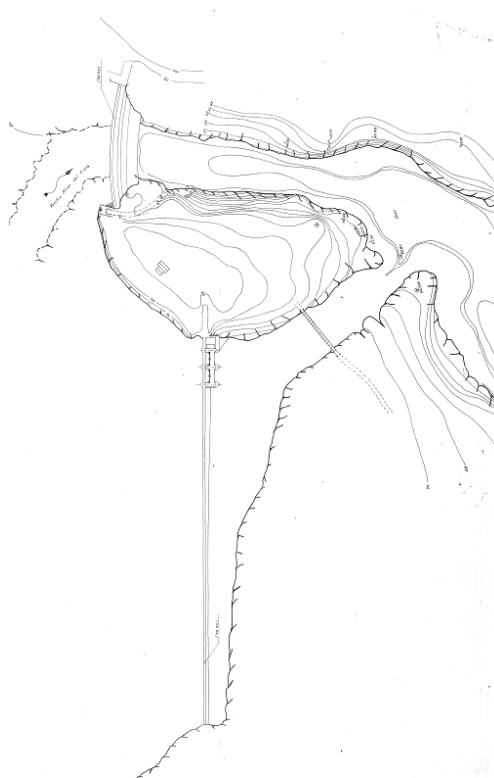


Figura 8: Aerofotografia e stralcio planimetrico della diga e dello sfioratore

Lo scarico di superficie di cui s'è fatto cenno, che regolarizza una sella in roccia naturale, e' costituito da una traversa fluviale a soglia libera a quota 72,00 m s.l.m. avente 4 – 5 m di altezza massima dal fondo del canale di deflusso, di 176 m di sviluppo, affiancata, in sinistra orografica, da una struttura costituita da tre pile di sostegno, alloggiamento e guida per due paratoie, ciascuna di ca 7 m di luce e 6 m di altezza; queste vengono azionate in occasione degli eventi di piena più consistenti. A valle dello scarico le acque confluiscono nel grande canalone intagliato nella roccia che attualmente costituisce l'alveo principale del corso d'acqua e si reinnesta a valle, dopo 100 – 120 m di percorso, nell'alveo naturale del fiume Fiora.

Nel rispetto delle condizioni imposte dal Disciplinare di Concessione della Derivazione, l'Enel rilascia in alveo fluviale, una portata permanente di 250 lt/sec da una luce realizzata appositamente dal lato sinistro dello Scarico di superficie.

In sintesi:

Scarico di superficie: E' ubicato in sponda destra a circa 100 m dalla diga ed è costituito da una soglia sfiorante (sfioratore) di lunghezza di 176 m e ciglio a quota 72,00 m s.l.m.

Ciglio tracimante della diga: E' ubicato a quota 72,50 m s.l.m. e si sviluppa per una lunghezza di 72 m.

Scarico di alleggerimento: E' ubicato in sponda destra tra la diga e lo sfioratore laterale ed è composto da n. 2 luci, con soglia a quota 66,50 m s.l.m. e larghezza di 6 m ciascuna, intercettate da paratoie piane alte 5,50 m.

9. PROGETTO DI INTERVENTO

9.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento previsto in progetto è configurabile come un vero e proprio rinnovamento della diga, realizzato attraverso l'ampliamento verso monte della struttura esistente, mediante l'affiancamento di una nuova struttura in calcestruzzo che alloggi e permetta una rete di drenaggio ed iniezioni (Vedi fig. 9 - 10) e consenta la ristrutturazione dello scarico di fondo della diga .

La sistemazione nell'area dei sedimenti che attualmente originano ristagni a valle diga, con la realizzazione di un canale di deflusso a sezione trapezia, consentirà l'allontanamento dell'acqua attualmente stagnante e l'evacuazione delle portate tracimanti e/o di quelle rilasciate volontariamente dallo scarico di fondo. Conseguentemente sarà assicurata la visibilità completa del piede dell'opera ai fini di ispezioni e controlli.

