



REGIONE TOSCANA

Giunta Regionale

DIREZIONE DIFESA DEL SUOLO E PROTEZIONE CIVILE
SETTORE GENIO CIVILE VALDARNO SUPERIORE

DIGA DI LEVANE

PROGETTO DI SOPRALZO AI FINI DI LAMINAZIONE

PROGETTO DEFINITIVO

DIRIGENTE RESPONSABILE DEL CONTRATTO

Ing. Gennarino Costabile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marianna Bigiarini

GdL VIA

Coordinamento VIA

ENKI
INGEGNERIA

Ing. Andrea Mazzetti
Ing. Stefano Perilli

Componente suolo e sottosuolo

SINERGIA
progettazione e consulenza ambientale srls

Geol. Luca Gardone
Geol. Emanuele Montini

Componente paesaggio

FRANCHI+ASSOCIATI

Landscape and urban design

Arch. Gianfranco Franchi
Arch. Chiara Tesi

Componente ambiente

AMBIENTA

Monitoraggi Ambientali

erse
environment

Dott. Filippo Ferrantini

Componente acustica

Studio Poliedro
INGEGNERI ASSOCIATI

Ing. Massimiliano Galletti

Componente Flora, Fauna ed Ecosistemi

Biologo Marco Lucchesi

Studio Idraulico e idrologico

Settore Genio Civile Valdarno
Superiore
Ing. Michele Catella

Archeologia

Dott. Hermann Salvadori

CUP PROGETTO

D97B15000170003

OGGETTO ELABORATO

SIA 01.02

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

redatto	controllato	approvato	scala	emissione/revisione
MA	MA	MA	-	01
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----
----	----	----	----	----

ELABORATO

SIA_01.02

Sommario

2	sezione 2 – Quadro di riferimento progettuale.....	4
2.1	Premessa	4
2.2	Inquadramento territoriale	6
2.3	Opere Civili e Strutturali del Sopralzo	8
2.3.1	Porzione sinistra (diga a gravità massiccia)	11
2.3.2	Parte centrale (scarico di superficie)	12
2.3.3	Porzione destra (diga a gravità a ridosso della centrale idroelettrica).....	13
2.3.4	Rete di drenaggio della diga	13
2.3.5	Organi di scarico	13
2.3.6	Panconatura dello scarico di superficie.....	13
2.3.7	Deflusso di piena a valle dello sbarramento	14
2.3.8	Paratoie di presa.....	14
2.3.9	Sgrigliatore.....	15
2.3.10	Centralina Battagli e cabina elettrica 15 KV	15
2.3.11	Strada di accesso alla diga in sinistra.....	15
2.3.12	Gruppo elettrogeno.....	16
2.5	Analisi delle alternative	17
2.5.1	Alternativa zero.	19
2.6	Realizzazione degli interventi.....	20
2.6.1	Attività preliminari.....	20
2.6.2	Preparazione aree di cantiere	20
2.6.3	Attività da eseguire sulla porzione destra della diga in corrispondenza della Centrale	20
2.6.4	Attività da eseguire sulla porzione della diga in corrispondenza dell’opera di scarico.....	22
2.6.5	Attività da eseguire sulla porzione sinistra della diga	23
2.6.6	Impianti e opere accessorie.....	24
2.6.7	Restituzione delle aree	24
2.6.8	Interventi ed attività collaterali ed accessorie e provvisionali per il cantiere.....	24
2.6.9	Svuotamento del serbatoio	25
2.7	Cantierizzazione.....	26
2.7.1	Attività preliminari.....	27
2.7.2	FASE 1	27
2.7.3	FASE 2	28
2.7.4	FASE 3	28
2.7.5	FASE 4	29
2.7.6	Impianti ed opere accessorie.....	29

2.7.7	Inquadramento Planimetrico Fasi Cantierizzazione	30
2.8	Piano di Gestione del Bacino di Levante.....	37
2.8.1	Caratteristiche dei sedimenti - volumetrie.....	37
2.8.2	Caratteristiche dei sedimenti – Caratterizzazione qualitativa.....	38
2.8.3	Modalità operative di gestione	40
2.8.4	Svasi e fluitazioni controllate.....	41
2.8.5	Asportazione meccanica dei sedimenti.....	45
2.9	Aspetti Idrologici ed Idraulici locali del Sopralzo.....	48
2.10	Analisi Idrologica ed Idraulica degli effetti del Sopralzo - Laminazione	49
2.10.1	Descrizione del Progetto ed Analisi Idrologica ed Idraulica	49
2.10.2	Incremento della sicurezza idraulica della diga.....	50
2.10.3	Analisi della vulnerabilità dei territori a monte dello sbarramento	53
2.11	Scelta ed approvvigionamento dei materiali da costruzione	68
2.11.1	Trasporto/stoccaggio dei materiali	68
2.11.2	Calcestruzzo.....	69
2.11.3	Miscela cementizia	69
2.12	Terre di scavo e dei materiali da demolizione.....	70
2.12.1	movimentazione/Trasporto dei materiali di demolizione e delle terre e rocce	71

Indice delle figure

<i>Figura 2.2:1 – Estratto planimetrico area realizzazione progetto.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2.2:2 – Estratto planimetrico area Diga – Stato di consistenza</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2.3:1 – Estratto planimetrico – Prospetto di monte – Stato Progetto.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2.3:2 – Estratto planimetrico – Prospetto di valle – Stato Progetto.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2.3:3 – Estratto planimetrico – Intervento di massiccamento in progetto</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.6:1 – Andamento portate medie giornaliere – record 2002 – 2015 – Stazione di Monteverchi – SIR Toscana.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2.7:1 – Estratto planimetrico progettuale – Cantierizzazione FASE1</i>	<i>31</i>
<i>Figura 2.7:2 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE2</i>	<i>32</i>
<i>Figura 2.7:3 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 3</i>	<i>33</i>
<i>Figura 2.7:4 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4a</i>	<i>34</i>
<i>Figura 2.7:5 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4b</i>	<i>35</i>
<i>Figura 2.7:6 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4c.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 2.8:1 – Estratto planimetrico punti di campionamento sedimenti ARPAT.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 2.8:2 – Estratto planimetrico punti di campionamento sedimenti URS</i>	<i>40</i>
<i>Figura 2.8:3 – Estratto planimetrico – Piano Gestione punto monitoraggio fluitazioni controllate.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2.10:1 – Elaborato progettuale – SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=30 anni nello Stato Attuale.....</i>	<i>56</i>
<i>Figura 2.10:2 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=200 anni nello Stato Attuale.....</i>	<i>57</i>

<i>Figura 2.10:3 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=30 anni nello Stato di Progetto del sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3</i>	58
<i>Figura 2.10:4 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=200 anni nello Stato di Progetto del sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3</i>	59
<i>Figura 2.10:5 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Beneficio/aggravio in termini di battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina tra lo Stato Attuale e lo Stato di Progetto del sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3 per Tr=30 anni</i>	60
<i>Figura 2.10:6 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Beneficio/aggravio in termini di battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina tra lo Stato Attuale e lo Stato di Progetto del sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3 per Tr=200 anni</i>	61
<i>Figura 2.10:7 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo Idraulica Stato Attuale Tr=200 anni</i>	62
<i>Figura 2.10:8 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo Idraulica Stato Progetto Tr=200 anni</i>	63
<i>Figura 2.10:9 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina per Tr=200 anni e d=12 ore nello Stato di Progetto delle arginature a protezione di Laterina e senza intervento di sopralzo della Diga di Levane</i>	64
<i>Figura 2.10:10 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina per Tr=200 anni e d=12 ore nello Stato di Progetto complessivo che prevede attuazione delle arginature a protezione di Laterina e l’ intervento di sopralzo della Diga di Levane (regolazione 3)</i>	65
<i>Figura 2.10:11 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo idraulica per Tr200 nello Stato di Progetto delle arginature a protezione di Laterina e senza intervento di sopralzo della Diga di Levane</i>	66
<i>Figura 2.10:12 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo idraulica per Tr200 nello Stato di Progetto complessivo con realizzazione delle arginature a protezione di Laterina e l’ intervento di sopralzo della Diga di Levane (regolazione 3)</i>	67
<i>Figura 2.11:1 – Sezione schematica – cantierizzazione jet-grouting</i>	70

Indice delle tabelle

Tabella 2.1:1 – Caratteristiche dell’opera di sbarramento nello Stato Attuale e di Progetto.....	5
Tabella 2.8:1 – Andamento temporale interrimento bacino di Levane	38
Tabella 2.11:1 – Abaco riepilogativo dei quantitativi di risorse rispetto alle diverse MACRO FASI.....	68
Tabella 2.12:1 – Abaco riepilogativo dei quantitativi di materiali di demolizione e terre e rocce rispetto alle diverse MACRO FASI.....	71

2 SEZIONE 2 – QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

2.1 PREMESSA

Il sopralzo della diga di Levane è inserito nel Piano di Bacino del Fiume Arno tra gli interventi di mitigazione del rischio idraulico della città di Firenze.

Dal sopralzo è atteso un volume utile di 9,5Mmc per la laminazione della piena di progetto.

Nell'ottobre del 2015 ENEL ha predisposto il progetto definitivo dell'intervento di sopralzo e lo ha inviato all'autorità di controllo Direzione Generale Dighe del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (DGD).

Nell'agosto del 2017, acquisito anche il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, DGD ha richiesto integrazioni al progetto necessarie per l'approvazione.

CESI è stata incaricata dal Concessionario Enel Green Power di completare, integrare e revisionare il progetto ENEL 2015 di sopralzo della diga, adempiendo alle prescrizioni DGD inerenti alla diga e le sue spalle.

L'azione progettuale di CESI terrà conto dei risultati ottenuti dalla sperimentazione su modello fisico degli effetti delle piene di riferimento attraverso lo sfioratore condotta dall'Università di Firenze per le specifiche necessità di progetto.

Enel Produzione S.p.A. ha in concessione la diga di Levane, che sbarrata il corso dell'Arno presso l'omonima località, nel territorio dei Comuni di Montevarchi e di Terranuova Bracciolini in Provincia di Arezzo, creando un invaso con un volume totale iniziale di 4,9 Mm³.

La concessione ad uso idroelettrico è regolata dal Decreto n. 620 del 27.06.1967 e dal Disciplinare n. 13884 del 01.04.1967.

All'uso idroelettrico sono associate servitù irrigue e idropotabili. La diga è stata costruita nel biennio 1956-1957 ed è entrata in normale esercizio nel 1958.

Una decina di chilometri a monte della diga di Levane, il corso dell'Arno è sbarrato dalla diga di La Penna che crea un invaso con un volume totale iniziale di 16 Mm³ e alimenta l'omonimo impianto idroelettrico.

Il sopralzo della diga, di cui al presente progetto definitivo, ha lo scopo di rendere disponibile un nuovo volume di laminazione che contribuisca a ridurre l'effetto di piene eccezionali sui territori posti a valle, sulla base di determinazioni assunte dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno e sancite nel 1999 da un Decreto della Presidenza del Consiglio dei Ministri.

Come tale, il progetto non trae origine da esigenze relative all'impianto idroelettrico e non ne modifica le modalità di utilizzo.

Relativamente agli obiettivi del Progetto di Sopralzo si rimanda agli specifici paragrafi dell'elaborato progettuale GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.013.00 Relazione Tecnica Generale sugli interventi.

Si riportano di seguito i principali dati caratteristici dell'opera di sbarramento nella condizione attuale ed in quella di progetto, esposti più in dettaglio negli elaborati progettuali e di SIA.

a) Invaso	attuale	progetto
bacino imbrifero sotteso Km ²	2407	2407
volume totale originario di invaso Mm ³	4,90	14,40
volume utile originario di invaso Mm ³	3,45	3,45
volume di laminazione Mm ³	0	9,50
quota di max invaso m s.l.m.	167,50	172,00
quota di max regolazione m s.l.m.	167,50	167,50
b) Sbarramento		
quota di coronamento m s.l.m.	169,00	174,00
altezza dello sbarramento m	27,00	32,00
Inclinazione del paramento di monte	0,05	0,05
Inclinazione del paramento di valle	0,75	0,75

Tabella 2.1:1 – Caratteristiche dell'opera di sbarramento nello Stato Attuale e di Progetto

La diga di Levane è situata in prossimità della frazione di Levane del Comune di Montevarchi (AR) e sbarra il Fiume Arno, realizzando un serbatoio con capacità totale originaria di invaso di 4,90 Mm³ e capacità utile originaria di regolazione di 3,5 Mm³.

La diga è stata costruita tra il 1956 e il 1957 ed è del tipo a gravità massiccia, in calcestruzzo, con andamento planimetrico rettilineo e tracimabile nella parte centrale.

Per le caratteristiche geometriche lo sbarramento si può considerare suddiviso in tre porzioni distinte

- La porzione sinistra, dello sviluppo di 60 m, è costituita da un tronco a gravità massiccia, realizzato in 5 conci di lunghezza variabile separati da giunti di contrazione verticali, muniti di trave coprigiunto e di lamierino di tenuta di rame. L'altezza del piano di coronamento, posto a 169,00 m slm, sul punto più depresso delle fondazioni è di 26 m. La forma è triangolare con vertice alla quota di massima ritenuta di 167,50 m slm. Il coronamento ha una larghezza di 3 m ed è raccordato al paramento di valle con un raggio di 12 m. A valle, questa porzione della diga è rinfiancata da un terrapieno con sommità a quota 161,00 m slm, che degrada seguendo l'andamento del muro d'ala sinistro delle luci sfioranti, fino alla piccola centrale idroelettrica Battagli, destinata allo sfruttamento di rilasci irrigui e idropotabili.
- La porzione centrale è costituita da due luci di scarico delimitate da tre pile, una centrale e due laterali, per uno sviluppo di 35,40 m. Le luci hanno la soglia di sfioro a quota 153,00 m slm e sono intercettate da due paratoie piane larghe 12,00 m e alte 14,50 m, costituite da due elementi sovrapponibili. A prosecuzione delle due pile laterali sono stati realizzati muri d'ala opportunamente sagomati per il contenimento delle portate di piena; quello di sinistra è prolungato verso valle per proteggere i terreni di sponda da erosioni o scalzamenti. La lama d'acqua tracimante è accompagnata per mezzo di uno scivolo rettilineo con inclinazione di 0,68 in un'ampia vasca di smorzamento con piano orizzontale posto a quota 145 m s.l.m, delimitata da una prima traversa rettilinea (soglia 1), con altezza di 4 m. e da una seconda traversa (soglia 2), con altezza di 2 m, per una lunghezza complessiva di 48m. Circa 35 m a valle di questa prima vasca è presente un'ulteriore terza soglia, più bassa, posta in corrispondenza, in sinistra, della centralina Battagli e, in destra, del termine dello scarico della centrale di Levane. In questa porzione centrale della diga, l'altezza del piano di coronamento, posto sempre a 169,00 m slm, sul punto più depresso delle fondazioni è di 27 m. Al di sopra del coronamento è stata inoltre realizzata una sovrastruttura per il sollevamento delle paratoie di scarico, con piano di manovra a quota 181,00 m slm.

- La porzione destra è costituita da un tratto a gravità, con uno sviluppo di 33,20 m, a tergo del quale si trova il fabbricato della centrale idroelettrica. Nel tronco a gravità sono ricavati l'opera di presa, dotata di 5 luci intercettate da paratoie, i condotti e le camere spirale che alimentano le due turbine Kaplan installate in centrale. La quota della soglia di presa è pari a 153,00 m slm. Al di sotto della soglia di presa il paramento di monte è verticale mentre la parte superiore, interessata dalle griglie di presa e dallo sgrigliatore, ha inclinazione di 0,12. A valle, il fabbricato della centrale è direttamente collegato a questa parte della diga, senza soluzione di continuità. Idealmente si può considerare un paramento di valle della parte massiccia con inclinazione media di 0,70.

2.2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Si riporta di seguito un estratto planimetrico di inquadramento dell'area di realizzazione del progetto, e si rimanda alla consultazione degli elaborati grafici per gli aspetti di dettaglio.

L'area di realizzazione delle opere del progetto di sopralzo, interessano il corpo della cosiddetta "DIGA DI LEVANE", come riportata in *Figura 2.2:1* e in dettaglio negli elaborati progettuali allegati.



Figura 2.2:1 – Estratto planimetrico area realizzazione progetto

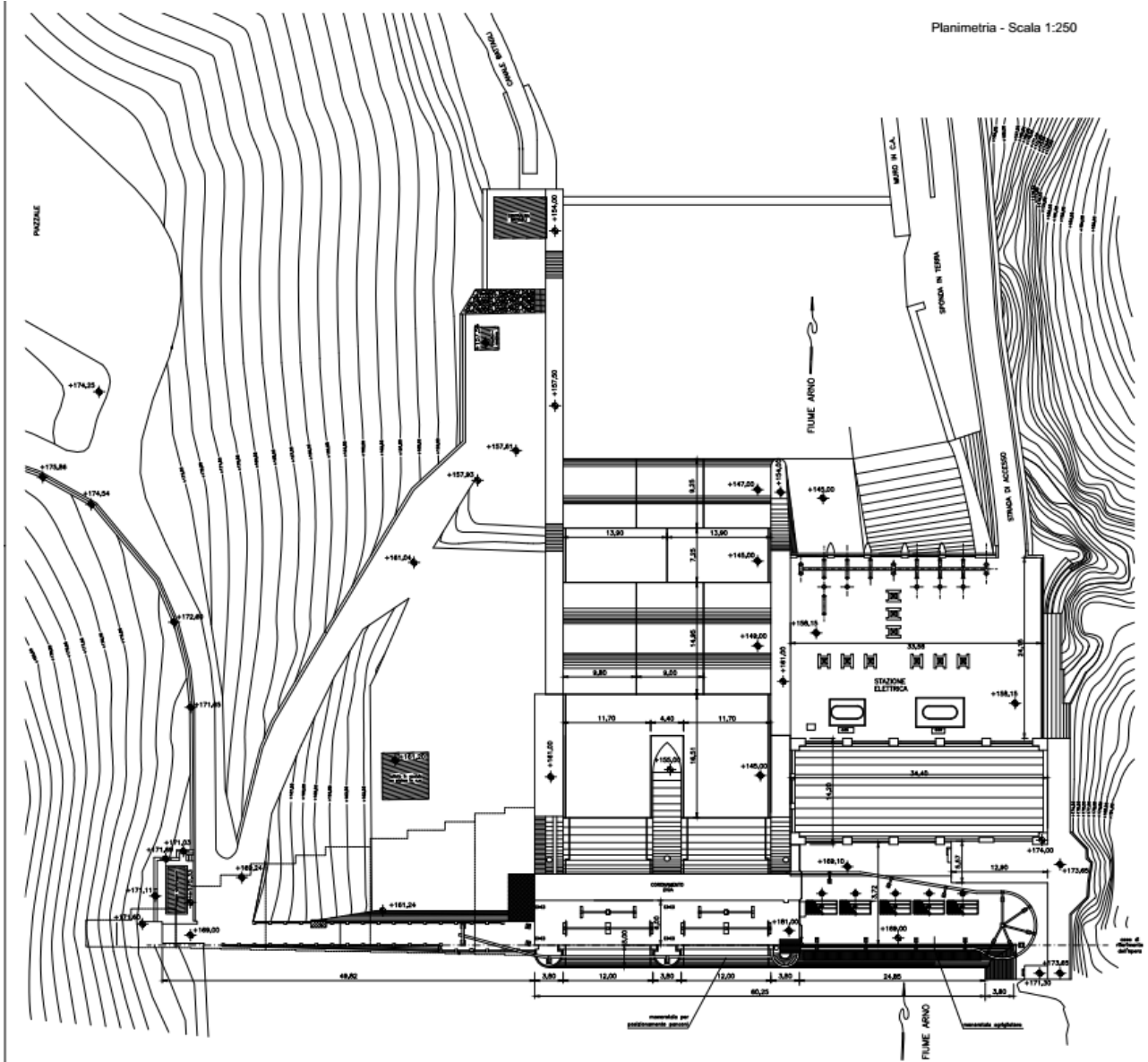


Figura 2.2:2 – Estratto planimetrico area Diga – Stato di consistenza

2.3 OPERE CIVILI E STRUTTURALI DEL SOPRALZO

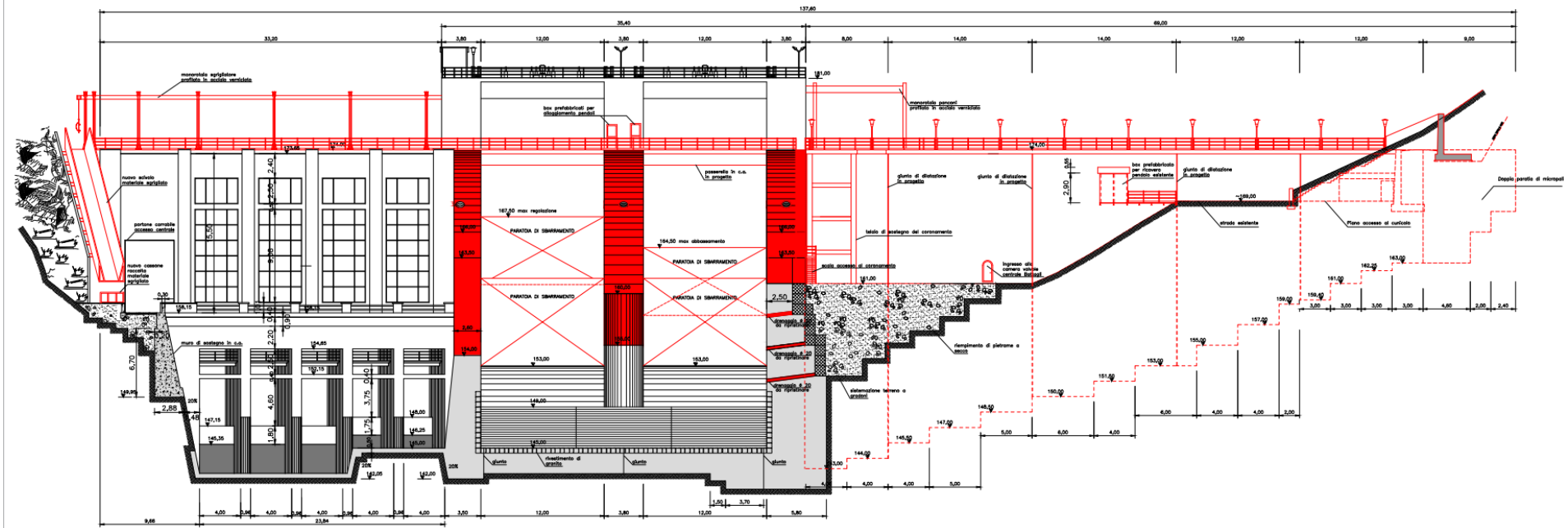
Il progetto prevede di portare la quota del coronamento a 174,00 m s.l.m.