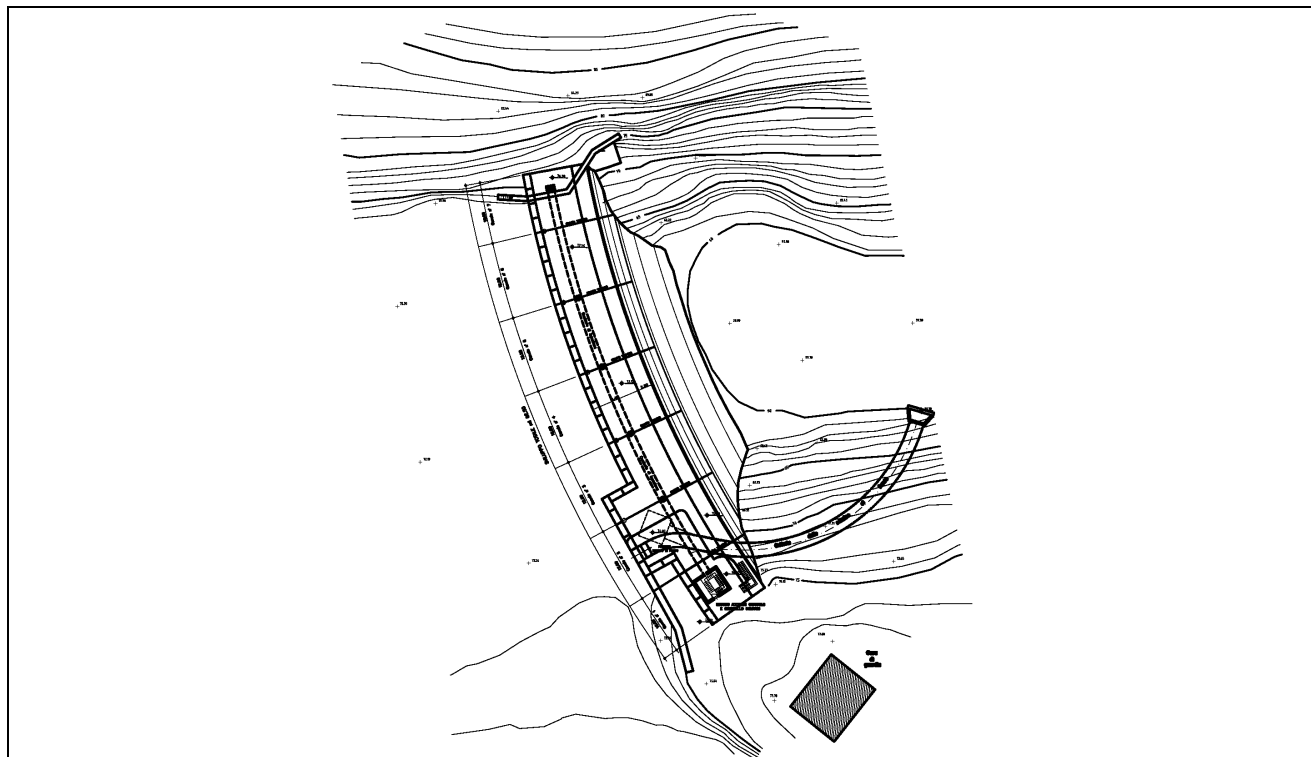
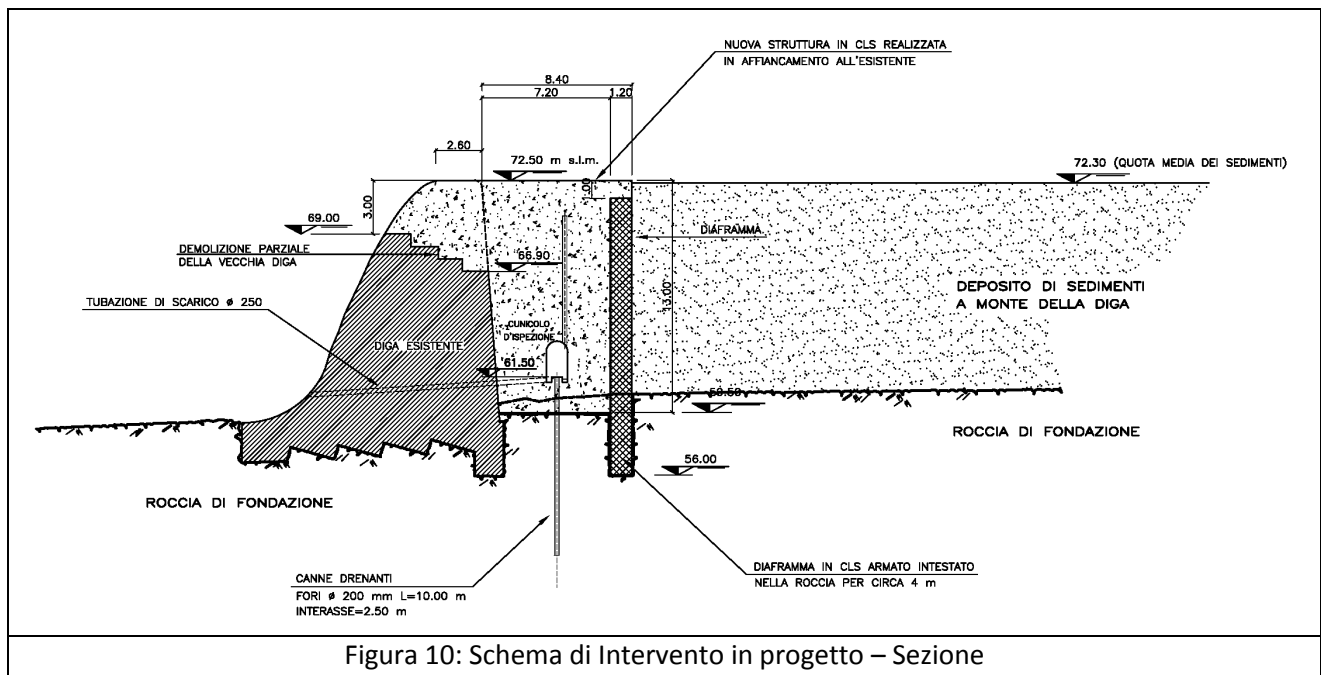


Figura 9: Schema di Intervento in progetto – Planimetria



9.2 FASI DI INTERVENTO

L'intervento può essere riassunto attraverso le seguenti attività principali:

1. Realizzazione delle piste di accesso ed installazione dell'impianto di cantiere;
2. Bonifica delle aree;
3. Realizzazione di un diaframma continuo in calcestruzzo armato, parallelo al paramento di monte della diga, allo scopo di contenere, nel periodo di esecuzione dei lavori, i sedimenti depositati all'interno del bacino ed addossati alla diga stessa;
4. Iniezioni di impermeabilizzazione al disotto della nuova struttura da realizzare e del diaframma di contenimento;
5. Scavi a sezione obbligata a monte della diga, tra il diaframma ed il paramento della diga stessa, al fine di rimuovere i sedimenti depositati;
6. Scavi a sezione obbligata a valle della diga con relativo ricollocamento e sistemazione in sito dei materiali, al fine di eseguire un canale per il normale deflusso delle acque;
7. Sistemazione, all'interno, ed in prossimità della sponda sinistra del bacino, del materiale sedimentario rimosso, in condizioni di sicurezza e compatibilità ambientale;
8. Demolizione parziale della vecchia struttura in muratura della diga esistente per l'esecuzione del collegamento tra le due strutture;
9. Iniezioni di consolidamento sulla fondazione e sul corpo diga esistente;
10. Realizzazione della nuova struttura in cls mediante costruzioni di conci nel vano creato tra il diaframma e la diga esistente, compresa la ricostruzione della parte demolita della vecchia struttura e compresi tutti i collegamenti tra vecchio e nuovo corpo diga;
11. Realizzazione del sistema drenante della nuova struttura e relativa canalizzazione della acque;