Il franco rispetto al massimo invaso sarà quindi pari a 2 m, mentre attualmente, con il coronamento a quota 169,00, è pari a 1,50 m.

I volumi di calcestruzzo riportati sono stati determinati, oltre che in funzione della nuova geometria, anche per far fronte ai maggiori carichi idraulici e sismici.

Si riporta di seguito una descrizione della serie di interventi previsti.

Prospetto di valle
Scala 1:200



LEGENDA:

- NUOVE OPERE / OPERE DA RICOLLOCARE
- TRATTO DI PILA (DA QUOTA 173 A QUOTA 178,95) DA DEMOLIRE PER L'INERIMENTO DELLA NUOVA PARATOIA. TERMINATO L'INSERIMENTO IL TRATTO DOVRA' ESSERE RIPRISTINATO.

Figura 2.3:2 – Estratto planimetrico – Prospetto di valle – Stato Progetto

2.3.1 Porzione sinistra (diga a gravità massiccia)

Viene riproposta la geometria della diga esistente: sezione triangolare con paramenti di inclinazione 0,05 a monte e 0,75 a valle. Il vertice del triangolo fondamentale viene alzato alla quota di massimo invaso 172,00 m s.l.m.

La sezione triangolare sarà sovrastata da un coronamento dotato superiormente di una strada carrabile e raccordato col paramento di valle con un tratto ad arco di circonferenza. In corrispondenza al paramento di monte verrà realizzato un elemento orizzontale di tenuta idraulica per impedire le permeazioni attraverso la superficie di contatto fra nuovo e vecchio calcestruzzo. Attualmente la porzione sinistra è divisa in 5 conci. Questa suddivisione verrà mantenuta anche per il sopralzo e pertanto i giunti verticali verranno prolungati nella nuova struttura. La nuova geometria della diga comporta un innalzamento del paramento di valle in direzione verticale di 4,50 m, pari all'innalzamento del vertice del triangolo fondamentale.

Lo spessore del riporto di calcestruzzo sarà invece pari a 3,60 m in direzione orizzontale.

La superficie del paramento di valle sarà opportunamente preparata per eseguire il getto del riporto.

Si prevede a questo scopo di solidarizzare il nuovo getto alla struttura esistente con barre di solidarizzazione tra i due getti, in acciaio ad aderenza migliorata ed uno strato di resina epossidica sulle superfici a contatto.

Per consentire la realizzazione dei suddetti interventi, sarà necessario rimuovere parzialmente il terrapieno esistente a valle della diga, compreso fra la sponda sinistra e il muro d'ala del canale di scarico. Questo comporta operazioni di scavo e sbancamento verso valle a partire dalla proiezione del piede diga, nonché la rimozione e successiva sostituzione della condotta forzata della centralina Battagli, posizionata all'interno del terrapieno.

È previsto inoltre di revisionare la paratoia di presa, sostituendone la griglia, posta sul paramento di monte di questa porzione della diga.

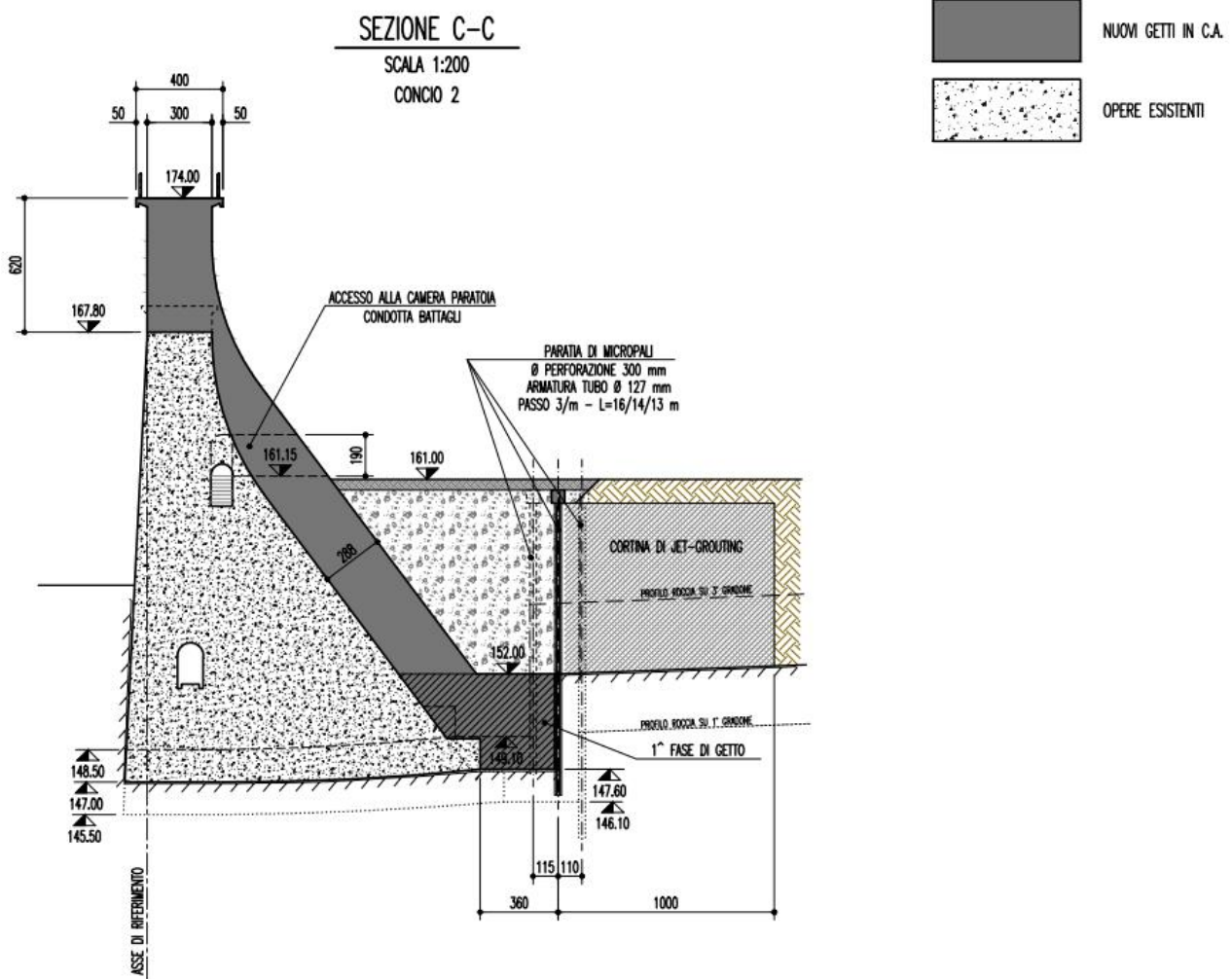


Figura 2.3:3 – Estratto planimetrico – Intervento di massiccamento in progetto

2.3.2 Parte centrale (scarico di superficie)

È prevista la sostituzione delle paratoie e dei relativi sistemi di comando e movimentazione, che devono essere adeguate alle nuove possibili condizioni di carico.

I setti costituenti la pila centrale e le due laterali delle luci di scarico verranno sopralzati di 5 m, dalla quota del piano di coronamento attuale 169,00 m s.l.m. a quella del piano di coronamento in progetto (174,00 m s.l.m.), ad eccezione delle parti che sostengono il ponte di manovra delle paratoie a quota 181,00 m s.l.m., che sarà mantenuto inalterato. Questo innalzamento interesserà tutta la porzione di valle della pila ed i muri d'ala fino al ripiano a quota 161,00 m s.l.m.

È prevista la preparazione mediante idroscarifica dell'attuale superficie sulla quale procedere ai nuovi getti per migliorare l'aderenza tra le due parti e l'inserimento di barre di armatura tra il calcestruzzo esistente e quello di riporto e per garantirne la monoliticità.

I giunti strutturali tra questa parte di sbarramento e le due parti adiacenti verranno invece realizzati in prosecuzione di quelli esistenti.

Per il collegamento delle due porzioni destra e sinistra della diga sarà costruita una nuova passerella in c.a. alla quota 174,00 m s.l.m. del nuovo piano di coronamento.

2.3.3 Porzione destra (diga a gravità a ridosso della centrale idroelettrica)

In questo tratto di sbarramento sono ricavate le opere di derivazione della centrale idroelettrica, le cui strutture sono addossate alla diga e non presentano, con questa, soluzione di continuità.

Non essendo possibile, per questo motivo, il riporto di spessori di calcestruzzo sul paramento di valle, i volumi di calcestruzzo aggiuntivi, necessari a far fronte alle maggiori spinte idrauliche, saranno disposti sopra al piano di coronamento.

Separando la parte di pertinenza della diga da quella relativa al fabbricato della centrale, si individua per questo tratto una larghezza del coronamento pari a 8,85 m.

Su tutta questa larghezza verrà realizzato il sopralzo mediante il riporto di uno spessore di calcestruzzo di 5 m.

In termini di quote assolute i valori sono pari a quelli già visti per il tratto a gravità: quota del coronamento attuale 169,00 m s.l.m. e quota di progetto 174,00 m s.l.m.

2.3.4 Rete di drenaggio della diga

A seguito dei lavori eseguiti tra il 2008 e il 2009 il sistema di drenaggio delle porzioni sinistra e centrale della diga risulta adeguato e non necessita di modifiche.

Durante la realizzazione dei nuovi getti sul coronamento della parte in sinistra è prevista la prosecuzione, nel tratto sopraelevato, delle canne drenanti esistenti nel corpo diga.

La parte in destra a ridosso della centrale elettrica non ha attualmente drenaggi né cunicolo di ispezione.

Data la presenza dei condotti di adduzione alle turbine, e tenuto conto dell'esito delle verifiche di stabilità condotte, non è previsto di realizzare un nuovo cunicolo alla base dei conci in destra.

2.3.5 ORGANI DI SCARICO

Il progetto prevede la sostituzione delle paratoie dello scarico di superficie e dei relativi sistemi di comando e movimentazione, per renderli adeguati alle nuove potenziali condizioni di funzionamento, ma la geometria dell'opera di scarico resta inalterata, così come le parti murarie esistenti (soglie, gargami).

Nelle condizioni di nuovo massimo invaso a 172,00 m s.l.m., se si dovesse raggiungere la massima apertura delle paratoie, per sollevamento di entrambi gli elementi, la portata scaricata, per una portata in ingresso pari a quella di progetto, da entrambe le luci risulta [[37] complessivamente pari a circa 3235 m³/s.

2.3.6 PANCONATURA DELLO SCARICO DI SUPERFICIE

La diga di Levane è fornita di un sistema di panconatura delle luci di scarico che permette l'esercizio dell'impianto durante le operazioni di manutenzione, con livelli dell'invaso compresi fra le quote 160,00 e 162,60 m s.l.m. I panconi, in acciaio, hanno altezza variabile e possono essere sovrapposti fino ad una altezza massima di 9,60 m sopra la soglia di scarico alla 153,00 m s.l.m.

I panconi vengono movimentati per mezzo di una trave monorotaia, con zona di carico sul coronamento della spalla sinistra.

A causa del sopralzo del coronamento la via di corsa e i piedritti di sostegno esistenti dovranno essere smontati e rimontati alla nuova quota di coronamento. Oltre a tale spostamento non sono necessarie altre modifiche.

Le strutture di sostegno saranno oggetto di manutenzione. L'impianto di movimentazione, sarà invece modificato, poiché dovrà operare da una quota superiore all'attuale.

I panconi saranno utilizzati per lo smontaggio delle paratoie esistenti e il montaggio delle nuove che avverrà una luce alla volta e a invaso vuoto.

2.3.7 Deflusso di piena a valle dello sbarramento

Per quanto riguarda il deflusso delle portate di piena a valle dello sbarramento non sono da prevedere differenze significative rispetto alla situazione attuale.

Di fatto, per effetto della laminazione, si avranno in generale valori di portata scaricata inferiori a quelli attuali per eventi di piena equivalenti.

Tuttavia, a motivo delle maggiori quote di invaso che si avrebbero impegnando il volume di laminazione al di sopra della 167,50 m s.l.m., gli stessi valori di portata verrebbero ad essere scaricati con aperture minori delle paratoie e maggiori velocità della corrente.

Si sono svolte verifiche circa l'adeguatezza della vasca di dissipazione posta a valle delle luci di scarico e circa l'altezza d'acqua prevedibile.

Data la complessità del fenomeno idraulico e l'inevitabile approssimazione di una verifica semplificata, è stato realizzato un modello fisico per la verifica della vasca che ha confermato l'efficienza della stessa.

Gli studi sul deflusso dell'onda di piena a valle dello sbarramento, richiesti dalle Circolari del Ministero dei Lavori Pubblici n. 1126/1986 e n. 352/1987 e già effettuati, restano validi anche per la nuova configurazione di progetto, sia per il caso di piena artificiale per manovra degli organi di scarico, sia per il caso dell'onda di sommersione per ipotetico collasso della diga, in quanto riferiti comunque alla quota massima di regolazione, che resta invariata.

2.3.8 Paratoie di presa

L'opera di presa è costituita da 5 luci di 3,30 x 8,00 m, protette con griglie e intercettate da paratoie piane a comando oleodinamico. Le due paratoie del gruppo di sinistra hanno la soglia a quota 149,44 m s.l.m. e altezza di 6,18 m, mentre le 3 paratoie del gruppo di destra hanno la soglia a quota 148,55 m s.l.m. e altezza di 7,07 m, a causa delle diverse conformazioni dei condotti di alimentazione delle macchine.

I diaframmi sono scorrevoli su ruote e hanno tenuto verso valle sui 4 lati. Sono inseriti in una cassa stagna con chiusura superiore alla quota 163,00 m s.l.m., cioè alla base del vano in cui sono alloggiati i servomotori.

I servomotori sono cilindri oleodinamici da 500 mm di diametro. Per una lunghezza di 6,00 m sono contenuti nel vano di alloggiamento nel corpo diga, mentre per altri 3,75 m sono sporgenti rispetto al piano di coronamento attuale. Nel progetto di sopralzo è stato previsto di mantenere la stessa posizione dei cilindri, che saranno pertanto interamente contenuti nel corpo diga, senza parti sporgenti al di sopra del coronamento.

A causa dell'incremento di carichi idraulici sulle paratoie dovuto all'innalzamento del livello di massimo invaso, è prevista la sostituzione dei diaframmi delle paratoie e dei servomotori di manovra.

2.3.9 SGRIGLIATORE

L'opera di presa è fornita di uno sgrigliatore a pettine che per mezzo di una monorotaia porta il materiale sgrigliato in corrispondenza della passerella sullo scarico di superficie, dove viene caricato. Il sopralzo della diga rende necessaria la revisione del sistema di sgrigliatura attualmente installato. Si prevede quindi di installare un nuovo sgrigliatore e di modificare sia il percorso, sia il luogo di deposito provvisorio del materiale sgrigliato, prima del suo smaltimento definitivo in discarica. La struttura dello sgrigliatore sarà adeguata sia alla maggior altezza operativa sia al maggior carico di lavoro.

La movimentazione del materiale sarà eseguita, come attualmente, con una via di corsa su cui scorrerà il pettine dello sgrigliatore. La direzione della via di corsa avrà un andamento parallelo al versante della sponda destra. Sarà sostenuta da montanti d'acciaio, gravanti sulla muratura di rivestimento del versante stesso e sarà estesa oltre il fabbricato della centrale idroelettrica. Da qui il materiale sgrigliato sarà scaricato in uno scivolo in lamiera, che lo convoglierà in un cassone di raccolta.

Un opportuno sistema di drenaggio consentirà l'evacuazione dell'acqua percolante dal materiale sgrigliato.

Arretrando la recinzione della centrale, il cassone risulterà completamente esterno all'impianto e perciò più facilmente raggiungibile dagli autocarri destinati allo smaltimento del materiale raccolto.

2.3.10 CENTRALINA BATTAGLI E CABINA ELETTRICA 15 KV

A causa dell'incremento delle azioni idrostatiche sulla paratoia di presa della centralina Battagli in condizioni di piena eccezionale, è prevista la sostituzione del diaframma metallico della paratoia. Inoltre, poiché il terrapieno a ridosso della diga in sponda sinistra verrà in buona parte rimosso per consentire i getti di inspessimento della porzione a gravità massiccia, si pone la necessità di rimuovere la condotta forzata della centralina, ubicata all'interno del terrapieno, e di sostituirla con una nuova di pari geometria in termini di diametro, lunghezza e posizione. La cabina elettrica 15 KV è un fabbricato di modeste dimensioni, posto sul terrapieno a valle della porzione sinistra della diga, di servizio alla centralina Battagli e di alimentazione dei servizi ausiliari di centrale.

La cabina dovrà essere spostata, ubicandola comunque in prossimità della strada di accesso. L'intervento si limita alla realizzazione di una nuova platea per la posa delle apparecchiature, completa di tettoia di copertura, oltre allo spostamento del percorso cavi.

2.3.11 STRADA DI ACCESSO ALLA DIGA IN SINISTRA

Per consentire l'accesso al nuovo coronamento dalla sponda sinistra si rende necessaria la costruzione di un tratto di strada di raccordo con la strada di accesso attuale, della lunghezza di circa 50 m. Il tratto di raccordo si sviluppa praticamente orizzontale, a partire da quota 173,90 m slm per arrivare al coronamento a quota 174,00 m slm. La carreggiata avrà una larghezza di almeno 4 m.

A ridosso della diga si rende necessaria anche la realizzazione di opere di sostegno della sede stradale. Le scarpate interessate da scavi e riporti verranno stabilizzate con opere di sostegno. Considerato il contesto ambientale si prevede di evitare il ricorso alla pavimentazione in asfalto preferendo una pavimentazione in misto granulare stabilizzato con cemento. In fase di cantiere è previsto l'adattamento della viabilità pubblica minore impegnata dai trasporti. Gli interventi necessari sono allargamenti localizzati per la manovra in sicurezza dei trasporti di maggiori

dimensioni (elementi delle paratoie, gru etc.) che potranno essere realizzati anche con opere di ingegneria naturalistica e regimazioni idrauliche. E' prevista anche la costruzione di una nuova pista di accesso al terrapieno posto a valle della porzione sinistra della diga, che si sviluppa sulla sponda sinistra.

2.3.12 GRUPPO ELETTROGENO

Il gruppo elettrogeno di riserva per l'alimentazione della diga e dei servizi ausiliari di centrale è posizionato a ridosso del paramento di valle della porzione sinistra della diga. La zona è interessata dai lavori di sopralzo e pertanto si rende necessario lo spostamento. Per garantire la continuità del servizio il gruppo elettrogeno dovrà essere spostato prima dell'inizio dei lavori sulla diga.

Per questo verrà realizzata una nuova piattaforma, poco a monte di quella attuale, e verranno modificati i percorsi cavi.

2.5 ANALISI DELLE ALTERNATIVE

Si riportano di seguito delle considerazioni relativamente a possibili alternative progettuali, compresa anche l'alternativa zero, evidenziando che il Progetto Definitivo valutato è il risultato di un complesso iter procedurale e decisorio.

Il sopralzo della diga di Levane è inserito nel Piano di Bacino del Fiume Arno tra gli interventi di mitigazione del rischio idraulico della città di Firenze.

Dal sopralzo è atteso un volume utile di 9,5Mmc per la laminazione della piena di progetto.

Nell'ottobre del 2015 ENEL ha predisposto il progetto definitivo dell'intervento di sopralzo e lo ha inviato all'autorità di controllo Direzione Generale Dighe del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti (DGD).

Nell'agosto del 2017, acquisito anche il parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, DGD ha richiesto integrazioni al progetto necessarie per l'approvazione.

CESI è stata incaricata dal Concessionario Enel Green Power di completare, integrare e revisionare il progetto ENEL 2015 di sopralzo della diga, adempiendo alle prescrizioni DGD inerenti alla diga e le sue spalle.

L'azione progettuale di CESI tiene conto dei risultati ottenuti dalla sperimentazione su modello fisico degli effetti delle piene di riferimento attraverso lo sfioratore condotta dall'Università di Firenze per le specifiche necessità di progetto.

In particolare, la realizzazione del sopralzo della Diga di Levane rientra tra gli interventi previsti Nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico, l'Autorità di Bacino ha sviluppato un progetto di Piano stralcio finalizzato a contenere il rischio idraulico entro limiti sostenibili sulla base di analisi realistiche della situazione ambientale, come pure degli aspetti sociali, economici e produttivi.

La strategia del piano del 1996 era basata sui seguenti tipi di interventi strutturali come innalzamento delle dighe Enel di La Penna e Levane, adeguando gli scarichi di fondo e la capacità di fluitazione dei sedimenti, per realizzare un volume di laminazione complessivo di 43 Mm³.

Nella fase di sviluppo del Piano Stralcio, la previsione di sopraelevare la diga di La Penna è stata abbandonata. In suo luogo è stato previsto il potenziamento degli scarichi di fondo della diga, al fine di consentire un rapido abbassamento del livello d'invaso in occasione di una piena eccezionale, rendendo disponibile alla laminazione una parte del volume d'invaso, con sufficiente anticipo rispetto al passaggio del colmo di piena.

L'intervento previsto consiste nella realizzazione di una nuova galleria di scarico fuori corpo diga, scavata nella roccia di sponda sinistra per circa 650 m di lunghezza e 8 m di diametro. All'intervento sarebbero associate operazioni di rimozione dei sedimenti, al fine di aumentare il volume di laminazione disponibile a parità di livello.

Nel piano è stata inoltre prevista la messa in sicurezza dell'abitato di Ponte a Buriano, a monte dell'invaso di La Penna, e della parte dell'abitato di Laterina collocato nella piana adiacente al fiume, già interessati da esondazioni in occasione dell'evento del 1966.

Come meglio esposto nei paragrafi successivi, il volume di laminazione nominale della diga di Levane è nullo, in quanto la quota massima di regolazione e la quota di massimo invaso coincidono, mentre è di dubbia

praticabilità il recupero di volumi attualmente occupati da sedimenti, da destinare ad una laminazione di tipo dinamico.

Uno dei principali interventi previsti dal Piano Stralcio consiste pertanto nel soprizzo della diga di Levane, in modo da recuperare un volume di laminazione nominale pari a 9,5 milioni di metri cubi. Il soprizzo della diga è considerato inoltre un intervento basato su contenuti tecnici ben conosciuti, che richiede tecnologie consolidate e con un impatto sostenibile sul territorio a fronte dei benefici attesi.

Confermando l'importanza della realizzazione delle casse di espansione, l'intervento sull'invaso di Levane è considerato tale da consentire un'operatività relativamente rapida, con investimenti che, per metro cubo di acqua invasata, sono del tutto confrontabili con quelli relativi alle casse di espansione.