12. Ristrutturazione dello scarico di fondo;
13. Ripristino del paramento di valle della struttura mediante recupero dei bolognini esistenti e, eventualmente, con integrazione di bolognini in pietra di provenienza locale;
14. Pulizia completa, scarificazione, stuccatura e stilatura dei giunti degli elementi lapidei di rivestimento del vecchio paramento della diga;
15. Recupero e/o smaltimento autorizzato dei materiali di risulta delle lavorazioni e ripristino dei luoghi .

9.3 OPERE DI CANTIERIZZAZIONE

Ai fini dell'organizzazione logistica del cantiere sono previste una serie di attività e di installazioni interferenti principalmente con aree private, appositamente reperite previo accordo con i proprietari.

9.3.1. AREA DI CANTIERE PRINCIPALE

La diga di Vulci si trova in una zona parzialmente accessibile, incastonata in una stretta forra avente le pareti molto ripide e non comunicanti con zone accessibili in modo diretto. L'accesso diretto alla diga da parte dei mezzi di lavoro può avvenire soltanto tramite il passaggio in alveo, al disopra del sedimento depositato a monte della diga. Tale passaggio non può essere considerato utile ed opportuno ai fini dell'apporto continuo di mezzi e materiali necessari per le lavorazioni e verrà utilizzato soltanto per gli approntamenti principali di mezzi e attrezzature.

Per tali ragioni e per la necessità di avere un impianto di produzione di calcestruzzo direttamente in cantiere è prevista la creazione di un'area di cantiere principale, avente una superficie di circa 5000 mq, allocata sul ripiano che sovrasta la diga in sponda sinistra alla quota di 94.00 m s.l.m. circa. Tale area, confinante direttamente con il pendio che degrada verso la spalla sinistra della diga, verrà semplicemente regolarizzata e livellata mediante il costipamento del terreno esistente ed il successivo riporto di misto di cava stabilizzato, rullato e costipato.

Tutta l'area di cantiere principale verrà recintata e delimitata mediante pannelli modulari in rete opportunamente fissati ed ancorati. All'interno di essa saranno collocati tutti i baraccamenti di cantiere suddivisi in funzione delle imprese presenti in cantiere, con apposite zone di servizio comuni. E' prevista la realizzazione di apposite zone per lo stoccaggio e deposito dei materiali, per le lavorazioni, per lo stazionamento dei mezzi di lavoro e per il parcheggio delle autovetture. Tutta l'area sarà percorribile mediante una viabilità ad anello che verrà costantemente tenuta sotto controllo e mantenuta, onde evitare inconvenienti sia sotto l'aspetto della sicurezza che sotto l'aspetto del degrado ambientale.

Nella zona più vicina al pendio di collegamento con la spalla sinistra della diga verrà installato l'impianto di betonaggio che avrà un ingombro di 35x15 m circa ed un'altezza massima di 15 m circa. In adiacenza ad esso verranno realizzate due aree di servizio, una per l'alloggiamento degli inerti utilizzati per gli impasti di calcestruzzo e l'altra destinata alla conservazione, l'analisi e le prove di laboratorio dei materiali.

All'impianto di betonaggio sarà affiancato un impianto di pompaggio mediante il quale il calcestruzzo verrà spinto lungo una tubazione lunga circa 80 m ed approvvigionato sulla diga.