Il Piano Stralcio traccia già le linee essenziali delle opere per il soprizzo della diga di Levane, prevedendo una nuova quota di massimo vaso di 172,00 m s.l.m., mentre la quota massima di regolazione rimarrà invariata al valore attuale di 167,50 m s.l.m.

Il progetto di piano non prevede infatti alcuna modifica all'esercizio ordinario dell'invaso e quindi alcun riflesso sulla produzione dell'impianto idroelettrico.

Sia il progetto presentato da Enel Produzione SpA alla Provincia di Arezzo nel 2005, di cui al paragrafo successivo, sia il presente progetto riprendono sostanzialmente le linee d'intervento del progetto di piano.

Il Progetto Definitivo in valutazione è quindi il risultato di una lunga concertazione fra gli attori coinvolti al Tavolo Tecnico fra l'Autorità di Bacino del Fiume Arno, la Provincia di Arezzo ed Enel Produzione SpA, al fine di valutare la compatibilità degli scenari previsti nel Piano con l'attuale utilizzo dei due invasi.

Il 03.10.2005 Enel Produzione SpA ha trasmesso alla Provincia di Arezzo il progetto preliminare ed il progetto definitivo delle opere inerenti il soprizzo della diga di Levane, quest'ultimo finalizzato alla richiesta di approvazione al Registro Italiano Dighe, una volta emesso apposito benestare da parte della Provincia.

La collaborazione tra le due parti è proseguita negli anni immediatamente successivi, ma la Provincia non ha mai emesso il benestare di sua competenza ed il progetto non è mai stato presentato per l'approvazione.

Il 02.05.2013 è stato quindi sottoscritto un nuovo protocollo d'intesa tra Regione Toscana, Autorità di Bacino del Fiume Arno, Provincia di Arezzo, Comune di Laterina ed Enel SpA, in base al quale le parti si impegnano alla stipula di un nuovo Accordo di programma, ai sensi della LR 40/2009, per l'individuazione degli enti attuatori per la progettazione definitiva del soprizzo della diga di Levane e degli adeguamenti arginali ad esso connessi, per l'individuazione dei contributi delle parti firmatarie e per l'individuazione di eventuali opere di compensazione.

Al termine dell'attività di confronto, valutazione e approfondimento sviluppata nell'ambito della Conferenza, la Giunta Regionale Toscana ha approvato, con Deliberazione 20.10.2014 n. 895, l'Accordo di Programma per la redazione della progettazione definitiva dell'intervento di adeguamento della Diga di Levane e delle opere ad esso connesse finalizzate alla riduzione del rischio idraulico nel territorio dei Comuni di Laterina e Pergine Valdarno.

I principali contenuti dell'Accordo di Programma sono qui richiamati.

Per la progettazione degli interventi sul corpo diga di Levane e delle arginature è individuato quale soggetto competente la Regione Toscana, che si avvale dei seguenti soggetti:

- Enel Produzione SpA per la progettazione dell'adeguamento della diga di Levane
- La Provincia di Arezzo per la progettazione delle arginature a protezione delle aree urbanizzate presenti nella piana di Laterina e delle possibili ulteriori opere necessarie a mitigare l'eventuale interferenza dell'allagamento su quanto esistente
- La Provincia di Arezzo per lo studio d'impatto ambientale necessario ad attivare la procedura VIA di rilievo nazionale.

Dopo la sottoscrizione dell'Accordo da parte dei legali rappresentanti della Regione Toscana, dell'Autorità di Bacino del Fiume Arno, della Provincia di Arezzo, del Comune di Laterina, del Comune di Pergine Valdarno e di Enel Produzione SpA, sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana, Parte Seconda, n. 3 del 21.01.2015 è stato pubblicato il Decreto del Presidente della Giunta Regionale 12.01.2015 n. 3, di approvazione dell'Accordo di Programma per la redazione della progettazione definitiva dell'intervento di adeguamento della Diga di Levane e delle opere ad esso connesse finalizzate alla riduzione del rischio idraulico nel territorio dei Comuni di Laterina e Pergine Valdarno.

Nel Collegio di Vigilanza del 26.02.2015 sull'attuazione dell'Accordo, è stato dato atto che il ruolo di soggetto attuatore dello Studio d'Impatto Ambientale sia assunto dalla Regione Toscana.

Con riferimento alle specifiche alternative del Progetto Definitivo valutato, si rimanda in dettaglio all'elaborati SIA_02 CONTRIBUTO IDROLOGICO ED IDRAULICO, in cui sono riportati i risultati di numerose e complesse simulazioni idrauliche che hanno portato alla definizione del Progetto Definitivo.

Si evidenzia che Lo studio idrologico ed idraulico ha valutato diverse alternative verificando le seguenti fasi fondamentali:

- FASE 1 – definizione del quadro conoscitivo: in tale fase sono acquisiti ed esaminati gli studi, i progetti, la documentazione ed i dati disponibili riguardanti il corso d'acqua considerato;
- FASE 2 – analisi idrologica: l'analisi idrologica è finalizzata all'individuazione degli idrogrammi di piena da utilizzare nella successiva analisi idraulica con riferimento ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni e le durate di 12, 18 e 24 ore. Tali idrogrammi sono acquisiti da studi disponibili nei tratti oggetto di analisi;
- FASE 3 – analisi idraulica: il fenomeno della propagazione degli eventi di piena lungo il corso d'acqua è simulato attraverso differenti modelli idraulici definiti in funzione degli obiettivi di indagine e dell'area di studio. I modelli utilizzati derivano da quelli messi a punto nell'ambito degli studi di aggiornamento delle mappe di pericolosità del PGRA o della progettazione del sistema di casse di espansione nel Medio Valdarno col fine di preservare la coerenza tra i differenti risultati;
- FASE 4 – verifica dell'intervento di sopralzo: sulla base dei risultati delle analisi idrauliche dello stato attuale e di progetto sono valutati i benefici del sopralzo attesi Firenze e nella piana fiorentina, nonché gli effetti che la nuova quota di massimo invaso determina a monte dello sbarramento e nella piana di Laterina.

2.5.1 ALTERNATIVA ZERO.

L'alternativa zero non è una ipotesi da poter valutare compiutamente rispetto all'iter procedurale in atto.

Come sopra riportato il Progetto Definitivo del sopralzo della Diga di Levane è il risultato di un complesso iter procedurale a cui hanno partecipato numerosi attori istituzionali.

La realizzazione delle opere di progetto è necessaria per la mitigazione del rischio idraulico della piana e dell'area Fiorentina, così come prescritto e indicato nei numerosi strumenti programmatici ed atti delle Amministrazioni coinvolte.

Non è possibile quindi considerare l'opzione zero in relazione agli obiettivi di sicurezza idraulica da assicurare.

2.6 REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Si riporta di seguito l'elenco sintetico delle principali attività in progetto, suddivise per aree d'intervento, così come desumibile dagli elaborati progettuali.

Si evidenzia che nel paragrafo 2.7 viene riportato il dettaglio delle MACRO FASI realizzative, la descrizione esecutiva delle lavorazioni e la cantierizzazione.

2.6.1 ATTIVITÀ PRELIMINARI

- Acquisizione della disponibilità dell'area di manovra in corrispondenza della diramazione dalla
- Strada provinciale Lungo Arno per Via Villaggio Enel.
- Acquisizione aree di stoccaggio temporaneo materiali di risulta dagli scavi.
- Adeguamento viabilità di accesso in sponda sinistra.
- Eventuali adeguamenti viabilità in sponda destra.
- Rimozione allacciamenti elettrici interferenti con i lavori sulla diga a gravità e realizzazione
- allacciamenti provvisori alla diga, alle centrali, e alla rete MT.

2.6.2 PREPARAZIONE AREE DI CANTIERE

- Allestimento area di cantiere.
- Nuova pista di accesso al terrapieno a q. 161m s.l.m.
- Spostamento gruppo elettrogeno.

2.6.3 ATTIVITÀ DA ESEGUIRE SULLA PORZIONE DESTRA DELLA DIGA IN CORRISPONDENZA DELLA CENTRALE

- **Smontaggi e demolizioni murature:**
 - smontaggio e allontanamento dal cantiere delle apparecchiature elettriche e della struttura in carpenteria metallica dello sgrigliatore.
 - smontaggio e allontanamento dal cantiere dei parapetti e delle altre carpenterie metalliche interferenti con le opere
 - spostamento delle batterie dal locale esistente in prossimità della spalla destra della diga.
 - demolizione e rimozione delle macerie del locale in muratura dove sono alloggiato le batterie
- **Chiusura idraulica della diga in sponda destra:**
 - rimozione delle reti e delle funi di contenimento del pendio;

- scavo in roccia per prolungamento del coronamento;
- sistemazione del fronte di scavo con reti e funi.
- **Sostituzione griglia dell'opera di presa della centrale con preventiva messa in sicurezza mediante un sistema di panconatura ad aghi:**
 - preparazione della soglia a monte della griglia fissata alla diga con personale sommozzatore;
 - installazione delle travi di appoggio con asportazione (sollevamento e/o taglio con cannello) preventiva delle parti della griglia esistente che intralciano l'operazione;
 - installazione degli aghi e del telo di tenuta;
 - sfilamento della griglia esistente (composta di pannelli smontabili) eventualmente sezionamento con il cannello;
 - esecuzione degli interventi ai gargami delle 5 paratoie (costituiti da 4 pezzi da sfilare);
 - posizionamento a pezzi del nuovo gargame di soglia della nuova griglia (si tratta di un gargame di appoggio, non di tenuta);
 - completamento dello smontaggio delle griglie (parte rimanente);
 - esecuzione delle opere civili compresa la soglia superiore delle nuove griglie;
 - installazione delle nuove griglie e degli scivoli dello sgrigliatore;
 - asportazione degli aghi e delle travi porta aghi;
 - installazione del nuovo sgrigliatore e taratura sicurezza salita, discesa, ecc.
- **Sostituzione paratoie dell'opera di presa della Centrale:**
 - smontaggio apparecchiature elettro-meccaniche, circuiti oleodinamici e centraline paratoie opera di presa;
 - smontaggio paratoie opera di presa esistenti per singola luce e relativi impianti di comando e controllo;
 - montaggio nuove paratoie e relativi impianti di comando e controllo;
 - installazione apparecchi di misura e controllo diga e paratoie di scarico.
- **Sopralzo del coronamento:**
 - demolizione superficiale del calcestruzzo del coronamento; esecuzione giunto orizzontale e adeguamento del giunto esistente in adiacenza all'opera di scarico;
 - esecuzione ancoraggi di ripresa nei setti dei vani delle paratoie per il sopralzo di 5m e della parete del giunto da rendere solidale con la struttura dello scarico della diga;
 - getto in calcestruzzo del sopralzo a conci alternati; completamento del coronamento con i parapetti.

- **Installazione nuovo sgrigliatore e relativo impianto dei materiali sgrigliati.**
- **Nuovo fabbricato con locale batterie e adeguamenti locali Centrale:**
 - realizzazione soletta in c.a. per il nuovo fabbricato;
 - costruzione nuovo fabbricato;
 - adeguamento degli accessi alla centrale.
- **Impianti e finiture:**
 - finitura pavimentazione diga;
 - impianti di illuminazione e di potenza;
 - completamenti e finiture.

2.6.4 ATTIVITÀ DA ESEGUIRE SULLA PORZIONE DELLA DIGA IN CORRISPONDENZA DELL'OPERA DI SCARICO

- **Sostituzione paratoie opera di scarico:**
 - messa in opera dei panconi alternati sulle due luci di scarico;
 - parziale demolizione della zona a monte delle pile per inserimento delle paratoie;
 - rimozione delle paratoie dello scarico di superficie;
 - rifacimento dei gargami;
 - sostituzione delle paratoie sullo scarico di superficie per singola luce;
 - ripristino della demolizione della zona a monte delle pile dopo l'inserimento delle paratoie;
 - opere elettromeccaniche e civili per adeguamento apparecchiature sul castello di
 - manovra;
 - rimozione panconi e spostamento in area non interferente con le lavorazioni.
- **Sopralzo del coronamento:**
 - demolizioni superficiali muri d'ala e pila centrale;
 - demolizione passerella del coronamento, rimozione cavidotti e tubi olio;
 - esecuzione ancoraggi per i nuovi getti, casseri, armature;
 - getto in calcestruzzo del sopralzo del muro d'ala in sinistra e della pila centrale sul lato monte e valle.
- **Nuova passerella prefabbricata:**
 - realizzazione nuova passerella prefabbricata in c.a.;
 - parapetti e finiture.

- **Impianti e finiture:**
 - installazione apparecchiature per monitoraggio livelli d'invaso;
 - impianti, completamenti e finiture.
- **Intervento di chiusura dello scarico di esaurimento a monte:**
 - nel cunicolo posa di un sarcofago metallico attorno alla saracinesca e iniezioni di resine.
 - Da valle, pulizia e riempimento di cemento dallo scarico di valle fino alla saracinesca; o in alternativa, installazione di una perforatrice sulla soglia dello scarico di superficie a valle dei panconi. Esecuzione di 3 perforazioni verticali parallele e longitudinali (destra - sinistra) fino ad intercettare il tubo di scarico a monte del cunicolo. Se necessario una ulteriore perforazione a valle delle 3 precedenti in asse del tubo di scarico. Riempimento con calcestruzzo quindi taglio del tubo dello scarico nel cunicolo e inghisaggio del tratto di monte.

2.6.5 ATTIVITÀ DA ESEGUIRE SULLA PORZIONE SINISTRA DELLA DIGA

- **Rimozioni per preparazione dell'area:**
 - rimozione della struttura di movimentazione dei panconi dello scarico;
 - rimozione della cabina MT esistente sul piazzale a q. 161,00 m s.l.m.
- **Sostituzione paratoia di presa della Centralina Battagli:**
 - rimozione e sostituzione della griglia e del cono di imbocco sul paramento di monte della diga
 - rimozione e sostituzione della paratoia di presa a valle;
- **Consolidamenti e scavi sulla sponda sinistra:**
 - realizzazione paratia provvisoria di micropali dalla q. 161,00 m s.l.m. a protezione dello scavo;
 - realizzazione doppia paratia micropali di chiusura contro roccia della spalla sinistra;
 - esecuzione di jet grouting a valle della paratia di micropali;
 - scavo tra la paratia di micropali e il paramento della diga;
 - trasporto del materiale di risulta nell'area di stoccaggio temporaneo e dell'eccedenza a discarica.
- **Sostituzione della condotta adduttrice della Centralina Battagli:**
 - Posa del tratto A della condotta adduttrice: dalla Centralina Battagli alla cortina di jet grouting.
 - Posa del tratto B: attraversamento della cortina di jet grouting.
 - Posa del tratto C: dal paramento della diga alla paratia provvisoria di micropali.

- Realizzazione della camera per il giunto di smontaggio e del relativo accesso.
- Opere di adeguamento del sistema di adduzione della Centralina Battagli.
- **Sopralzo e appesantimento della porzione di diga in sponda sinistra:**
 - demolizione del coronamento fino alla q. 167,80m s.l.m.
 - pulizia e preparazione della superficie del paramento di valle;
 - getto dello zoccolo di fondazione;
 - getto del calcestruzzo con inizio dal concio 1 e di seguito alternativamente gli altri (dal fiume verso la sponda sinistra);
 - rinterro dello scavo;
 - adeguamento dei giunti sul coronamento (posa lamierino, applicazione guaina fra conci, ecc.).
- **Completamento sopralzo del coronamento e opera accessorie:**
 - costruzione della strada di accesso al coronamento a q. 174m s.l.m.;
 - opere di adeguamento dell'accesso al cunicolo;
 - collegamento d'angolo del coronamento in sinistra con la nuova passerella nella parte centrale della diga;
 - Posa parapetti, collegamento diga all'impianto elettrico;
 - realizzazione del box e della passerella di accesso al locale pendolo;
 - completamenti e finiture.
- **Ripristino delle strutture demolite:**
 - realizzazione nuova cabina MT;
 - installazione della nuova struttura di collocazione dei panconi dello scarico.

2.6.6 IMPIANTI E OPERE ACCESSORIE

- **Realizzazione impianto di illuminazione e monitoraggio della diga.**
 - Realizzazione nuovo impianto di potenza e illuminazione della diga;
 - Integrazione e adeguamento sistema di monitoraggio.

2.6.7 RESTITUZIONE DELLE AREE

- Ripristini e smobilizzo del cantiere

2.6.8 INTERVENTI ED ATTIVITÀ COLLATERALI ED ACCESSORIE E PROVVISORIALI PER IL CANTIERE

Come evidente si tratta di una serie di interventi particolarmente complessi che interessano tutto l'areale dell'attuale esistente impianto.

Particolare attenzione al momento deve essere anche rivolta alla previsione di realizzazione di interventi di adeguamento della esistente viabilità di accesso al cantiere.

Le attività di cantiere non prevedono limitazioni al transito sulla viabilità ordinaria esistente, ad eccezione dei trasporti eccezionali riferibili prevalentemente ai componenti delle paratoie.

In spalla sinistra le operazioni di appesantimento richiedono la predisposizione di opere provvisorie per consentire l'apprestamento del cantiere e l'esecuzione in sicurezza dei lavori previsti.

In particolare, sono previste le seguenti opere:

- a. muri in c.a. da realizzare lungo la pista di cantiere tra le progressive 0+065 e 0+085;
- b. interventi di consolidamento necessari all'esecuzione degli scavi provvisori necessari ad eseguire l'appesantimento della diga nella zona della spalla sinistra e del terrapieno di valle; Gli interventi previsti sono un consolidamento eseguito con la tecnica della gettiniezione e una paratia di micropali di bordo.

Gli interventi, descritti e predimensionati negli elaborati di progetto, consentono l'esecuzione della pista di cantiere che si sviluppa sulla pendice della sponda sinistra ed è adibita all'accesso al terrapieno antistante la diga, ove sono posizionate le attrezzature necessarie ai lavori; consentono la messa a giorno in sicurezza della parte di diga seppellita da appesantire, minimizzando lo scavo di terreno e permettendo un maggiore impiego dell'area.

2.6.9 SVUOTAMENTO DEL SERBATOIO

Per l'esecuzione delle lavorazioni è previsto sia lo svuotamento del serbatoio che l'esecuzione di opere con serbatoio a bassi volumi di invaso.

Si evidenzia che le lavorazioni vincolate temporalmente, sono quelle relative alla sostituzione delle griglie, delle paratoie di presa, delle paratoie di scarico e della paratoia della Centralina Battagli, che devono essere svolte con il serbatoio vuoto, come descritto nel Cronoprogramma alla Fase 2.

Per lo svolgimento delle lavorazioni suddette, è necessario quindi prevedere lo svuotamento del serbatoio e, dalle misure di portata del Fiume Arno raccolte alla Stazione di Montevarchi, lo svuotamento in termini idrologici è consigliato nel periodo compreso dopo la metà di aprile alla fine di ottobre, quando il fiume Arno presenta le minime portate.

In questo periodo, si osserva infatti una portata stabilmente prossima ai minimi anche se sono stati rilevati un paio di episodi di portata maggiore.

Considerato l'impegno dell'allestimento del cantiere e delle necessarie predisposizioni, si ritiene preferibile concentrare le attività di sostituzione delle paratoie in un unico periodo di svuotamento del serbatoio.

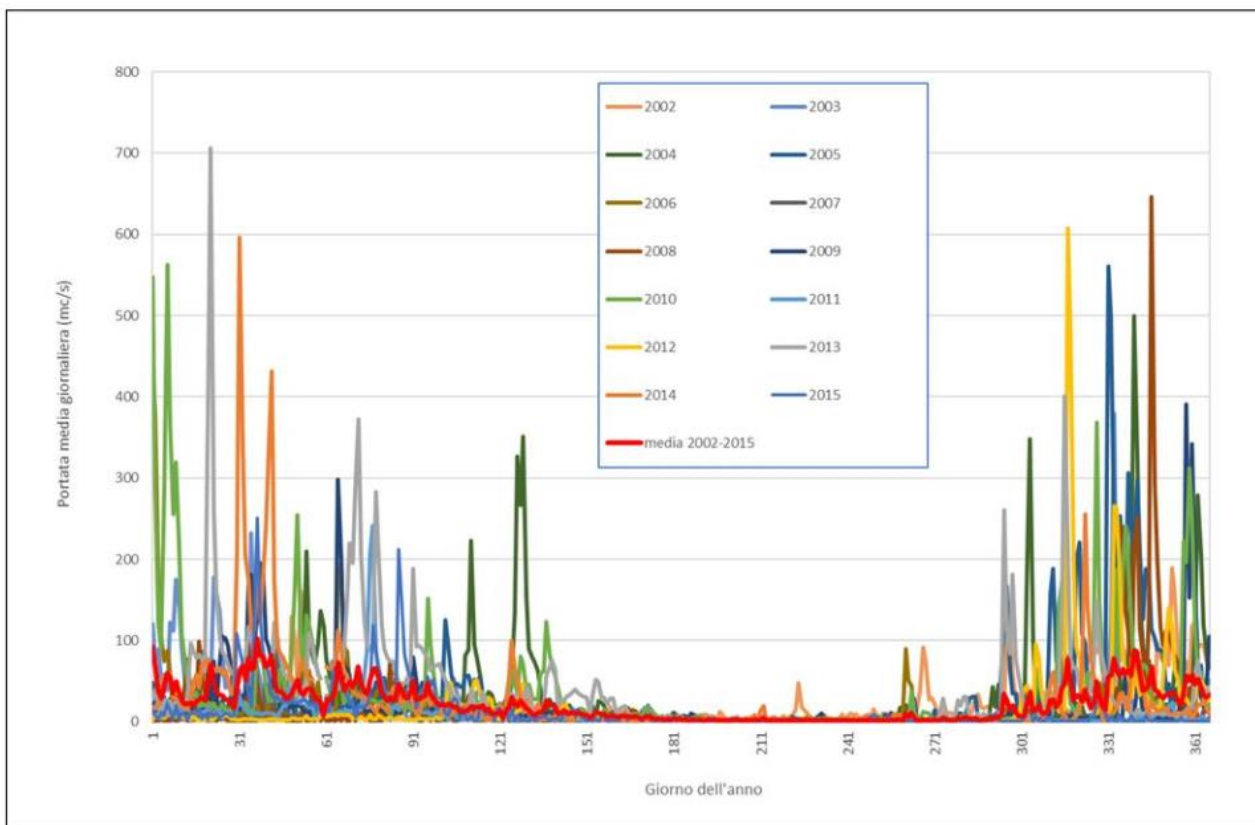


Figura 2.6:1 – Andamento portate medie giornaliere – record 2002 – 2015 – Stazione di Montevarchi – SIR Toscana

Il cronoprogramma prevede 133g con serbatoio vuoto nella Fase 2, collocati dopo la metà di aprile fino alla metà di ottobre.

Nel suddetto periodo, la laminazione delle eventuali piene sarà gestita utilizzando l’invaso di “La Penna”, ubicato a monte del bacino di Levane.

In caso di episodi meteorici intensi, capaci di generare dei significativi eventi di piena, verrà predisposta una procedura di allertamento per garantire in sicurezza l’evacuazione delle aree di lavoro

2.7 CANTIERIZZAZIONE

Ai fini di una migliore comprensione delle attività di cantiere e di realizzazione degli interventi, si riporta di seguito il programma cronologico suddiviso per MACRO FASI di cui:

- **Attività preliminari** durata complessiva **15 giorni lavorativi**
- **Fase 1:**
 - Sponda sinistra, sono previste lavorazioni per la preparazione delle aree di cantiere.
 - Sponda destra, sono previsti i lavori di chiusura idraulica della diga.
 - Durata complessiva **40 giorni lavorativi.**
- **Fase 2:**

- Sono previste lavorazioni sulla porzione destra della diga in corrispondenza della Centrale per la sostituzione delle griglie, delle paratoie di presa e per il sopralzo del coronamento.
- Sulla porzione della diga in corrispondenza dell'opera di scarico è prevista la sostituzione delle paratoie di scarico.
- Durata complessiva **130 giorni lavorativi.**
- **Fase 3:**
 - Sono previste lavorazioni sulla porzione della diga in corrispondenza dell'opera di scarico per il sopralzo del coronamento
 - Durata complessiva **90 giorni lavorativi.**
- **Fase 4:**
 - Sono previste lavorazioni sulla porzione sinistra della diga per le opere di sopralzo, appesantimento e chiusura idraulica della diga in sponda sinistra.
 - Durata complessiva **157 giorni lavorativi**
- **Impianti e opere accessorie** durata complessiva **30 giorni lavorativi**

In termini puramente indicativi e descrittivi si riporta una descrizione e caratterizzazione delle MACRO FASI lavorative.

2.7.1 ATTIVITÀ PRELIMINARI

- Acquisizione della disponibilità dell'area di manovra in corrispondenza della diramazione dalla Strada provinciale Lungo Arno per Via Villaggio Enel.
- Acquisizione aree di stoccaggio temporaneo materiali di risulta dagli scavi.
- Adeguamento viabilità di accesso in sponda sinistra.
- Eventuali adeguamenti viabilità in sponda destra.
- Rimozione allacciamenti elettrici interferenti con i lavori sulla diga a gravità e realizzazione allacciamenti provvisori alla diga, alle centrali, e alla rete MT.
- Predisposizione di un sistema di allertamento ed evacuazione nel caso di eventuali piene

2.7.2 FASE 1

- Allestimento area di cantiere
- Realizzazione nuova pista di accesso al terrapieno a q.161m s.l.m.
- Spostamento gruppo elettrogeno
- Smontaggi e demolizioni murature nella porzione destra della diga
- Chiusura idraulica della diga in sponda destra
 - Allestimento area di cantiere e realizzazione nuova pista di accesso al terrapieno a q.161m s.l.m. con particolare riferimento alla preparazione e all'allestimento delle aree, al montaggio delle attrezzature e alla individuazione degli accessi alle zone di lavoro.

- Spostamento gruppo elettrogeno, smontaggi e demolizioni murature nella porzione destra della diga, con l'individuazione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e la metodologia di controllo delle vibrazioni indotte alle opere esistenti.
- Chiusura idraulica della diga in sponda destra con l'individuazione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e prestando particolare attenzione alle lavorazioni in quota.

2.7.3 FASE 2

- **SVUOTAMENTO DELL'INVASO**
- Sostituzione griglie dell'opera di presa della Centrale
- Sostituzione paratoie dell'opera di presa della Centrale
- Sopralzo del coronamento della porzione della diga in corrispondenza della Centrale
- Installazione nuovo sgrigliatore
- Nuovo fabbricato con locale batterie e adeguamenti locali Centrale
- Impianti e finiture
- Sostituzione paratoie dell'opera di scarico
- Sostituzione paratoia di presa della Centralina Battagli
 - **SVUOTAMENTO DELL'INVASO**, con attenzione alla predisposizione di un sistema di allertamento ed evacuazione nel caso di eventuali piene.
 - Sostituzione griglie dell'opera di presa della Centrale e sostituzione paratoie dell'opera di presa della Centrale, con particolare attenzione alle modalità di movimentazione dei materiali e delle attrezzature necessarie e alle lavorazioni in subacqueo.
 - Sopralzo del coronamento della porzione della diga in corrispondenza della Centrale; con la definizione del sistema di trasporto dei materiali e delle attrezzature, le modalità e le sequenze di getto del calcestruzzo.
 - Installazione nuovo sgrigliatore, con particolare attenzione alle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie.
 - Nuovo fabbricato con locale batterie e adeguamenti locali Centrale, impianti e finiture; con la definizione del sistema di trasporto dei materiali e delle attrezzature, le modalità e le sequenze di getto del calcestruzzo.
 - Sostituzione paratoie dell'opera di scarico e sostituzione paratoia di presa della Centralina Battagli; con particolare attenzione alle modalità di movimentazione dei materiali e delle attrezzature necessarie, alle lavorazioni in subacqueo e alle lavorazioni in quota.

2.7.4 FASE 3

- Sopralzo del coronamento della porzione della diga in corrispondenza dell'opera di scarico
- Nuova passerella prefabbricata di collegamento
- Impianti e finiture
- Intervento di chiusura dello scarico di esaurimento
 - Sopralzo del coronamento della porzione della diga in corrispondenza dell'opera di scarico; con la definizione del sistema di trasporto dei materiali e delle attrezzature, le modalità e le sequenze di getto del calcestruzzo.

- Nuova passerella prefabbricata di collegamento, con particolare attenzione alle modalità di movimentazione dei materiali e delle attrezzature necessarie, alle lavorazioni in quota e al rischio di annegamento.
- Impianti e finiture, con la definizione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie.
- Intervento di chiusura dello scarico di esaurimento, con la definizione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e prestando particolare attenzione alle lavorazioni eventualmente ricadenti nella tipologia di lavori in luoghi confinati.

2.7.5 FASE 4

- Rimozioni e preparazione dell'area
- Consolidamenti e scavi sulla sponda sinistra
- Sostituzione della condotta adduttrice della Centralina Battagli
- Sopralzo e appesantimento della porzione di diga in sponda sinistra
- Completamento sopralzo del coronamento e opere accessorie
- Ripristino delle strutture demolite
 - Rimozioni e preparazione dell'area, con particolare riferimento alle modalità di allontanamento dei materiali di risulta e allo smontaggio delle apparecchiature.
 - Consolidamenti e scavi sulla sponda sinistra, con particolare attenzione alle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie, alle sequenze di lavoro, ai sistemi di perforazione, di getto dei calcestruzzi e delle miscele cementizie.
 - Realizzazione paratia provvisoria di micropali dalla q. 161,00 m s.l.m. a protezione dello scavo;
 - Realizzazione doppia paratia micropali di chiusura idraulica della spalla sinistra;
 - Esecuzione di jet grouting a valle della paratia di micropali.
 - Scavo tra la paratia di micropali e il paramento della diga.
 - Trasporto del materiale di risulta nell'area di stoccaggio temporaneo e dell'eccedenza a discarica
 - Sostituzione della condotta adduttrice della Centralina Battagli, con la definizione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e prestando particolare attenzione alle lavorazioni eventualmente ricadenti nella tipologia di lavori in luoghi confinati.
 - Sopralzo e appesantimento della porzione di diga in sponda sinistra, opere accessorie e ripristino delle strutture demolite, con la definizione del sistema di trasporto dei materiali e delle attrezzature, il sistema di demolizione del coronamento, le modalità e le sequenze di getto del calcestruzzo e con particolare attenzione alle lavorazioni in quota e al rischio di annegamento.
 - Realizzazione di drenaggi e piezometri nel cunicolo della diga; con la definizione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e prestando particolare attenzione alle lavorazioni ricadenti nella tipologia di lavori in luoghi confinati.

2.7.6 IMPIANTI ED OPERE ACCESSORIE

- Realizzazione impianto di illuminazione e monitoraggio della diga
- Restituzione delle aree
- Smobilizzo cantiere
 - Realizzazione impianto di illuminazione e monitoraggio della diga; con la definizione delle modalità di trasporto dei materiali e delle attrezzature necessarie e prestando particolare

attenzione alle lavorazioni in quota e a quelle eventualmente ricadenti nella tipologia di lavori in luoghi confinati.

- Restituzione delle aree e smobilizzo cantiere, con la definizione delle modalità di allontanamento dei materiali di risulta e di smontaggio delle attrezzature.

2.7.7 INQUADRAMENTO PLANIMETRICO FASI CANTIERIZZAZIONE

Si riporta di seguito degli estratti planimetrici degli elaborati progettuali relativi alle diverse MACRO FASI di cantierizzazione ed esecuzione delle opere.

FASE 1

- ① ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE
- ② REALIZZAZIONE NUOVA PISTA DI ACCESSO AL TERRAPIENO A QUOTA 161.00 m
- ③ ESECUZIONE NUOVO ALLOGGIAMENTO GRUPPO ELETTROGENO E SPOSTAMENTO DEL GRUPPO ESISTENTE NELLA NUOVA SEDE
- ④ SMONTAGGI APPARECCHIATURE NELLA PORZIONE DESTRA DELLA DIGA E DEMOLIZIONI MURARIE
- ⑤ CHIUSURA IDRAULICA DELLA DIGA IN SPONDA DESTRA (SCAVO IN ROCCIA PER IMMORSAMENTO SOVRALZO)

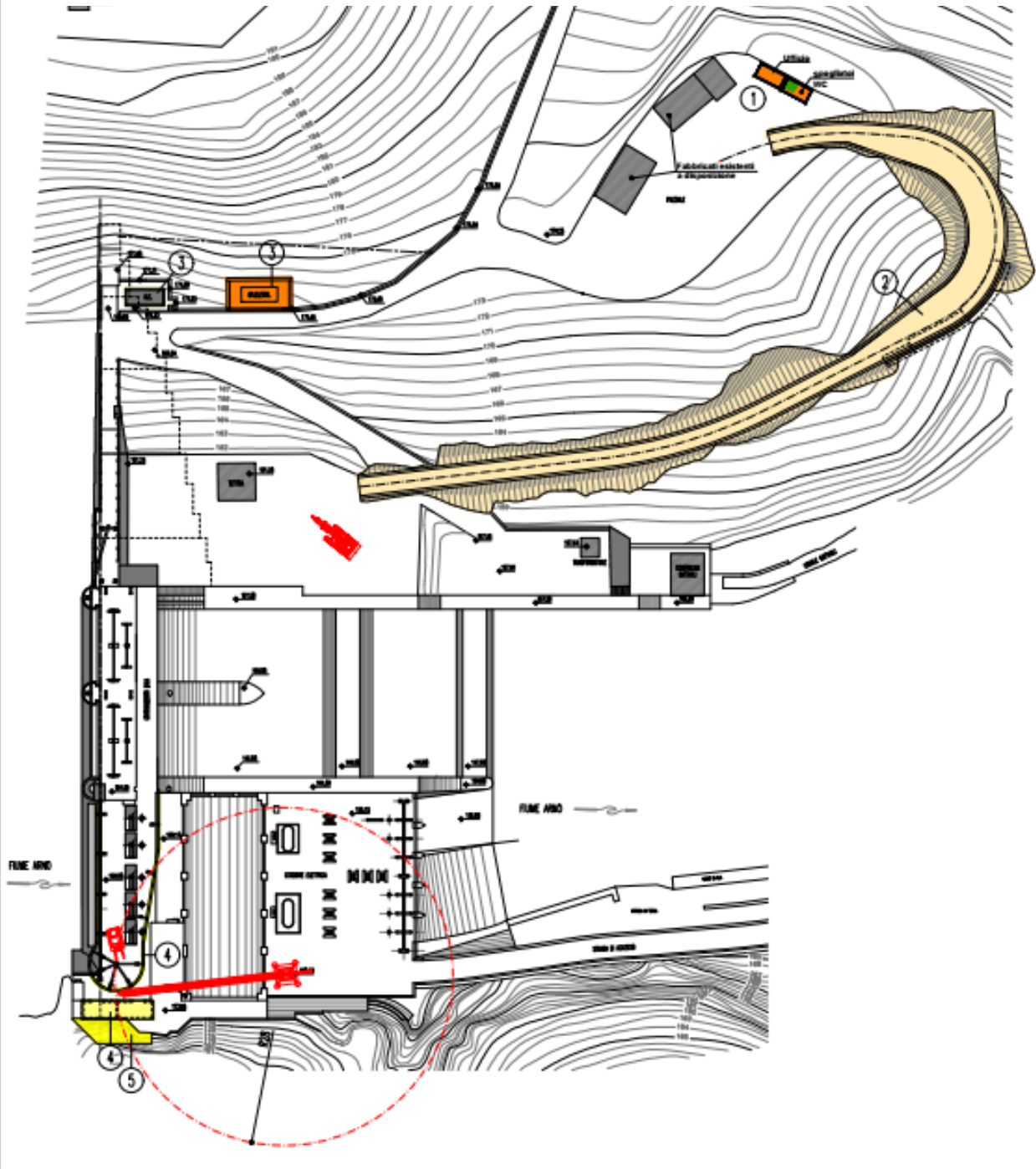


Figura 2.7:1 – Estratto planimetrico progettuale – Cantierizzazione FASE1

FASE 2

- ① SOSTITUZIONE GRIGLIE DELL'OPERA DI PRESA DELLA CENTRALE CON SISTEMA DI PANCONATURA AD AGHI
- ② SOSTITUZIONE PARATOIE DELL'OPERA DI PRESA DELLA CENTRALE
- ③ SOVRALZO DEL CORONAMENTO DELLA PORZIONE DELLA DIGA IN CORRISPONDENZA DELLA CENTRALE
- ④ INSTALLAZIONE NUOVO SGRIGLIATORE
- ⑤ NUOVO LOCALE BATTERIE E LOCALI TECNICI ATTIGUI ALLA CENTRALE
- ⑥ SOSTITUZIONE PARATOIE DELL'OPERA DI SCARICO, PREVIO POSIZIONAMENTO PANCONI
- ⑦ SOSTITUZIONE PARATOIA DI PRESA DELLA CENTRALINA BATTAGLI
- ⑧ SOVRALZO SETTO IN DESTRA

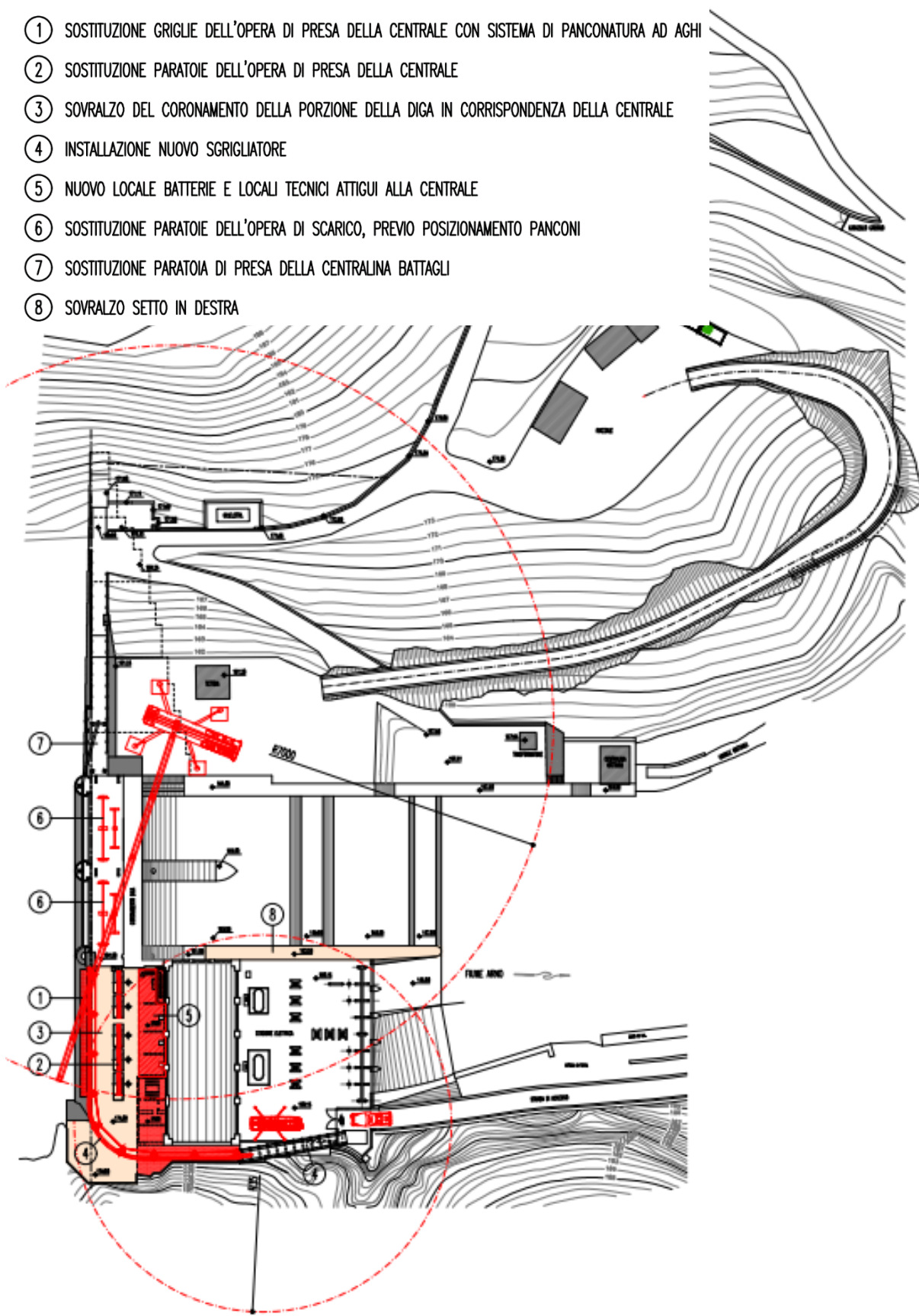


Figura 2.7:2 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE2

FASE 3

- ① ADATTAMENTO SCALA ELICOIDALE DI ACCESSO AL PIANO A QUOTA 181.00
- ② SOVRALZO DEL CORONAMENTO DELLA PORZIONE DELLA DIGA IN CORRISPONDENZA DELL'OPERA DI SCARICO
- ③ NUOVA PASSERELLA PREFABBRICATA DI COLLEGAMENTO
- ④ REALIZZAZIONE IMPIANTI E FINITURE
- ⑤ INTERVENTO DI CHIUSURA DELLO SCARICO DI ESAURIMENTO
- ⑥ SOVRALZO MURO IN SINISTRA

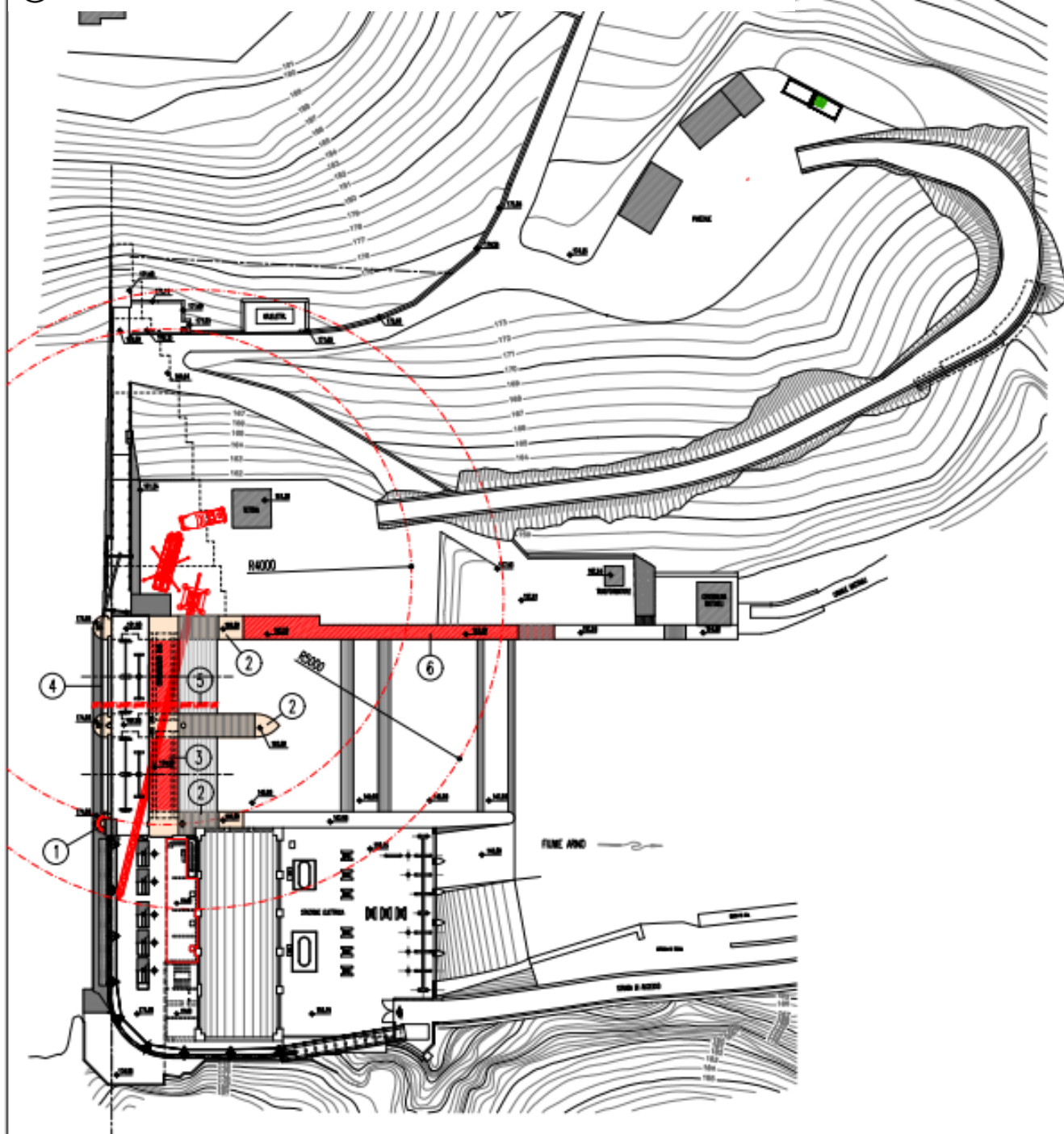


Figura 2.7:3 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 3

FASE 4a

- ① RIMOZIONI E PREPARAZIONE DELL'AREA IN SINISTRA DIGA
- ② CONSOLIDAMENTI E SCAVI SULLA SPONDA SINISTRA
- ③ GETTO BLOCCO DI FONDAZIONE PER SOVRALZO DIGA
- ④ SOSTITUZIONE DELLA CONDOTTA ADDUTTRICE DELLA CENTRALINA BATTAGLI
- ⑤ ESECUZIONE PARATIA DI MICROPALI ALL'ESTREMITÀ SINISTRA