9.3.2. PISTE DI ACCESSO

L'accesso al bacino descritto al punto 2.2 non consente di raggiungere la diga con i mezzi e le attrezzature in quanto, provenendo dalla sponda destra, ci si trova a percorrere un ponte pedonale in legno utilizzato per attraversare il canalone artificiale per il deflusso degli scarichi. Pertanto l'accesso alle aree di lavoro sarà realizzato in sponda sinistra utilizzando la strada vicinale di Pontesodo, che si diparte dalla strada

provinciale dell'Abbadia al km 11+700 circa. Dopo circa 2 Km, in località Torcognola, svoltando a sinistra, si incontra una strada interpodereale che da accesso a dei campi privati. Tale tratto esistente, della lunghezza di circa 600 m, dovrà essere adeguato e sistemato per il passaggio dei mezzi di lavoro. Dalla fine di tale strada esistente dovranno essere realizzati altri due nuovi tratti di pista, uno lungo circa 150 m per l'accesso all'area di cantiere principale di cui al punto precedente e l'altro lungo circa 670 m per l'accesso alla diga. Quest'ultimo tratto, negli 200 m finali, sarà realizzato in rilevato alla quota di 74.70 m s.l.m., all'interno dell'area di invaso ed in adiacenza alla sponda sinistra. In tale tratto lo stesso rilevato sarà adeguatamente protetto con scogliera in massi di pietrame sul lato bacino e svolgerà anche la funzione di contenimento dei sedimenti provenienti dallo scavo per l'ampliamento della diga.

9.4 SCAVI E RIPORTI

Per realizzare la nuova struttura in adiacenza a quella esistente occorrerà procedere allo scavo dei sedimenti, circa 7500 mc, che attualmente impegnano tale volume e ricollocarli, nell'ambito del bacino, in sponda sinistra subito a monte della diga.

In tale area di ricollocazione è previsto anche il passaggio della pista necessaria ai mezzi per raggiungere l'area di lavoro.

Al piede della diga, per consentire il deflusso regolare delle piene e l'eliminazione del ristagno che impedisce l'ispezione dello stato di conservazione dell'opera si procederà all'apertura di una modesta trincea nell'accumulo di sedimenti più prossimo all'opera ed al ripristino e regolarizzazione del canale di deflusso incassato nel sedimento attualmente quasi completamente interrato. La modesta quantità di materiale movimentata verrà stesa uniformemente nell'area circostante.

9.5 FABBISOGNI DI RISORSE E PRODUZIONE DI RIFIUTI

Si prevede in cantiere una presenza media di operai e personale tecnico variabile a seconda delle attività in esecuzione, ma compresa tra le 12 e le 18 unità.

Per le necessità del cantiere si provvederà all'allaccio alla rete di distribuzione di energia elettrica, mentre per l'acqua necessaria agli impasti del calcestruzzo, stimabile complessivamente in circa 2500 mc; considerata la lontananza dell'acquedotto, si provvederà con autocisterne che riforniranno all'occorrenza i serbatoi dislocati nell'area di cantiere principale.

Per le lavorazioni si prevede di impiegare circa 8'000 mc di conglomerati cementizi (di varie caratteristiche) e circa 100 t di barre di acciaio per armatura del cls.

9.6 TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE LAVORAZIONI

Il periodo necessario all'esecuzione delle lavorazioni in progetto viene stimato in circa 500 giorni solari, da suddividersi in tre anni nei periodi generalmente non interessati dai più consistenti eventi di piena, quindi tra maggio ed ottobre.

Compatibilmente con l'ottenimento delle necessarie autorizzazioni è intenzione di Enel di dare inizio alle attività esecutive nell'anno 2014.

Nell' **"Annesso 1"** al termine del presente documento è riportato il PROGRAMMA CRONOLOGICO DELLE FASI DI ATTIVITA'

Nell' **"Annesso 2"** al termine del presente documento è riportato il PROGRAMMA DI IMPIEGO MACCHINARI IN CANTIERE

9.7 VIABILITÀ E TRAFFICO INDOTTO

Per la viabilità di accesso al cantiere si intende utilizzare la viabilità esistente (Strada statale Aurelia, Strada Provinciale dell'Abbadia, viabilità vicinale).