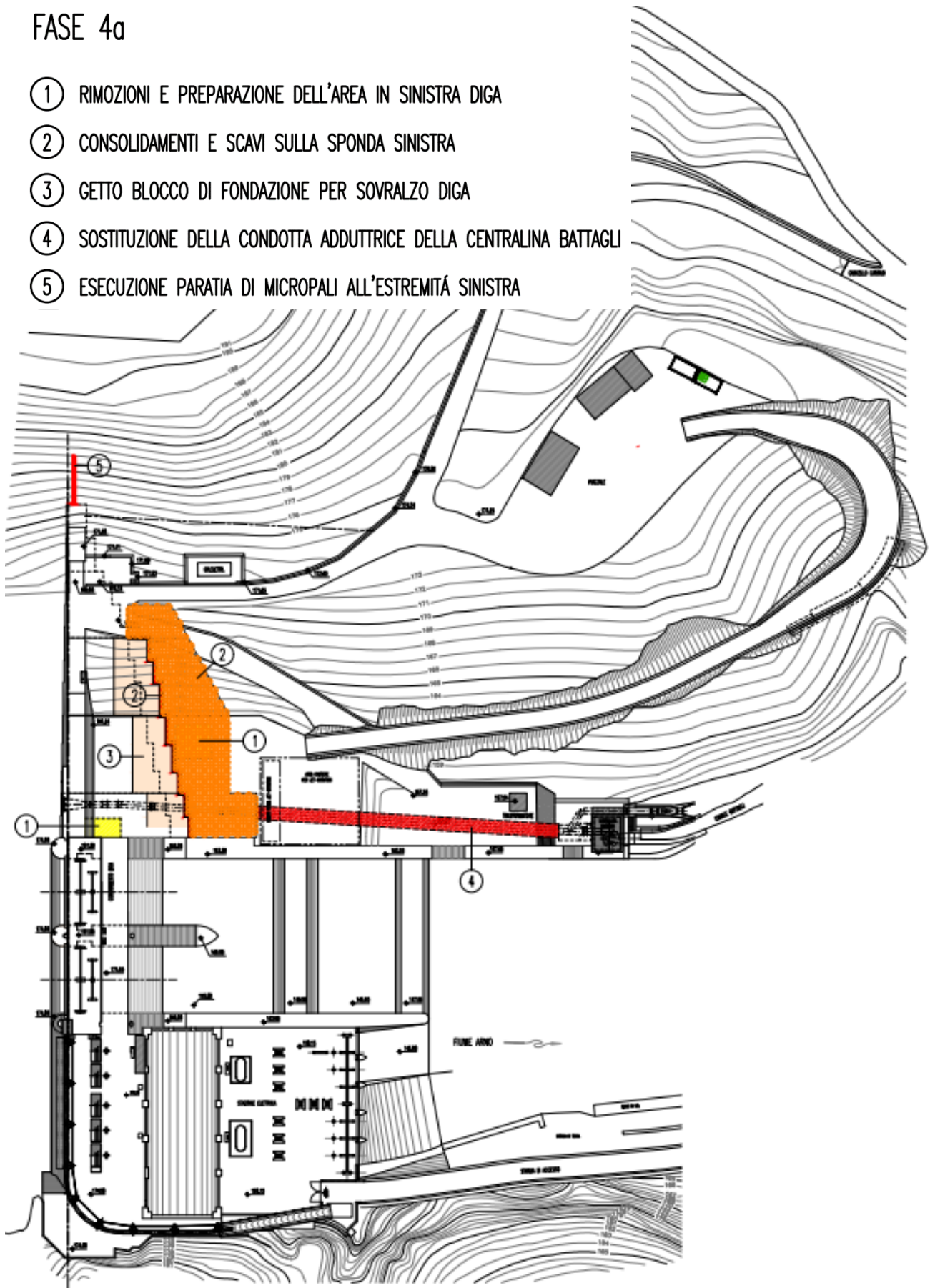


Figura 2.7:4 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4a

FASE 4b

- ① SOVRALZO DELLA DIGA IN SPONDA SINISTRA CON APPESANTIMENTO CONCI E OPERE ACCESSORIE
- ② RINTERRI ED ESECUZIONE OPERE A CORREDO DEL SOVRALZO DIGA
- ③ SCAVO PER MURO NUOVA STRADA DI ACCESSO AL NUOVO CORONAMENTO
- ④ REALIZZAZIONE MURO STRADA DI ACCESSO AL NUOVO CORONAMENTO

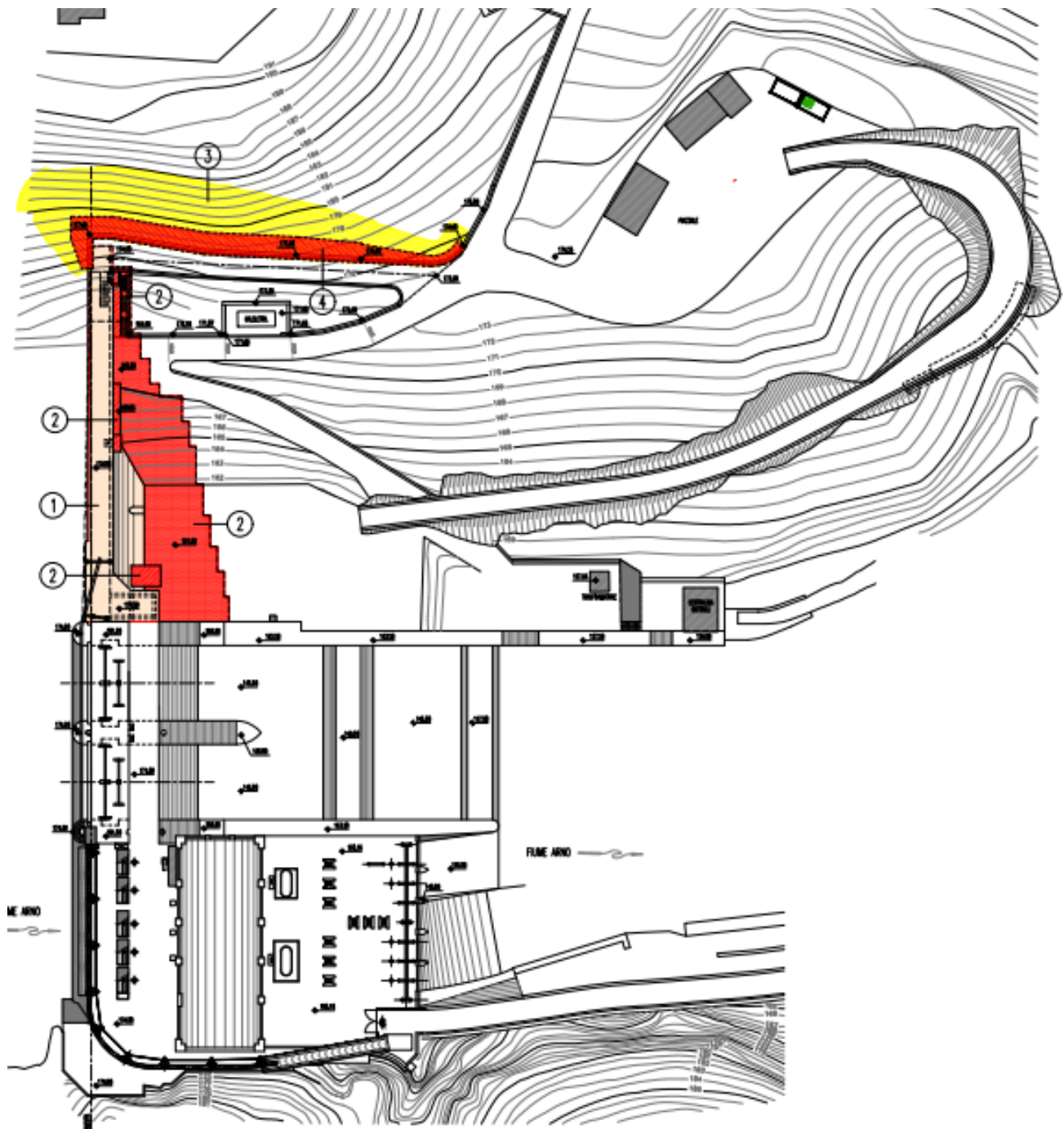


Figura 2.7:5 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4b

FASE 4c

- ① REALIZZAZIONE NUOVA STRADA DI ACCESSO AL CORONAMENTO
- ② RIPRISTINO DELLE STRUTTURE DEMOLITE
- ③ SISTEMAZIONE DELLE AREE DI LAVORO
- ④ SMOBILIZZO CANTIERE

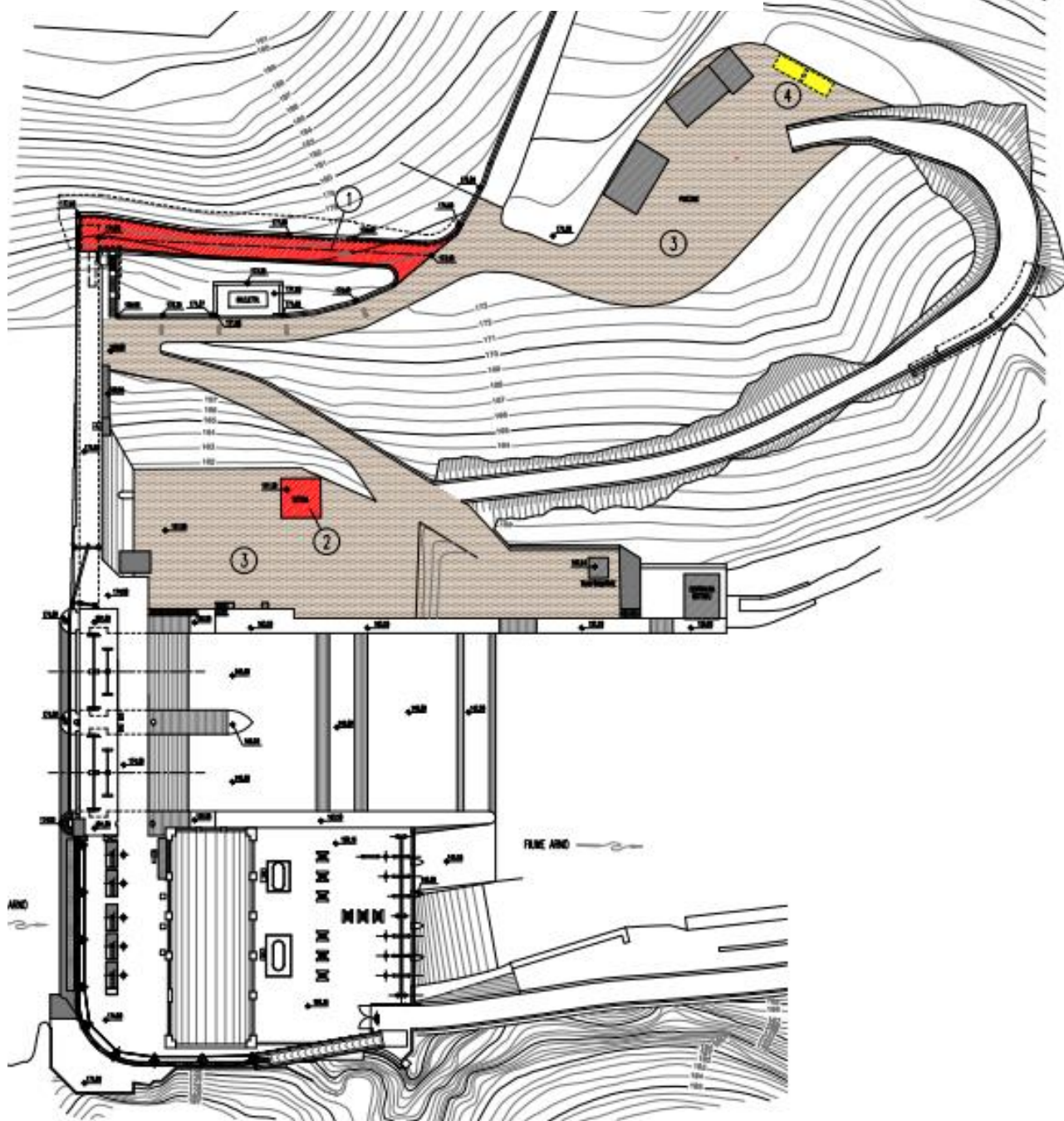


Figura 2.7:6 – Estratto planimetrico elaborato progettuale – Cantierizzazione FASE 4c

2.8 PIANO DI GESTIONE DEL BACINO DI LEVANE

Si riporta di seguito quanto previsto dal Piano di Gestione del Bacino di Levane, relativamente alle attività dirette ed accessorie allo svuotamento parziale e/o totale del bacino.

Enel Produzione S.p.A., Unità di Business Idroelettrica di Bologna – Nucleo Idroelettrico di Lucca, in qualità di Gestore, ha predisposto, in collaborazione con URS Italia S.p.A., il Progetto di Gestione dell'invaso di Levane, in ottemperanza a quanto previsto dall'art. 114 del D.Lgs n. 152 del 3.4.2006 e s.m.i.

Nel Progetto di Gestione vengono specificate le linee guida secondo le quali verrà articolata la gestione del serbatoio, in concomitanza con le prevedibili operazioni di svaso e rimozione dei sedimenti, finalizzate all'esercizio in sicurezza dell'opera, al mantenimento della sua funzionalità della sua capacità utile.

Nel caso in oggetto le operazioni di svaso sono riferibili alla FASE 2 della cantierizzazione che prevede lo svuotamento del bacino per un periodo di circa 133 gg

Nelle more del decreto attuativo previsto al comma 4 del succitato articolo 114, i contenuti del del Progetto sono articolati in conformità a quanto previsto dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 30/06/04, e secondo le linee guida emesse da ARPA Toscana denominate "Gli invasi artificiali – elementi per una gestione sostenibile".

2.8.1 CARATTERISTICHE DEI SEDIMENTI - VOLUMETRIE

I sedimenti presenti nel bacino sono stati caratterizzati dal punto di vista quantitativo, mediante rilievo batimetrico del bacino, e dal punto di vista qualitativo, mediante analisi di laboratorio su campioni appositamente prelevati. Le acque invasate sono state caratterizzate dal punto di vista qualitativo mediante rilievi in situ e analisi di laboratorio.

Il volume di sedimenti accumulato è stato stimato confrontando le curve di invaso desunte dal rilievo batimetrico 2009, effettuato dalla ditta URS Italia S.p.A., con quello originario relativo agli atti di collaudo del 1958.

Si citano inoltre i dati ottenuti dai rilievi batimetrici del 1998 e il 2003.

L'attuale volume utile di invaso alla quota di massima regolazione (167,50 m slmm), è pari a circa 2.765.000 m³, quello originario era pari a circa 3.450.000 m³.

La perdita di volume utile dell'invaso è pertanto pari a circa 685.000 m³.

L'attuale volume totale di invaso, alla quota di massima regolazione (167,50 m slmm), è pari a circa 3.223.000 m³. Il volume totale originario era pari a circa 4.900.000 m³.

La perdita di volume totale dell'invaso è pertanto pari a circa 1.677.000 m³.

L'apporto medio annuo di sedimenti è stato quindi stimato dividendo il volume di interrimento presente per l'intervallo di tempo trascorso (51 anni). **L'apporto medio annuo è quindi stimabile in circa 32.900 m³/anno.**

Sulla base dei dati di volume totale di invaso ottenuti dai rilievi batimetrici pregressi si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella.

Anno rilievo	Volume totale d'invaso (m ³)	Variaz. assoluta interrimento (m ³)	Variaz. interrimento rispetto vol. tot. orig. (%)
1958	4.900.000	-	-
1998	3.871.000	1.029.000	21%
2003	2.803.000	1.068.000	22%
2009	3.223.000	-420.000	-9%

Tabella 2.8:1 – Andamento temporale interrimento bacino di Levane

Da questi dati si evince che fino al 2003 si era registrato un interrimento di circa il 43% rispetto al volume totale d'invaso originario, mentre nel periodo 2003-2009 si è registrato un guadagno complessivo di volume totale di circa il 9%, questa riduzione dell'interrimento è probabilmente ascrivibile all'ultimo evento alluvionale del 2005.

2.8.2 CARATTERISTICHE DEI SEDIMENTI – CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA

I sedimenti accumulati nel bacino di Levane sono stati caratterizzati sia dal punto di vista fisico chimico che batteriologico in due periodi diversi:

- nel periodo 2003/2004 è stata eseguita un'indagine di caratterizzazione, condotta da ARPAT e Provincia di Arezzo, col fine di analizzare le carote disponibili in corrispondenza di determinati intervalli stratigrafici
- nel 2011 è stata eseguita un'indagine di aggiornamento della caratterizzazione, condotta dalla ditta URS Italia, volta ad analizzare i nuovi sedimenti accumulati nello strato superficiale del fondo.

I risultati delle indagini ARPAT hanno evidenziato quanto di seguito:

- le stratigrafie relative ai sondaggi disponibili evidenziano una generale diminuzione della granulometria verso l'alto, riscontrando una composizione media con prevalenza di limi e in subordinate sabbia e argilla;
- dall'analisi dei tenori riscontrati per ciascun metallo analizzato, nei vari campioni essi risultano inferiori ai valori fissati per l'uso residenziale dall'allora vigente DM 471/99 (abrogato dal DLgs 152/06) e per l'uso agricolo dal DPGR 14/R/04, ad eccezione che per un numero ridotto di casi dove si riscontrarono dei valori di poco più superiori ai limiti per il Berillio, Cromo e Mercurio;
- dalla determinazione di PCDD e PCDF sono stati ottenuti valori molto bassi, inferiori a 1/10 del limite previsto per l'uso residenziale dall'allora vigente DM 471/99;
- dalla determinazione di PCB emerge che per la maggior parte dei campioni è risultato il superamento del limite per l'uso residenziale previsto dall'allora vigente DM 471/99, mentre risultano inferiori ai limiti per l'uso industriale nonché al limite previsto dal DPGR 14/R/04 per l'uso agricolo;
- dalla ricerca dei pesticidi clorurati elencati nell'allora vigente DM 471/99, sono stati riscontrati per tutti i campioni tenori inferiori al limite di legge;
- dalla ricerca di tutti gli IPA individuati dall'allora vigente DM 471/99, è risultato che i tenori riscontrati sono ampiamente inferiori ai valori limite allora previsti dal DM 471/99 e dal DPGR 14/R/04, sia per i singoli componenti che per le loro sommatorie;

- dalla determinazione degli Idrocarburi è emerso che le concentrazioni riscontrate oscillano fra 120 mg/kg e valori inferiori al limite di rilevabilità (soltanto 2 campioni riscontravano superamenti dei limiti);
- dalla determinazione del tenore di sostanza organica presente nei sedimenti, si sono riscontrati valori tra l'7% e il 1,5% in peso sulla sostanza secca
- dalla determinazione del test di cessione secondo quanto previsto dal DM 05/02/98 è risultato che tutti i campioni sotto esame sono conformi ai limiti previsti dal sopracitato decreto;
- dalla determinazione di concentrazioni di radioattività prodotta dai principali radionuclidi artificiali dispersi dopo l'incidente di Chernobyl si sono riscontrate concentrazioni ^{134}Cs e ^{60}Co inferiori al limite di rilevabilità, mentre si sono riscontrate concentrazioni leggermente superiori di ^{137}Cs a minor profondità
- dalle indagini eco-tossicologiche e microbiologiche (*Daphnia magna* e *Salmonelle*) risulta che i sedimenti non sono eco-tossici e non sono contaminati da *Salmonelle*.

L'aggiornamento della caratterizzazione qualitativa del materiale sedimentato nel bacino effettuata dalla ditta URS Italia S.p.A. si riferisce a sei campioni di sedimento, prelevati nel mese di maggio 2011.

I punti di campionamento sono stati disposti lungo tutto il bacino ed alcuni di essi coincidono con i punti scelti in precedenza per l'indagine ARPAT sopraccitata.

In particolare, i punti LEV3 e LEV4 coincidono con i vecchi punti L4 e L2 rispettivamente.