Il traffico indotto durante l'esecuzione dei lavori sarà principalmente connesso all'approntamento in cantiere dei macchinari ed impianti ed al trasporto del materiale necessario alle lavorazioni.

Il progetto prevede di realizzare in opera circa 8000 mc di conglomerati cementizi. Considerando come capacità di carico dei mezzi adibiti al trasporto del materiale costituente necessario pari a 12 mc, ne deriva un traffico lungo la viabilità interessata di circa 1000-1100 viaggi a/r di camion (compresi gli approvvigionamenti di acqua e acciaio). Tale traffico indotto, è ripartito in undici mesi di attività specializzate (realizzazione diaframma e conci della diga), ed interesserà la strada provinciale dell'Abbadia e le strade vicinali che collegano questa all'area di cantiere.

Per l'allontanamento dei materiali di risulta dalle demolizioni di parte della diga esistente si prevede la necessità di circa 100 viaggi a/r di camion, sulle strade di cui prima.

Gli incrementi di traffico connessi al transito per l'approvvigionamento di macchinari e mezzi d'opera e di altri materiali e quelli connessi con gli spostamenti delle maestranze saranno trascurabili.

9.8 RISCHIO DI INCIDENTI PER QUANTO RIGUARDA LE SOSTANZE E TECNOLOGIE UTILIZZATE

Visto il tipo di attività in progetto non si ravvisano possibilità di rischio di incidenti rilevanti in merito a sostanze tossiche o nocive utilizzate (nessuna) che alle tecnologie utilizzate nelle previste fasi progettuali. Inoltre, né nella fase di cantiere, né nella fase di esercizio si prevede lo stoccaggio di sostanze pericolose.

9.9 COMPLEMENTARIETÀ CON ALTRI PIANI E/O PROGETTI

Alla data della presente relazione non sono stati riscontrati altri piani o progetti relativi al sito indagato tali da poter amplificare i disturbi e gli impatti legati alla realizzazione degli interventi.

9.10 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le emissioni in atmosfera correlate all'attuazione degli interventi in progetto saranno prodotte dai mezzi di cantiere adibiti al trasporto dei materiali e dai macchinari utilizzati, pertanto interesseranno esclusivamente la fase di costruzione.

Durante la fase di esercizio la tipologia di intervento in progetto non prevede processi che possano generare l'emissione di sostanze inquinanti in atmosfera.

9.11 MATERIALI PER LE NUOVE STRUTTURE: CEMENTO - CALCESTRUZZO

Per la confezione del calcestruzzo verrà impiegato cemento della composizione più opportuna sia per la resistenza meccanica a lunga maturazione, sia per lo sviluppo del calore di idratazione, per il ritiro e per la resistenza chimica. Preliminarmente e nel corso dei lavori il cemento verrà sottoposto a sistematiche prove di controllo di tutte le sue caratteristiche.

Gli aggregati non saranno gelivi e/o friabili; saranno esenti da sostanze organiche ed inorganiche nocive alle caratteristiche del calcestruzzo. Essi verranno divisi in almeno quattro classi granulometriche, e, di norma, lavati.

L'assortimento granulometrico e la dimensione massima degli aggregati, la dose di cemento, il rapporto acqua-cemento, la specie e la dose di eventuali additivi, il procedimento di confezione, di trasporto, di posa in opera e di costipazione del calcestruzzo saranno tali da conferire a questo i migliori requisiti di

omogeneità, compattezza, impermeabilità, resistenza meccanica e durabilità, con particolare riferimento all'azione del gelo, all'azione chimica dell'acqua di invaso ed alle condizioni ambientali atmosferiche.

Verranno eseguiti, presso un laboratorio specializzato, studi sperimentali preliminari circa la composizione del calcestruzzo, con gli aggregati ed il cemento dei quali si prevede l'impiego; essi dovranno indicare la composizione da adottare nella costruzione dell'opera per ottenere le migliori caratteristiche generali relative al particolare impiego; gli studi stessi dovranno inoltre determinare la correlazione fra le resistenze, sia a compressione che a trazione (da prova indiretta o brasiliana) a 7 giorni, a 28 giorni ed a 90 giorni di maturazione.

9.12 ESERCIZIO DELL'INVASO DURANTE I LAVORI E CONSEGUENTI RIPERCUSSIONI

Per l'esecuzione dei lavori il livello dell'invaso verrà limitato a quote comprese tra la quota 71,00 m s.l.m. e la quota 72,00 m s.l.m., compatibilmente con l'entità delle portate affluenti al Bacino e con le esigenze e le indicazioni di Servizio dell'Enel o delle altre Autorità e Amministrazioni competenti.

La limitazione verrà applicata in tutto il periodo od in fasi secondo le necessità esecutive e le evidenze idrologiche.

La riduzione dell'invaso verrà ottenuta con il normale esercizio della Centrale idroelettrica e/o, gradualmente, rilasciando volontariamente in alveo per periodi limitati, dallo scarico di alleggerimento, portate massime di circa 10 - 15 m³/sec previo azionamento della sirena di allarme.

Anche in condizioni di bassa idraulicità l'Enel garantirà comunque il rilascio continuativo della portata minima a valle delle opere di sbarramento, come da Disciplinare di Concessione (250 lt/sec).

10. ELENCO DISEGNI

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Inquadramento cartografico – **Dis. 6131**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Planimetria generale ante-operam – **Dis. 6132**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Diga ante operam – **Dis. 6133**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Planimetria generale post-operam – **Dis. 6134**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Diga post-operam – **Dis. 6135**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci - Opere di cantiere – **Dis. 6136**

VULCI - Rinnovamento delle caratteristiche funzionali e prestazionali dello sbarramento di Vulci – Area principale di cantiere – **Dis. 6137**

11. ANNESSI

[01] - Programma cronologico e fasi di attività

[02] - Programma d'impiego macchinari in cantiere

ANNESSO 1 - PROGRAMMA CRONOLOGICO e FASI DI ATTIVITA'

ANNO	2014						2015						2016					
	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	MAGGIO	GIUGNO	LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE
Lavorazione:																		
1	Realizzazione delle piste di accesso ed installazione dell'impianto di cantiere;																	
2	Bonifica delle aree e rimozione di tutte le vegetazioni infestanti;																	
3	Realizzazione di un diaframma continuo in calcestruzzo armato, parallelo al paramento di monte della diga, allo scopo di contenere, nel periodo di esecuzione dei lavori, i sedimenti depositati all'interno del bacino ed addossati alla diga stessa;																	
4	Iniezioni di impermeabilizzazione al disotto della nuova struttura da realizzare e del diaframma di contenimento;																	
5	Scavi a sezione obbligata a monte della diga, tra il diaframma ed il paramento della diga stessa, al fine di rimuovere i sedimenti depositati;																	
6	Rimozione degli accumuli di sedimento a valle della diga, al fine di regolarizzare l'alveo di valle per il normale deflusso delle acque;																	
7	Sistemazione, all'interno, ed in prossimità della sponda sinistra, del bacino del materiale sedimentario rimosso, in condizioni di sicurezza e compatibilità ambientale.																	
8	Demolizione parziale della vecchia struttura in muratura della diga esistente per l'esecuzione del collegamento tra le due strutture;																	
9	Iniezioni di consolidamento sulla fondazione e sul corpo diga esistente;																	
10	Realizzazione della nuova struttura in cls mediante costruzioni di conci nel vano creato tra il diaframma e la diga esistente, compresa la ricostruzione della parte demolita della vecchia struttura e compresi tutti i collegamenti tra vecchio e nuovo corpo diga;																	
11	Realizzazione del sistema drenante della nuova struttura e relativa canalizzazione delle acque ;																	
12	Ristrutturazione dello scarico di fondo;																	
13	Ripristino del paramento di valle della struttura mediante recupero dei bolognini esistenti e, eventualmente, con integrazione di bolognini in pietra di provenienza locale																	
14	Pulizia completa, scarificazione, stuccatura e stilatura dei giunti degli elementi lapidei di rivestimento del vecchio paramento della diga;																	
15	Conferimento a recupero e/o smaltimento autorizzato dei materiali di risulta delle lavorazioni e ripristino dei luoghi.																	