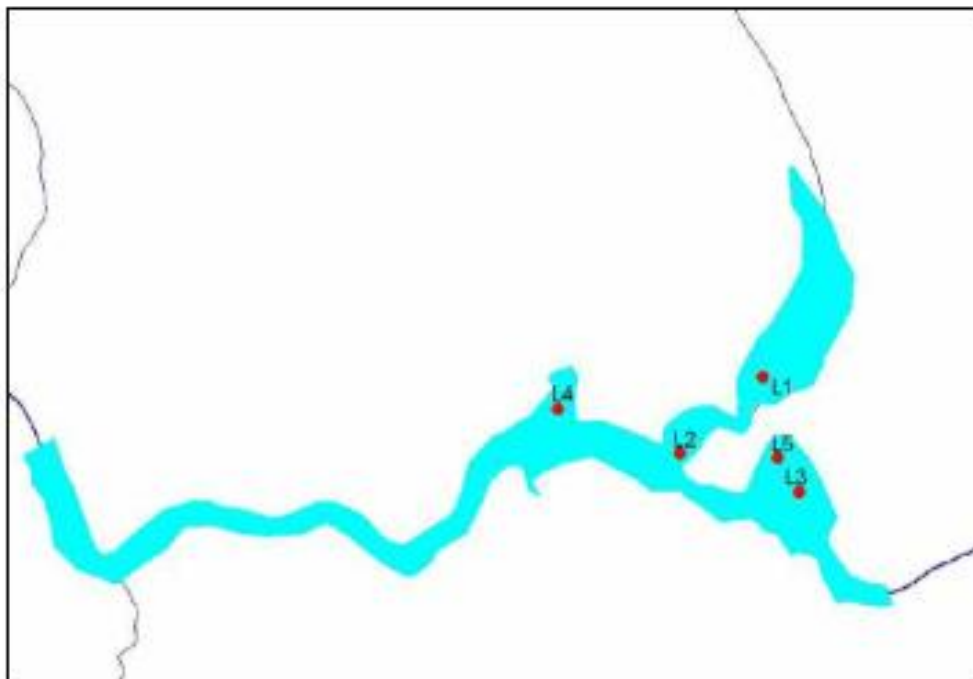


Figura 2.8:1 – Estratto planimetrico punti di campionamento sedimenti ARPAT

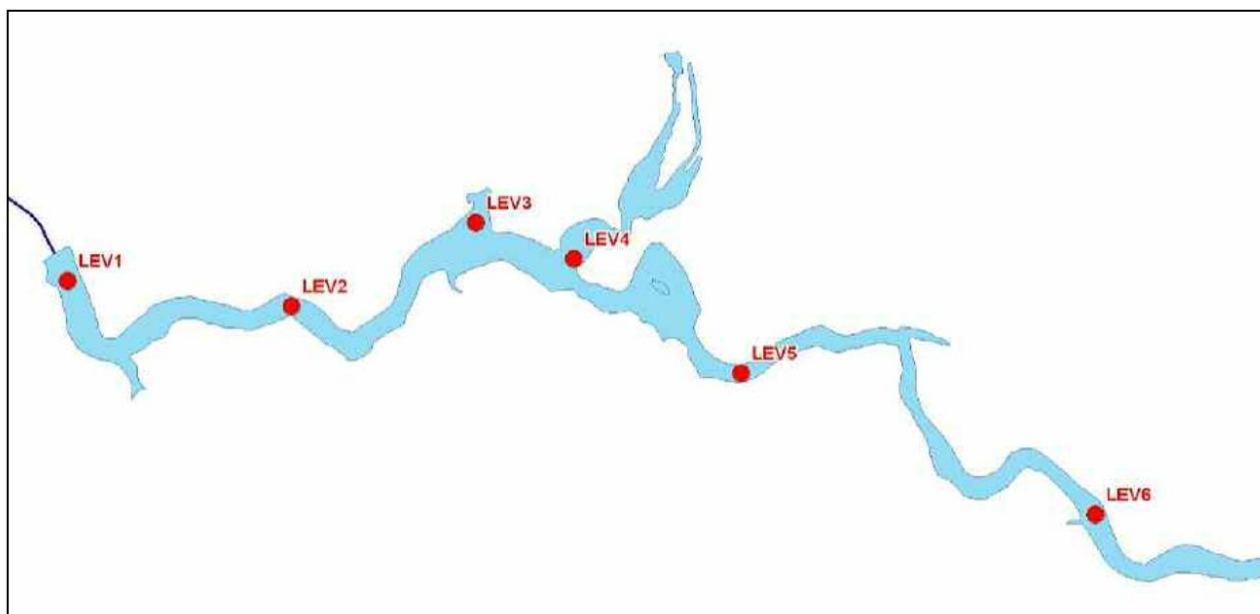


Figura 2.8:2 – Estratto planimetrico punti di campionamento sedimenti URS

2.8.3 MODALITÀ OPERATIVE DI GESTIONE

L'opera in oggetto è ricompresa tra quelle regolamentate dal DM 30/06/04, le modalità operative e i controlli, previsti nel presente documento per la rimozione dei sedimenti, finalizzata al mantenimento del volume di invaso e dell'efficienza delle opere di scarico e presa, sono conformi a quanto previsto nel DM citato per opere di questo tipo.

I decreti di concessione rilasciati a Enel per la derivazione a scopo idroelettrico delle acque invase nel serbatoio hanno scadenza nell'anno 2029.

Allo stato attuale, quindi, la durata residua della concessione risulterebbe pari a circa 20 anni.

A tale riguardo si fa osservare che, in base a quanto previsto dall'art.1 comma 485 della Legge Finanziaria 2006, le scadenze delle concessioni di grandi derivazioni idroelettriche risultano prorogate di 10 anni purché vengano effettuati congrui interventi di ammodernamento degli impianti.

Pertanto, nelle ipotesi di cui sopra, la durata residua della concessione risulta pari a circa 28 anni.

Come evidenziato nel paragrafo 2.8.1, in base agli ultimi rilievi batimetrici, il bacino di Levane allo stato attuale risulta interessato da interrimento (circa 1,67 milioni di m³, quasi tutti interessanti il volume utile di regolazione).

L'attuale interrimento, comunque, non comporta vincoli nei riguardi dell'esercizio del serbatoio.

Considerando il tasso di interrimento medio del serbatoio (circa 32.900 m³/anno) ed il volume utile rilevato nel 2009, è possibile stimare con le dovute approssimazioni una vita residua dell'impianto pari a circa 84 anni.

Gli interventi previsti per la manutenzione del bacino, il mantenimento in efficienza degli organi di presa e scarico e per il mantenimento del volume utile, consisteranno principalmente in periodici svasi accompagnati da fluitazioni controllate del sedimento e da manovre sistematiche da effettuarsi in coda di piena.

Solo in occasione di eventuali fenomeni di piena eccezionale, che dovessero comportare un ulteriore rilevante interrimento del bacino, potranno essere prevedibili anche operazioni di pulizia mediante asportazione meccanica dei sedimenti (scavi e dragaggi).

Questi interventi di rimozione sono di seguito descritti in termini generali in quanto, con debito anticipo rispetto alla loro attuazione, saranno oggetto di un particolareggiato Piano Operativo (stralcio del Progetto di Gestione, come previsto dall'art. 3 comma 1 del DM 30/06/04) che il Gestore inoltrerà alla Provincia per approvazione.

2.8.4 SVASI E FLUITAZIONI CONTROLLATE

2.8.4.1 MODALITÀ DI RIMOZIONE DEL MATERIALE

Le operazioni di svaso con fluitazione controllata del materiale sedimentale prevedono la rimozione del materiale stesso per mezzo dell'azione erosiva delle portate in transito e il rilascio delle stesse a valle, per deflusso attraverso gli scarichi di superficie, in quanto allo stato attuale lo scarico di fondo risulta completamente interrato.

L'operazione sarà coordinata con un'opportuna regolazione del soprastante bacino di La Penna.

2.8.4.2 VOLUME DI MATERIALE CHE SI PREVEDE DI RIMUOVERE

Il volume di materiale che si prevede di rimuovere è valutabile a partire dalla attuale morfologia del fondo, desumibile dal più recente rilievo batimetrico che sarà disponibile quando sarà redatto il Piano Operativo.

2.8.4.3 CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEL MATERIALE SOLIDO DA RIMUOVERE

Le caratterizzazioni disponibili ad oggi sono descritte nel precedente 2.8.2. Eventuali aggiornamenti saranno inclusi nel Piano Operativo.

2.8.4.4 MODALITÀ DI DISLOCAZIONE DEL MATERIALE RIMOSSO

Il materiale rimosso sarà veicolato a valle nel corso del fiume Arno mediante lo scarico di una portata torbida, a fase mista acqua/sedimento, attraverso gli scarichi di superficie.

2.8.4.5 SICUREZZA IDRAULICA DELLE AREE DI DISLOCAZIONE DEL MATERIALE

Il materiale rimosso sarà veicolato a valle come portata torbida (fase mista liquido/solido). Le basse concentrazioni di solidi sospesi, garantite dal monitoraggio per il rispetto dei limiti di seguito descritti,

fanno prevedere che, nel tratto di valle del fiume Arno, non si verificheranno accumuli significativi di materiale sedimentale che possano in qualche modo compromettere la funzionalità idraulica del fiume stesso. Eventuali piccoli accumuli residui che dovessero essere ancora presenti in alveo al termine delle operazioni, saranno rimossi dopo il reinvaso mediante lavaggi, realizzati mediante cacciate di acqua chiara.

2.8.4.6 FATTIBILITÀ

Questa tipologia di intervento, non implicando l'allestimenti di cantieri, l'occupazione di aree e l'utilizzo di macchine e attrezzature, non richiede uno studio di fattibilità.

2.8.4.7 LIVELLI E PERSISTENZA DELLE CONCENTRAZIONI

In assenza di specifiche indicazioni emesse dalla Regione Toscana nel Piano Regionale di Tutela delle Acque attualmente vigente (approvato mediante la DCR n. 6 del 25/01/05), ferma restando la necessità di evitare danni irreversibili al corpo idrico ricettore come sancito dal DM 30/06/04, le operazioni di fluitazione saranno progettate e gestite in modo da minimizzare il disturbo sui corpi idrici ricettori, prevedranno adeguati monitoraggi di seguito descritti, ma implicheranno sempre un inevitabile disturbo residuo, di carattere temporaneo e reversibile.

Di seguito si propone uno schema di limiti e persistenze nei ricettori da utilizzare per operazioni in oggetto, che implicano il rilascio a valle di sedimenti.

- Limiti massimi di concentrazione di solidi in sospensione
 - valore picco orario: 10 % (volume/volume)
 - valore medio giornaliero 1,5 % (volume/volume)
 - valore medio relativo all'intera operazione 1 % (volume/volume)
- Limiti di concentrazione di ossigeno disciolto
 - normalmente superiori a: 40 % saturazione (circa 4 mg/l)
 - ammissibili, per periodi inferiori all'ora, riduzioni sino a: 20 % saturazione (circa 2 mg/l).

Le operazioni saranno condotte in modo da garantire il rispetto dei limiti sopra riportati, agendo con opportune regolazioni degli organi di scarico e modulandole nel tempo.

Solo nelle primissime fasi di ciascuna operazione di fluitazione si prevedono brevi inevitabili picchi di torbidità superiori ai limiti, causati dal disintasamento degli organi di scarico.

2.8.4.8 PROGRAMMA OPERATIVO

Il programma delle operazioni sarà definito nel dettaglio nel Piano Operativo di Svaso sopra menzionato.

2.8.4.9 VOLUMI DI ACQUA DA SCARICARE

Le attività saranno modulate in modo da garantire il rispetto dei limiti di concentrazione sopra riportati, il volume d'acqua da scaricare sarà pertanto all'incirca pari a 100 volte il volume di sedimenti rimossi.

2.8.4.10 MONITORAGGIO

Come definito al precedente 2.8.4.7, il monitoraggio, da effettuare in tempo reale durante le operazioni di rimozione di sedimenti, interesserà i parametri solidi sospesi e ossigeno disciolto e si riferirà ai limiti riportati al 2.8.4.7 stesso.

La stazione di misura sarà posizionata, sul fiume Arno, circa 2 km a valle della diga e a monte dell'abitato di Montevarchi (in verde nella figura sottostante), in corrispondenza del punto di monitoraggio denominato "LE2" utilizzato nella "Caratterizzazione ambientale del bacino di Levane".

Il rilievo del parametro solidi sospesi sarà effettuato inizialmente mediante misure di deposizione con coni di Imhoff (assumendo che i solidi sospesi coincidano con i sedimentabili).

Questo tipo di strumento, accurato ma di semplice utilizzo anche in campo, fornisce direttamente una misura espressa come % volume su volume.

Sfortunatamente però, il tempo necessario alla misurazione è di alcune ore e pertanto lo strumento non si presta a misure rapide, né tanto meno prevede la possibilità di misure in continuo o con registrazione automatica.

Per questa ragione, superata la fase iniziale, le misure di solidi sospesi saranno sostituite da misure di torbidità, effettuate con torbidimetro portatile o sonda multiparametrica, che consente misure rapide o addirittura in continuo e in automatico.

I dati di torbidità saranno convertiti in dati di solidi sedimentabili attraverso una semplice relazione di regressione lineare, valutata sulla base delle misurazioni stesse ottenute in parallelo dalle due tipologie di strumento.

Tale regressione è generalmente stabile a meno di forti disomogeneità del sedimento.

Il personale addetto al monitoraggio verificherà pertanto a campione la corretta corrispondenza tra il dato di solidi sedimentabili stimato dalle letture torbidimetriche e quello direttamente misurato mediante cono di Imhoff.

Qualora la relazione mostri segni di cambiamento, le letture strumentali ottenute saranno utilizzate per adattare la relazione di regressione.

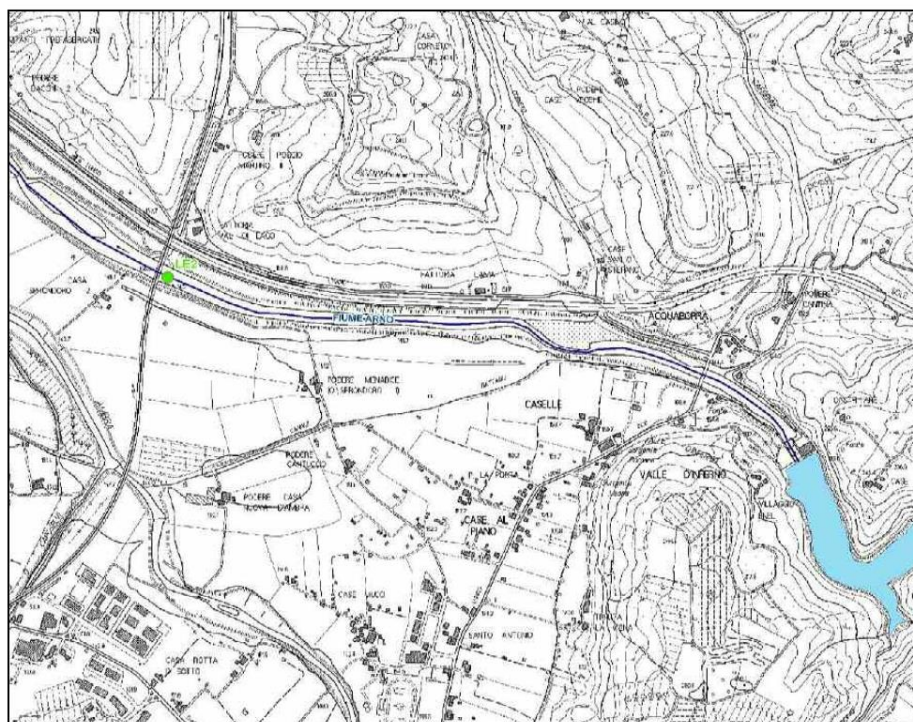


Figura 2.8:3 – Estratto planimetrico – Piano Gestione punto monitoraggio fluitazioni controllate

Il monitoraggio dell'ossigeno disciolto sarà invece effettuato mediante ossimetro portatile o sonda multiparametrica, strumenti che consentono sempre misure rapide o addirittura in continuo e in automatico.

Il monitoraggio sarà attivato un'ora prima dell'inizio delle operazioni di svaso e sarà mantenuto attivo fino a 6 ore dopo il termine delle operazioni.

Le operazioni, e di conseguenza il monitoraggio, sarà attivo solamente durante il periodo diurno.

È inoltre previsto il monitoraggio delle comunità macrobentoniche (ad es. calcolo dell'Indice Biotico Esteso - IBE) da effettuarsi secondo il seguente schema:

- Primo campionamento: i primi campioni serviranno per definire lo stato di fatto della componente oggetto di indagine prima di ciascuna fluitazione, come riferimento per le comparazioni successive
- Secondo campionamento: a 2 settimane dal termine dello svaso, per valutarne gli effetti
- Terzo campionamento: circa sei mesi dopo il secondo, per valutare l'evoluzione e la capacità di recupero delle comunità di macroinvertebrati, al fine di verificare la reversibilità degli effetti indotti.

2.8.4.11 EFFETTI POTENZIALI, MITIGAZIONI E AZIONI PER NON PREGIUDICARE GLI USI A VALLE INVASO E PER PRESERVARE GLI HABITAT

Le operazioni saranno condotte nel rispetto dei limiti richiamati al 2.8.4.7.

Ciò nonostante, non si può comunque escludere un effetto di disturbo di carattere temporaneo e reversibile sulla qualità dell'ambiente fluviale del fiume Arno, nel tratto a valle della diga.

L'esperienza sinora acquisita nelle operazioni di sfangamento mediante fluitazione controllata, consente di raggiungere buoni risultati, per quanto riguarda l'impatto ambientale a valle, limitando la durata delle operazioni oppure contenendo i valori di torbidità e alternando periodi di fluitazione a rilasci di acque pulite.

La modalità prevista per le operazioni di svaso del bacino di Levane, consentiranno il raggiungimento degli scopi prefissati con un contenuto impatto ambientale temporaneo e reversibile a valle, come espressamente richiesto dall'art. 8 del DM 30/06/04.

Per verificare l'effettiva temporaneità e reversibilità del disturbo e controllare il recupero della piena funzionalità del torrente dopo ciascuna fluitazione, è previsto un monitoraggio delle comunità macrobentoniche (es. indice IBE), e come sarà descritto nel dettaglio nel Piano Operativo di svaso.

Le misure di mitigazione saranno descritte nel dettaglio Piano Operativo di svaso, preliminarmente si possono ipotizzare le seguenti misure:

- si potrà realizzare un "pre-allertamento" delle popolazioni ittiche dell'emissario, che potranno così trovare rifugio più a valle o risalendo negli effluenti laterali, mediante modulazione delle portate rilasciate durante le fasi iniziali delle operazioni, con acque ancora limpide
- si potranno eventualmente mitigare gli effetti dello svaso con modesti sbarramenti a valle dell'invaso (briglie temporanee), utili per una parziale decantazione delle acque svasate e per un eventuale recupero dell'ittiofauna residua

- al termine delle operazioni si potrà effettuare un lavaggio dell'alveo mediante cacciate di acqua pulita, finalizzata all'asportazione dei residui di sedimento accumulati lungo il corso d'acqua, in modo da garantire una più rapida ri-colonizzazione da parte del benthos, componente cruciale alla base dell'ecosistema. Eventuali significativi accumuli di sedimento presenti lungo il corso d'acqua a valle dell'invaso potranno essere rimossi con modalità concordate con ARPAT

2.8.5 ASPORTAZIONE MECCANICA DEI SEDIMENTI

Le operazioni di asportazione meccanica di sedimenti dal bacino sono finalizzate alla rimozione del materiale depositato nell'invaso e al suo smaltimento o riutilizzo altrove.

Questo intervento è ipotizzabile solo nel caso in cui il materiale sedimentale dovesse risultare particolarmente abbondante a seguito di eventi alluvionali straordinari e non risultasse praticabile un'operazione di fluitazione controllata.

2.8.5.1 MODALITÀ DI RIMOZIONE DEL MATERIALE

Le attività potranno aver luogo in condizioni di invaso pieno o parzialmente vuoto, con o senza rilascio di sedimenti a valle, lungo il fiume Arno.

La rimozione meccanica a bacino pieno prevede in genere l'impiego di benne meccaniche o draghe (utilizzabili da pontoni galleggianti a bacino pieno) oppure, a bacino anche parzialmente vuoto, l'impiego di macchine da movimento terra di uso comune come escavatori, pale meccaniche, bulldozer, ecc.

Il sedimento estratto potrà essere scaricato a valle della diga unitamente a un opportuno rilascio, oppure accumulato in un'area di lavoro in sponda bacino per essere eventualmente pretrattato e/o vagliato e in seguito avviato a usi diversi.

In quest'ultimo caso il materiale sarà successivamente allontanato mediante idonei mezzi di trasporto.

Nel caso di accumulo temporaneo del materiale in sponda bacino l'asportazione meccanica dei sedimenti potrà prevedere il rilascio a valle di una portata di acqua torbida di entità modesta o nulla.

Al contrario sarà possibile un rilascio torbido a valle di entità maggiore nel caso di scarico diretto correlato a dragaggio/sorbonatura, senza accumulo di materiale.

In aggiunta alla presente schematica trattazione, le operazioni saranno descritte dettagliatamente in un apposito Piano Operativo, redatto a cura del Gestore e inoltrata alla Provincia per approvazione con debito anticipo rispetto alle operazioni.

2.8.5.2 VOLUME DI MATERIALE SOLIDO CHE SI PREVEDE DI RIMUOVERE

L'asportazione di sedimenti dall'invaso sarà dettagliata in un apposito Piano Operativo.

2.8.5.3 CARATTERISTICHE QUALITATIVE DEI SEDIMENTI

Per quanto riguarda la caratterizzazione qualitativa del materiale solido da rimuovere, in prima istanza si può fare riferimento a quanto indicato nel precedente 2.8.2, salvo eventuali aggiornamenti che saranno effettuati dal Gestore prima delle operazioni di rimozione e saranno incluse nel Piano Operativo.

2.8.5.4 MODALITÀ DI DISLOCAZIONE O SMALTIMENTO

In base alle analisi eseguite sui sedimenti prelevati dal bacino nel mese di maggio 2011 è emerso che i sedimenti, qualora dovessero essere smaltiti come rifiuti, possono essere considerati “non pericolosi” e “inerti”. Si segnala sin d’ora però che, dati i volumi in gioco e la qualità del materiale sedimentale, sarebbe senz’altro preferibile non riferirsi alla disciplina dei rifiuti e ai conseguenti scenari di smaltimento, ma studiare, in accordo con le Autorità, scenari di riutilizzo e valorizzazione alternativi. Una volta aggiornate, tramite nuove attività di caratterizzazione dei sedimenti, le caratteristiche qualitative dei sedimenti per l’intero bacino, saranno valutate le possibilità di smaltimento finale, che saranno dettagliate nel Piano Operativo.

2.8.5.5 SICUREZZA IDRAULICA DELLE AREE DI DISLOCAZIONE DEL MATERIALE

La sicurezza idraulica delle eventuali aree di lavoro e deposito temporaneo del materiale sarà analizzata nel Piano Operativo.

2.8.5.6 FATTIBILITÀ

Le modalità di rimozione, dislocazione e smaltimento finale del materiale saranno sostanziate dal punto di vista della loro fattibilità tecnica e normativa nel Piano Operativo, che includerà il progetto dell’intervento.

La fattibilità tecnica dell’intervento sarà valutata sulla base dello stato dei luoghi (accessibilità, disponibilità aree di lavoro e loro caratteristiche, etc.) e delle caratteristiche delle macchine da utilizzare.

La verifica normativa sarà effettuata in relazione a:

- insussistenza di vincoli e limitazioni sulle aree di lavoro. Al momento, stanti gli strumenti di pianificazione territoriale vigenti (PS di Montevarchi, PS di Terranuova Bracciolini, PS di Pergine Valdarno, perimetrazione SIC/ZPS e Carta dei Parchi e delle Aree Protette della Provincia di Arezzo¹⁵) sussistono alcune limitazioni legate al pregio ambientale dell’area. Sarà pertanto necessario acquisire il benestare delle Autorità competenti per effettuare le operazioni di rimozione e permessi di occupazione temporanea di aree pubbliche
- applicabilità dello smaltimento finale alla luce della caratterizzazione, di cui al capitolo precedente, secondo il seguente schema.