ANNESSO 2 - PROGRAMMA DI IMPIEGO MACCHINARI IN CANTIERE

		LAVORAZIONE														
		Realizzazione delle piste di accesso ed installazione dell'impianto di cantiere;	Bonifica delle aree e rimozione di tutte le vegetazioni infestanti;	Realizzazione di un diaframma continuo in calcestruzzo armato, parallelo al paramento di monte della diga, allo scopo di contenere, nel periodo di esecuzione dei lavori, i sedimenti depositati all'interno del bacino ed addossati alla diga stessa;	Iniezioni di impermeabilizzazione al disotto della nuova struttura da realizzare e del diaframma di contenimento;	Scavi a sezione obbligata a monte della diga, tra il diaframma ed il paramento della diga stessa, al fine di rimuovere i sedimenti depositati;	Rimozione degli accumuli di sedimento a valle della diga, al fine di regolarizzare l'alveo di valle per il normale deflusso delle acque;	Sistemazione, all'interno, ed in prossimità della sponda sinistra, del bacino del materiale sedimentario rimosso, in condizioni di sicurezza e compatibilità ambientale.	Demolizione parziale della vecchia struttura in muratura della diga esistente per l'esecuzione del collegamento tra le due strutture;	Iniezioni di consolidamento sulla fondazione e sul corpo diga esistente;	Realizzazione della nuova struttura in cls mediante costruzioni di conci nel vano creato tra il diaframma e la diga esistente, compresa la ricostruzione della parte demolita della vecchia struttura e compresi tutti i collegamenti tra vecchio e nuovo corpo diga;	Realizzazione del sistema drenante della nuova struttura e relativa canalizzazione delle acque ;	Ristrutturazione dello scarico di fondo;	Ripristino del paramento di valle della struttura mediante recupero dei bolognini esistenti e, eventualmente, con integrazione di bolognini in pietra di provenienza locale	Pulizia completa, scarificazione, stuccatura e stiliatura dei giunti degli elementi lapidei di rivestimento del vecchio paramento della diga;	Conferimento a recupero e/o smaltimento autorizzato dei materiali di risulta delle lavorazioni e ripristino dei luoghi.
A01	Escavatore 23 tonn	1	1			1	1	1	1			1				1
A02	Escavatore 15 tonn					1										
B01	Pala Potenza 60 kW	1	1			1	1	1								1
B02	Minipala gommata 3 tonn					1					1					1
C01	Escavatore con martello demolitore idraulico 23 tonn + 1600 kg										1					
D01	Terna gommata con martello demolitore idraulico 60 kW + 630 kg										1					
E01	Autocarro da 10 mc	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1
E02	Autocarro da 15 mc	1				1		1								1
F01	Impianto di betonaggio capacità 100 mc/h [sulla sommità sponda sx]			1							1		1			
G01	pompa carrellata per calcestruzzo cap 80 mc/h [sulla sommità sponda sx]			1							1		1			
H01	motocompressore carrellato 16 mc/min			1							1		1	1		1
J01	gruppo elettrogeno 80 kW			1	1	1				1	1		1	1		1
K01	gru semovente da piazzale 36 tonn			1		1				1	1		1	1	1	1
L01	Trench cutter 35 ton			1												
L02	Impianto di dissabbiamento, pompaggio fanghi bentonitici 450 mc/h			1												
M01	Sonda idraulica cingolata media potenza (per carotaggi e iniezioni)				1					1		1				