Smaltimenti finali	Normativa da rispettare	Note
a. Recupero e vendita/cessione del sedimento come materiale da costruzione	Disciplinare di estrazione	Necessario accordo con il Demanio sul titolo di proprietà del materiale estratto
b. Recupero semplificato di rifiuto per reinterri, sottofondi stradali, etc	DM 05.02.98	Non applicabile stante la caratterizzazione attuale, da rivalutare in base all’aggiornamento della caratterizzazione che sarà inclusa nel Piano Operativo

c. Smaltimento in discarica per inerti, pericolosi, non pericolosi	DM 03.08.05 Tab. 2 e 3 DM 02.05.06 All. A comma 3	Applicabile il conferimento in discarica per inerti o rifiuti non pericolosi, stante la caratterizzazione attuale, da rivalutare in base all'aggiornamento della caratterizzazione che sarà inclusa nel Piano Operativo
d. Scarico a valle come portata torbida	DLgs 152/06 Tab. 3 All. 5	Applicabile in caso di dragaggio/sorbo natura senza accumulo di materiale, con veicolazione diretta a valle come portata torbida In caso di dragaggio si tratterà, eventualmente, delle sole frazioni fini scaricate dai pre-trattamenti In caso di sorbonatura per pulizia degli scarichi, si tratterà dell'intera portata torbida movimentata In entrambi i casi la portata torbida scaricata a valle sarà di piccola entità e adeguatamente diluita dal rilascio di DMV

2.8.5.7 LIVELLI E PERSISTENZA DELLE CONCENTRAZIONI

Applicabile solo in cui si preveda il rilascio a valle di una portata torbida. In tal caso si veda 2.8.4.7

2.8.5.8 PROGRAMMA OPERATIVO

I Programma Operativo delle operazioni saranno dettagliati nel Piano Operativo.

2.8.5.9 VOLUMI DI ACQUA DA SCARICARE

I diversi scenari di rimozione (a bacino pieno o parzialmente vuoto) possono implicare o meno la necessità di scaricare a valle portate liquide. In tal caso i volumi saranno definiti nel Piano Operativo.

2.8.5.10 MONITORAGGIO

Applicabile solo in cui si prevedano potenziali effetti legati al rilascio a valle di una portata torbida. In tal caso le attività di monitoraggio saranno definite nel Piano Operativo.

2.8.5.11 EFFETTI POTENZIALI, MITIGAZIONI E AZIONI PER NON PREGIUDICARE GLI USI A VALLE INVASO E PER PRESERVARE GLI HABITAT

Applicabile solo in cui si preveda il rilascio a valle di una portata torbida. In tal caso il rilascio di portata solida sarà comunque contenuto. In linea generale non si rendono necessarie azioni di mitigazione. Qualora si rendessero necessarie, tali misure saranno definite nel Piano Operativo.

2.9 ASPETTI IDROLOGICI ED IDRAULICI LOCALI DEL SOPRALZO

Relativamente alle verifiche del Progetto di Sopralzo in termini Idrologici ed Idraulici si rimanda agli specifici paragrafi dell'elaborato progettuale GRE.OEM.R.90.IT.H.49017.09.013.00 Relazione Tecnica Generale sugli interventi.

Si evidenzia che sono stati eseguiti specifici e dettagliati studi ed analisi, per cui in termini Idrologici l'idrogramma preso a riferimento per le analisi idrauliche di progetto è quello rivalutato dall'Ufficio idraulica – Div. 7 della Direzione Generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche e contenuto nella relazione istruttoria relativa al rapporto Enel trasmessa al concessionario dalla Div. 5 – Coordinamento controllo dighe in esercizio, con lettera Prot. 0025820 del 23/12/2014.

Tale idrogramma è stato calcolato alla sezione della diga di Levane mediante modellazione afflussi/deflussi, applicando il metodo dell'indice F ed il metodo delle isocorrive, rispettivamente come modello di rifiuto del terreno e modello di propagazione, utilizzando le curve di possibilità pluviometrica ed i parametri già valutati nell'analisi idrologica effettuata per la diga di La Penna, ubicata circa 10 km a monte della diga di Levane.

Esso presenta una portata al colmo di 3283 m³/s ed un volume di circa 177.28 Mm³ sulle 48 ore

Nel rapporto "Valutazione degli effetti del sopralzo della diga di Levane sulla piana di Laterina", redatto dall'Università di Firenze nel 2018, è stato infatti analizzato per altro scopo, mediante modellazione idraulica bidimensionale, il transito della piena di progetto nel tratto di fiume Arno tra le dighe di La Penna e Levane, stimando che, nel tratto tra quest'ultima e ponte Romito, a causa delle esondazioni, si arrivi ad invasare un volume di circa 17.1 Mm³.

Dal punto di vista Idraulico, Si è proceduto a verificare il comportamento dell'invaso nei confronti dell'idrogramma di progetto ($Q_{colmo} = 3283 \text{ m}^3/\text{s}$), valutato dall'Ufficio Idraulica della DGD, mediante laminazione eseguita con applicazione dell'equazione di bilancio del serbatoio.

- La curva di vaso è stata definita mediante elaborazioni GIS a partire di dati disponibili: Batimetria dell'invaso commissionata da Enel alla società URS (2009) (sotto quota 167.00 m s.l.m.);
- DTM con lato cella 1 m (2010), reperito nel SITA (Sistema Informativo Territoriale e Ambientale) della Regione Toscana - Direzione Urbanistica e Politiche Abitative ("Fonte dei dati: Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare – "Rilievi Lidar") (sopra quota 167.00 m s.l.m.).

Tali fonti sono state preferite, dopo attenta analisi, ad altre più recenti (1), in quanto tra loro compatibili e prive di incongruenze altimetriche significative nella zona di interesse.

Nella valutazione della curva di vaso si è tenuto inoltre conto di quanto si rileva in [30] come prescrizione della DGD: *"... lo studio trasmesso individua nella sezione di Ponte Romito la disconnessione idraulica tra il profilo di rigurgito conseguente alla diga di Levane e quello del fiume Arno; la sezione di controllo mantiene la sua significatività anche fino a valori di portata estremi (T=1000 anni). Gli effetti del progettato incremento della quota di massimo vaso per la diga di Levane sono da considerarsi, ai fine dell'aggiornamento del progetto in oggetto, fino alla predetta sezione di disconnessione ..."*, limitando perciò il calcolo dei volumi di vaso a tale sezione.

Il valore di portata al colmo valutato che permette il rispetto del franco residuo in caso di malfunzionamento degli scarichi risulta in linea con la stima della portata al colmo millenaria in ingresso al serbatoio di Levane di 3025 m³/s contenuta nell'aggiornamento dell'analisi idrologica degli invasi di Levane e La Penna effettuata dall'Università degli Studi di Firenze; peraltro quest'ultima stima è già di per sé conservativa non essendo depurata dall'importante effetto laminativo indotto dalla Piana di Laterina in concomitanza agli eventi estremi.

Si può pertanto ritenere che la verifica richiesta dalla norma possa essere considerata soddisfatta.

2.10 ANALISI IDROLOGICA ED IDRAULICA DEGLI EFFETTI DEL SOPRALZO - LAMINAZIONE

2.10.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO ED ANALISI IDROLOGICA ED IDRAULICA

Nel presente paragrafo sono esaminati gli aspetti di natura idraulica del progetto di sopralzo della diga di Levane, che persegue l'obiettivo di conferire all'invaso una capacità di laminazione delle piene e di migliorare la sicurezza idraulica della diga stessa secondo il D.M. 26/06/2014.

In estrema sintesi, gli interventi di progetto prevedono le seguenti modifiche allo sbarramento:

- sopralzo di 5,0 m della quota di coronamento da 169,0 m s.l.m. a 174,0 m s.l.m.;
- sostituzione degli organi di intercettazione dello scarico di superficie;
- sopralzo dei muri d'ala dello scivolo e della vasca di dissipazione a valle della soglia di sfioro dello scarico di superficie.

In particolare, non è prevista alcuna modifica geometrica o funzionale delle luci dello scarico di superficie e delle relative paratoie, ma è prevista la sola sostituzione delle paratoie e degli organi di comando e movimentazione.

Lo scarico di superficie, posizionato approssimativamente nella parte centrale dello sbarramento, è composto da n. 2 luci presidiate da altrettante paratoie piane in acciaio ad elementi sovrapposti aventi ciascuna una larghezza netta di 12,0 m e un'altezza complessiva di 14,5 m.

Ogni paratoia a presidio della rispettiva luce è composta da n. 2 elementi parzialmente sovrapponibili con movimentazione indipendente su ruote.

I due elementi che compongono ciascuna paratoia hanno una larghezza di 12,0 m, un'altezza di circa 8,84 m per l'elemento inferiore e di circa 6,25 m per l'elemento superiore.

La sovrapposizione tra i due elementi è di circa 70 cm, necessaria per garantire la dovuta continuità idraulica e strutturale tra gli elementi. La massima apertura delle paratoie, con il sollevamento di entrambi gli elementi, è pari a 11,83 m.

Allo stato attuale la quota di massima regolazione e di massimo invaso coincidono e sono pari a 167,5 m s.l.m.

Nello stato di progetto la quota di massima regolazione rimane a 167,5 m s.l.m., mentre quella di massimo invaso assume il valore di 172,0 m s.l.m..

Nei paragrafi seguenti sono analizzate le interazioni tra l'intervento di rialzamento della diga di Levane ed il territorio a valle e a monte della stessa con particolare riferimento ai seguenti aspetti:

- a) valutazione dei benefici indotti dal sopralzo della diga sia in termini di riduzione dei colmi di piena in arrivo a Firenze sia in termini di riduzione dei volumi esondati nella piana fiorentina
- b) valutazione della capacità di laminazione tenendo conto dello stato di attuazione degli interventi strutturali previsti nel «*Piano stralcio Rischio Idraulico del bacino del fiume Arno*» (PSRI), approvato con D.P.C.M. 05/11/1999, e delle misure di regolazione dei deflussi idrici individuate nel «*Piano di Gestione del rischio di Alluvioni 2021-2027*» (PGRA), adottato con delibera n. 26 del 20/12/2021 (G.U.R.I. n. 2 del 04/01/2022);
- c) valutazione delle variazioni di vulnerabilità dei territori a monte della diga di Levane in seguito alla attuazione dell'intervento di sopralzo;
- d) valutazione delle interazioni tra la nuova quota di massimo invaso e gli interventi di riduzione del rischio idraulico previsti nella piana di Laterina e Pergine Valdarno.

Lo studio idrologico ed idraulico risulta articolato nelle seguenti fasi fondamentali:

- FASE 1 – definizione del quadro conoscitivo: in tale fase sono acquisiti ed esaminati gli studi, i progetti, la documentazione ed i dati disponibili riguardanti il corso d'acqua considerato;
- FASE 2 – analisi idrologica: l'analisi idrologica è finalizzata all'individuazione degli idrogrammi di piena da utilizzare nella successiva analisi idraulica con riferimento ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni e le durate di 12, 18 e 24 ore. Tali idrogrammi sono acquisiti da studi disponibili nei tratti oggetto di analisi;
- FASE 3 – analisi idraulica: il fenomeno della propagazione degli eventi di piena lungo il corso d'acqua è simulato attraverso differenti modelli idraulici definiti in funzione degli obiettivi di indagine e dell'area di studio. I modelli utilizzati derivano da quelli messi a punto nell'ambito degli studi di aggiornamento delle mappe di pericolosità del PGRA o della progettazione del
- FASE 4 – verifica dell'intervento di sopralzo: sulla base dei risultati delle analisi idrauliche dello stato attuale e di progetto sono valutati i benefici del sopralzo attesi Firenze e nella piana fiorentina, nonché gli effetti che la nuova quota di massimo invaso determina a monte dello sbarramento e nella piana di Laterina.

Relativamente agli aspetti del Quadro conoscitivo idrologico ed idraulico si rimanda all'elaborato SIA_02 di dettaglio

2.10.2 INCREMENTO DELLA SICUREZZA IDRAULICA DELLA DIGA

L'intervento in oggetto si inquadra come un intervento miglioramento della sicurezza idraulica dell'opera stessa, mediante l'adeguamento della capacità degli scarichi al valore della portata al colmo associata all'evento con tempo di ritorno di 1000 anni.

Infatti, con nota prot. n. 25820 del 23/12/2014, la Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche aveva evidenziato che lo sbarramento allo stato attuale non è in grado di esitare in sicurezza, secondo il D.M. 2014, le portate estreme con tempi di ritorno di 500 e 1000 anni, così come riportato nell'istruttoria della Divisione 5 (rif. prot. n. 17788 del 02/08/2017): «*Deve inoltre rivelarsi che nell'ambito dell'attività di riqualificazione della sicurezza delle dighe esistenti la Direzione generale per le dighe e gli impianti idrici ed elettrici con lettera del 23/12/2014, n. 25820, ha chiesto al concessionario*

dell'opera di realizzare degli interventi di miglioramento della sicurezza idraulica della diga e ciò in quanto l'opera risulta dimensionata per una portata al colmo con tempo di ritorno di circa 500 anni. Quindi l'intervento in progetto non consegue solo l'obiettivo di avere una capacità di laminazione disponibile per i territori di valle, ma anche di migliorare la sicurezza dell'impianto nel suo complesso».

Quindi, i lavori oggetto di progettazione sono conseguenza della accertata condizione di mancata sicurezza idraulica prevista dall'attuale normativa tecnica in vigore costituita dal D.M. del 26/06/2014.

La soluzione progettuale prevede di smaltire la piena di progetto millenaria utilizzando solamente gli scarichi di superficie.

Si ricorda che l'idrogramma preso a riferimento per le analisi idrauliche del franco di sicurezza della diga corrisponde a quello della piena millenaria stimato dall'Ufficio idraulica e Geologia Applicata, Divisione 7, Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche.

Tale idrogramma, contenuto nella relazione istruttoria del 2014 (nota succitata), è caratterizzato da un colmo di 3283 m³/s ed un volume di circa 177,28 Mm³ sulle 48 ore. Mediante un'apertura graduale delle paratoie dello scarico di superficie seguendo l'onda crescente della piena fino al valore massimo di 11,83 m, il livello massimo raggiunto nell'invaso nello stato di progetto risulta essere pari a 171,52 m s.l.m. e, quindi, inferiore a quello di massimo vaso di progetto pari a 172,0 m s.l.m..

In conclusione, la verifica del franco secondo il D.M. 2014 risulta soddisfatta, in quanto il franco netto rispetto al coronamento di progetto (174,0 m s.l.m.) risulta essere pari a 2,177 m e, pertanto, maggiore del franco minimo richiesto dalla normativa pari a 1,303 m, determinato incrementando il franco netto legato alla tipologia dello sbarramento dei contributi dell'onda generata dal vento e dei fenomeni generati dall'interazione tra moto ondoso e diga.

Inoltre, nel caso di soglie presidiate con paratoie, il D.M. 2014 richiede che il franco netto non si riduca più di 1/3 di quello minimo da normativa nell'ipotesi del mancato funzionamento di almeno il 20% delle paratoie nel caso di dighe in calcestruzzo.

Tale verifica è svolta valutando la laminazione dell'idrogramma della piena millenaria di progetto che permetta il mantenimento di un franco netto residuo non inferiore a 1/3 di quello da normativa.

Da tale simulazione emerge che l'idrogramma che soddisfa la verifica del mancato funzionamento del 20% delle paratoie è quello ottenuto scalando l'idrogramma della millenaria del 92,4%, con una portata al colmo di 3033 m³/s e un volume sulle 48 ore di circa 164 Mm³.

Tale verifica è ritenuta dalla Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche soddisfatta e congruente con quanto richiesto dal D.M. 2014, dal momento che le ipotesi alla base del calcolo sono cautelative e la portata che verifica la condizione in esame di poco inferiore a quella assegnata.

Infine, si riporta di seguito quanto emerso dalle prove su modello fisico:

- 2583 m³/s è la portata esitata dagli scarichi di superficie con la massima apertura delle paratoie (11,83 m) ed il livello nell'invaso alla quota di massima regolazione di 167,5 m s.l.m.;
- 169,9 m s.l.m. è il livello che si instaura nell'invaso al passaggio dagli scarichi di superficie con la massima apertura delle paratoie (11,83 m) del colmo di piena con tempo di ritorno di 500 anni (2964 m³/s);

- 172,2 m s.l.m. è il livello che si instaura nell'invaso al passaggio dagli scarichi di superficie con la massima apertura delle paratoie (11,83 m) del colmo di piena con tempo di ritorno di 1000 anni (3283 m³/s), superiore di 20 cm rispetto a quella di massimo invaso;
- 3235 m³/s è la massima portata esitata dagli scarichi di superficie con la massima apertura delle paratoie (11,83 m) ed il livello nell'invaso alla quota di massimo invaso di 172,0 m s.l.m.;
- per esitare la portata di 3283 m³/s dagli scarichi di superficie mantenendo il livello nell'invaso alla quota di massimo invaso di 172,0 m s.l.m. occorrerebbe alzare le paratoie fino ad un'altezza di 12,0 m, 17 cm in più dell'attuale altezza massima. In tal caso il livello nell'invaso si attesta a 171,9 m s.l.m..

In particolare, si evidenzia che l'efficacia della funzionalità di laminazione dell'intervento di sopralzo è legato anche alle modalità di gestione delle paratoie della Diga di Levane e alla verifica rispetto a procedure programmate di regolazione di un'altra serie di interventi strutturali legati alla mitigazione del rischio idraulico.

Nell'elaborato di Contributo idrologico ed idraulico, sono riportate e valutate in dettaglio le possibili modalità di gestione delle paratoie della diga di Levane al fine di ottimizzare i maggiori volumi di invaso, determinati dal sopralzo della diga, per la laminazione degli idrogrammi di piena e la mitigazione del rischio idraulico nei territori di valle.

La valutazione dell'efficacia delle suddette modalità di regolazione è condotta considerando gli idrogrammi di piena stimati per i tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni e le durate di 12, 18 e 24 ore per il fiume Arno e i principali affluenti (§1.1.3) forniti dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Il sopralzo della diga di Levane è inserito tra gli interventi strutturali previsti nella fase I del PSRI (D.P.C.M. 05/11/1999) e tra le misure di regolazione dei deflussi idrici individuate con priorità di attuazione "very high" nel PGRA (delibera n. 26 del 20/12/2021, G.U.R.I. n. 2 del 04/01/2022).

Tale intervento è ricompreso, inoltre, tra le opere idrauliche prioritarie per il conseguimento di uno degli obiettivi specifici della UoM Arno (ITN002), finalizzato alla mitigazione del rischio idraulico nel centro storico di Firenze e, in generale, nella piana fiorentina, ovvero in quella porzione di territorio lungo il corso del fiume Arno compresa tra le confluenze del fiume Sieve e del torrente Ombrone Pistoiese, ove sono maggiori le criticità sia in termini di pericolosità, perché interessate da eventi di piena ad elevata probabilità di accadimento, sia in termini di rischio, perché caratterizzate da una forte urbanizzazione con importanti e diversificati insediamenti abitativi e produttivi, oltreché infrastrutture strategiche di interesse nazionale.

Allo stato attuale, per il raggiungimento del suddetto obiettivo, oltre al sopralzo della diga di Levane, è prevista l'attuazione delle seguenti misure di regolazione dei deflussi idrici con livello di priorità da PGRA "very high":

- cassa di espansione di Pizziconi nel Comune di Figline e Incisa Valdarno (~124 ha);
- cassa di espansione di Resone nel Comune di Figline e Incisa Valdarno (~110 ha);
- cassa di espansione di Prulli nel Comune di Figline e Incisa Valdarno (~134 ha);
- cassa di espansione di Leccio in parte nel Comune di Reggello e in parte nel Comune di Figline e Incisa Valdarno (~169 ha).

Il suddetto sistema di casse di espansione, attraverso l'azionamento di paratoie mobili, consente di gestire l'invaso di 25-30 Mm³.

Nel corso della progettazione definitiva, il massimo volume invasato per le alluvioni frequenti è stimato in circa 14 Mm³, mentre circa 26 Mm³ è quello massimo invasato per le alluvioni poco frequenti.

Oltre ai suddetti interventi, per la regimazione dei deflussi del sistema idrografico dei fiumi Arno e Sieve, riveste particolare importanza l'invaso di Bilancino, realizzato a fine anni '90 sul corso del fiume Sieve nel Comune di Barberino del Mugello, avente una capacità complessiva di 84 Mm³, di cui 69 Mm³ di ritenuta con funzione di riserva idrica per uso potabile (62.5 Mm³ per la regolazione e 6.5 Mm³ al di sotto del minimo vaso di esercizio a 234.5 m s.l.m.) e 15 Mm³ destinati alla laminazione delle piene (compresi fra la quota di massima regolazione di 252.0 m s.l.m. e quella di massimo vaso di 254.5 m s.l.m.)

In sintesi, l'intervento di sopralzo della diga di Levane costituisce un elemento di un più ampio sistema di laminazione, la cui efficacia, in termini di laminazione delle piene del fiume Arno in arrivo alla piana fiorentina, deve essere inquadrata e progettata nell'ambito della capacità complessiva di laminazione dell'intero sistema.

2.10.3 ANALISI DELLA VULNERABILITÀ DEI TERRITORI A MONTE DELLO SBARRAMENTO

Si riporta di seguito una sintesi sulla modalità di valutazione degli effetti delle possibili modalità di gestione delle paratoie della diga di Levane rispetto alla vulnerabilità dei territori a monte dello sbarramento in seguito all'attuazione dell'intervento di sopralzo.

Il livello idrometrico nel tratto compreso fra le dighe di La Penna e Levane dipende dal livello del lago in prossimità della diga di Levane, dalla portata esitata dai suoi organi di regolazione e dalle portate di piena a valle dello sbarramento di La Penna.

Nell'ipotesi di ottimizzare la laminazione dell'idrogramma di piena esitato a valle della diga con l'attuazione di una legge di manovra delle paratoie definita in modo ottimistico sulla base del caso "deterministico", si determina il raggiungimento del livello di massimo vaso di 172.0 m s.l.m. per un solo istante nella fase calante della piena.

In tal caso, quando il colmo di piena transita nella piana di Laterina, la condizione al contorno di valle, in termini di livelli idrometrici immediatamente a monte dello sbarramento, risulta prossima a quello dello stato attuale in cui le quote di massima regolazione e massimo vaso coincidono a 167.5 m s.l.m., generando a monte del restringimento del ponte del Romito dei profili della superficie libera sostanzialmente coincidenti con quelli dello stato ante intervento.

Nell'ipotesi di taglio inferiore al valore "ottimale", come quello attuato nelle presenti simulazioni per ottimizzare lo sfasamento dei colmi di piena tra i fiumi Arno e Sieve, si genera un prematuro riempimento del volume di vaso con il raggiungimento della quota di massimo vaso di 172.0 m s.l.m. nella fase ascendente della piena, tanto prima quanto minore è la portata di taglio.

In tal caso il colmo di piena può transitare nella piana di Laterina con una condizione al contorno di valle al limite pari al livello di massimo vaso di 172.0 m s.l.m., determinando un incremento dei livelli di superficie libera anche a monte del ponte del Romito rispetto allo stato ante intervento.

Nel seguito il confronto tra le dinamiche di inondazione nella piana di Laterina stimate nello stato attuale e in quello di progetto è eseguito con riferimento allo scenario progettuale che prevede una modalità di gestione delle paratoie secondo la regolazione 3, che risulta, sulla base delle considerazioni sopra esposte, la più gravosa in termini di incremento dei battenti nel tratto a monte del ponte del Romito rispetto allo stato ante intervento.

Nella *Figura 2.10:1* e nella *Figura 2.10:2* sono riportate le planimetrie dei battenti di esondazione massimi (involuppo per le durate di 12, 18 e 24 ore) valutati per lo stato attuale rispettivamente per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni, mentre nella *Figura 2.10:3* e nella *Figura 2.10:4* sono rappresentati quelli massimi

(inviluppo) stimati per gli eventi trentennale e duecentennale nello stato di progetto con il sopralzo della diga attuando la regolazione 3.

Nella *Figura 2.10:5* e nella *Figura 2.10:6* si riporta il confronto delle aree allagate in termini di differenza dei battenti di esondazione massimi (inviluppo) tra stato attuale e stato di progetto di sopralzo per i tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Nella *Figura 2.10:7* e nella *Figura 2.10:8* è rappresentata la magnitudo idraulica calcolata per lo stato attuale e quello di progetto ai sensi della L.R. 41/2018, come il risultato della combinazione tra i valori dei battenti idrometrici e delle velocità di propagazione delle alluvioni poco frequenti.

I risultati mettono in evidenza che i battenti di esondazione nello stato di progetto con il sopralzo della diga aumentano rispetto allo stato attuale, con differenze maggiori in corrispondenza del ponte del Romito e progressivamente minori risalendo a monte verso il ponte Catolfi.

Per il tempo di ritorno di 30 anni gli incrementi di battente sono di circa 1.6 m a monte del ponte del Romito e di circa 0.45 m a valle del ponte Catolfi. In corrispondenza delle confluenze dei principali corsi d'acqua si registrano i seguenti aumenti che decrescono da valle verso monte: 1.2 m al borro Stefanelli; 1.15 m al borro del Palazzo; 1.1 m presso il torrente L'Oreno; 0.9 m al borro del Ganascione; 0.75 presso il torrente Bregine.

Per il tempo di ritorno di 200 anni gli incrementi di battente sono caratterizzati da una variazione meno marcata lungo l'asta del fiume Arno essendo circa 1.3 m a monte del ponte del Romito e circa 0.75 m a valle del ponte Catolfi, mentre in corrispondenza delle confluenze assumono i seguenti valori: 0.95 m al borro Stefanelli; 0.92 m al borro del Palazzo; 0.9 m presso il torrente L'Oreno; 0.85 m al borro del Ganascione; 0.8 presso il torrente Bregine.

Occorre osservare che, come evidenziato dal vigente PGRA, la piana di Laterina è interessata già allo stato attuale da esondazioni per eventi trentennali e duecentennali con battenti elevati e che l'area è stata coinvolta in passato da inondazioni per le piene del 1966 e del 1992.

La messa in sicurezza locale dalle piene del fiume Arno della piana di Laterina, con particolare riferimento all'area ove sono presenti edifici residenziali ed attività produttive, è affidata ad interventi di difesa passiva (argini) definiti nel Progetto Esecutivo redatto dal Settore Genio Civile Valdarno Superiore, nell'ambito dell'Accordo di Programma approvato con DPGR n. 3 del 12/01/2015, fra Regione Toscana, Enel, Provincia di Arezzo, Comune di Laterina e Pergine Valdarno ed Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale.

Tali interventi garantiscono la messa in sicurezza di una vasta area della piana di Laterina, nella quale sono ricompresi i principali insediamenti urbani, senza apprezzabile aggravio del rischio nelle aree contermini.

Nel seguito sono illustrati i risultati delle analisi idrauliche condotte col fine di verificare l'efficacia delle opere di mitigazione del rischio idraulico nella piana di Laterina in seguito al sopralzo della diga di Levane e, conseguentemente, alla nuova quota di massimo invaso considerando la modalità di regolazione delle paratoie dello scarico con ottimizzazione di sfasamento degli idrogrammi di piena dei fiume Arno e Sieve e cioè la più gravosa in termini di incremento dei battenti nel tratto a monte dello sbarramento (regolazione 3).

I rilevati arginali previsti dal progetto redatto dalla Regione Toscana – Direzione difesa del suolo e Protezione Civile – Settore Genio Civile Valdarno Superiore (marzo, 2022), “*Riduzione del rischio idraulico nella piana di Laterina e Pergine Valdarno*”, progetto esecutivo (09IR003/G4-DODS2017AR0077), hanno una lunghezza complessiva di 1.9 km con altezze medie di 3.4 m, una sagoma larga in testa 4.0 m e paramenti con pendenza 1:2, una pista di servizio larga 4.0 m al piede lato campagna e dei fossi di drenaggio.

Nella *Figura 2.10:9* e nella *Figura 2.10:10* sono riportate le planimetrie dei battenti di esondazione massimi per la durata di 12 ore ed il tempo di ritorno di 200 anni valutati per lo stato di progetto delle arginature rispettivamente in assenza e con l'intervento di sopralzo della diga di Levane attuando la regolazione 3.

Nella *Figura 2.10:11* e nella *Figura 2.10:12* è rappresentata la magnitudo idraulica ai sensi della L.R. 41/2018 calcolata per lo stato di progetto delle arginature rispettivamente in assenza e con l'intervento di sopralzo della diga di Levane.

Con riferimento a quanto riportato in dettaglio nel Contributo idrologico e idraulico in allegato, si evidenzia che i livelli idrometrici duecentennali stimati nello stato ante e post intervento di sopralzo della diga di Levane con riferimento ai tratti omogenei con cui è suddiviso il progetto dei nuovi rilevati, mettono in evidenza che l'intervento di sopralzo della diga di levane, con modalità di gestione come da regolazione 3, determina un incremento dei livelli idrometrici pari a 97 cm nel tratto arginale posto più a valle, in adiacenza del torrente L'Oreno, che si riducono a 76 cm nella parte più a monte in prossimità di via Fabbrica.

Le quote di progetto delle arginature sono in grado di contenere i livelli idrometrici indotti dal sopralzo della diga, sebbene con franchi ridotti di circa 20 cm.

Con riferimento all'elaborato del Contributo idrologico e idraulico, si evidenzia che gli scenari di verifica sono stati i seguenti:

- stato attuale senza alcun intervento (sasa);
- stato di progetto del rilevato arginale a protezione di Laterina (spsa);
- stato di progetto del sopralzo della diga di Levane (sasp);
- stato di progetto del rilevato arginale a protezione di Laterina e del sopralzo della diga di Levane (spsp).

Le verifiche hanno messo in evidenza che i battenti in tali zone rimangono sostanzialmente inalterati con la realizzazione del tracciato arginale (incremento di battente di circa 8 cm), mentre con la realizzazione del sopralzo della Diga di Levane i battenti aumentano di circa 90 cm e di circa 1.05 m con il completamento di tutti gli interventi previsti nell'area.

Infine, occorre osservare che al termine della realizzazione di tutti gli interventi permane una condizione di criticità solamente per le alluvioni poco frequenti, non presente allo stato attuale, per gli edifici ricompresi tra via Fabbrica, il torrente Bregine e il rilevato arginale di progetto.

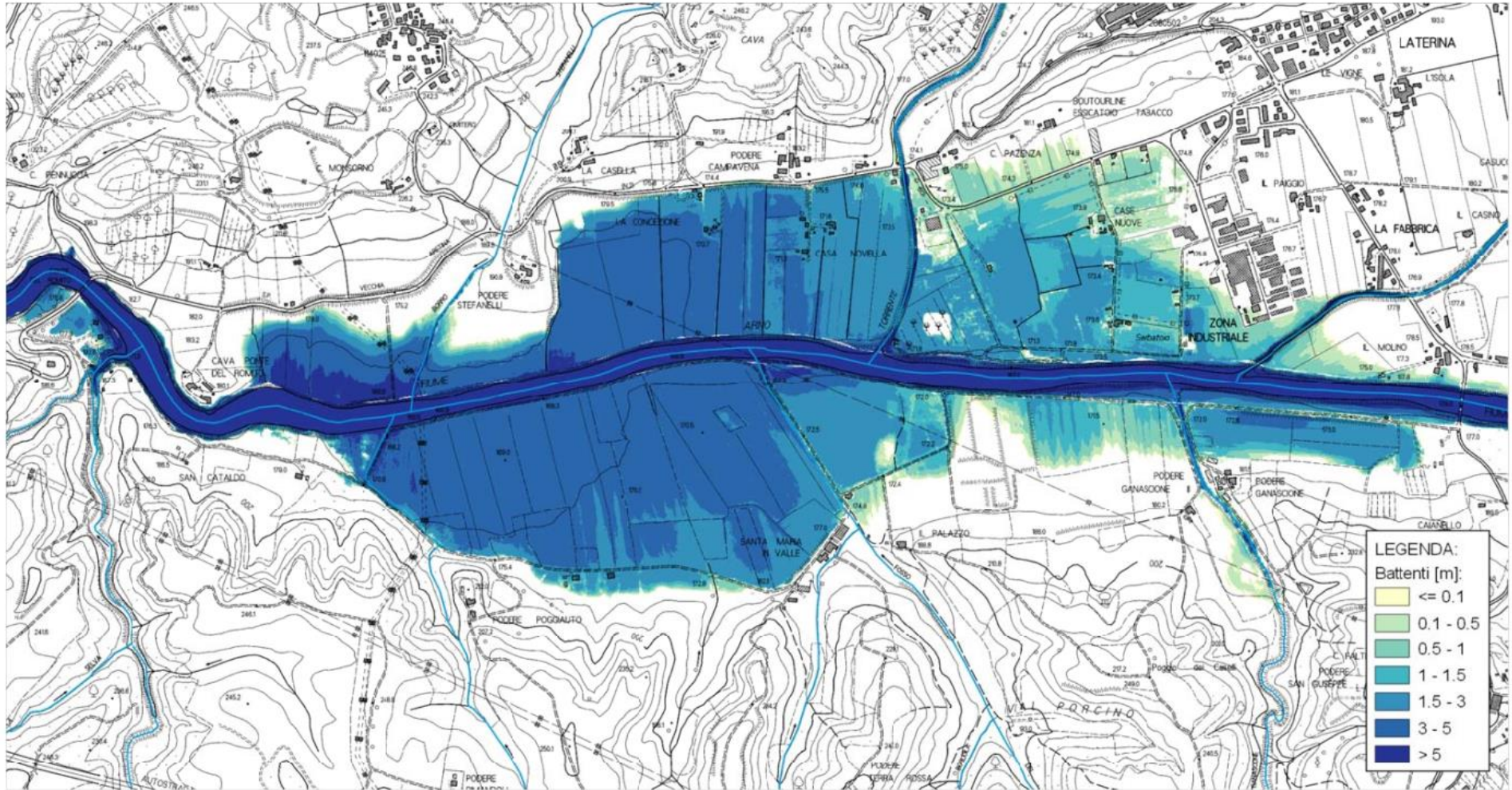


Figura 2.10:1 – Elaborato progettuale – SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=30 anni nello Stato Attuale

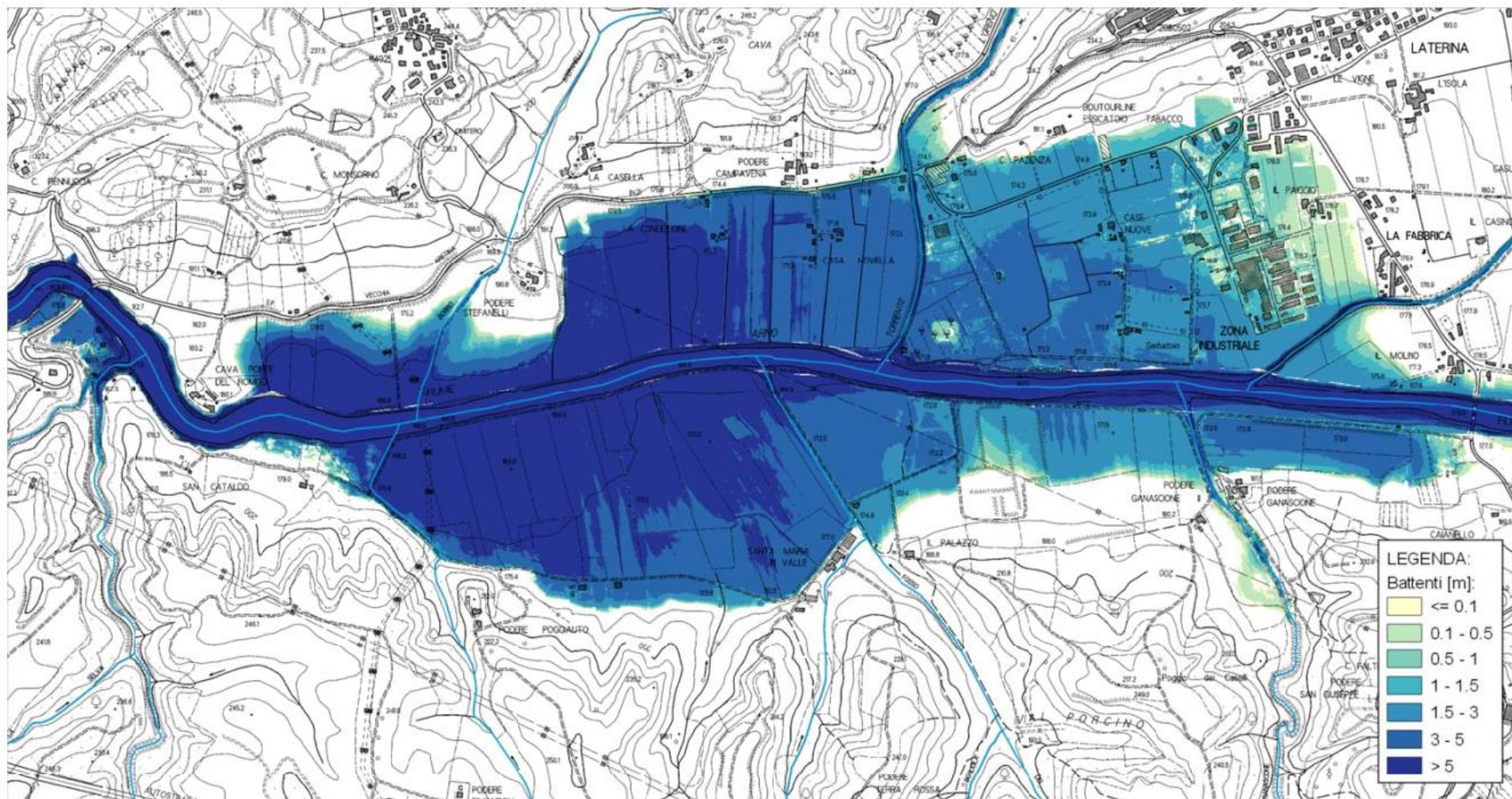


Figura 2.10:2 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=200 anni nello Stato Attuale

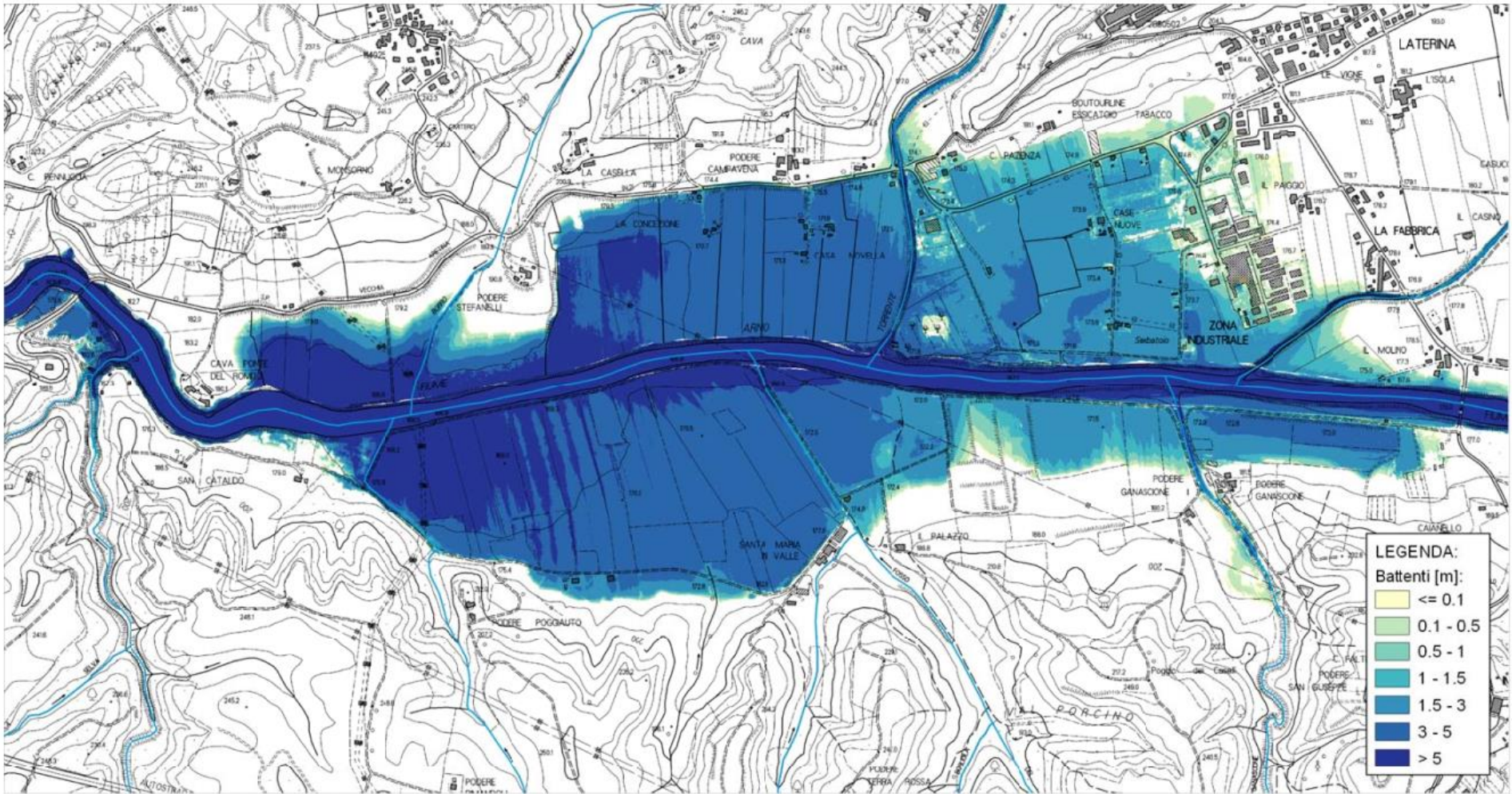


Figura 2.10:3 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina $T_r=30$ anni nello Stato di Progetto del soprizzo della Diga di Levane – regolazione 3

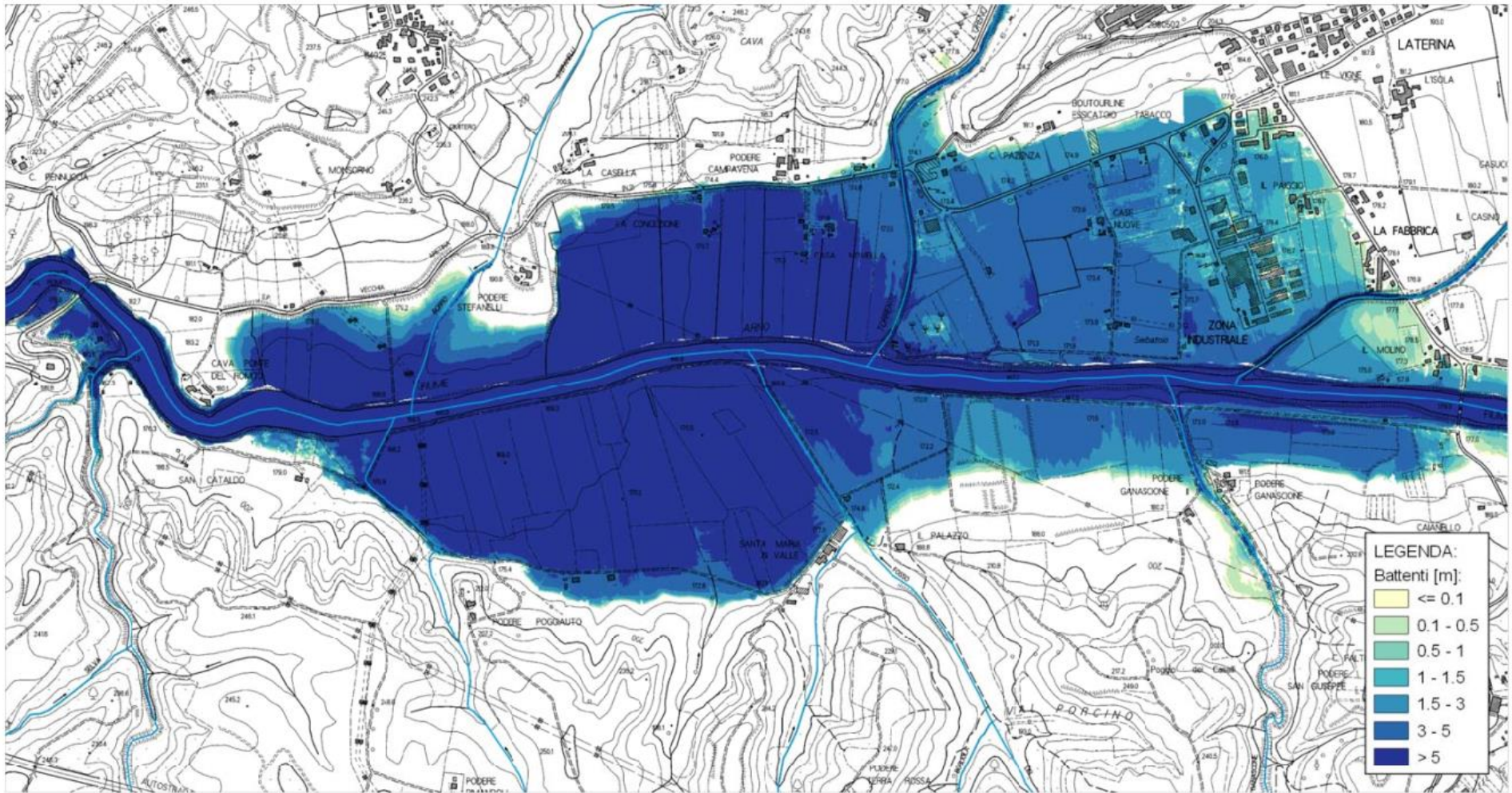


Figura 2.10:4 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina Tr=200 anni nello Stato di Progetto della sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3

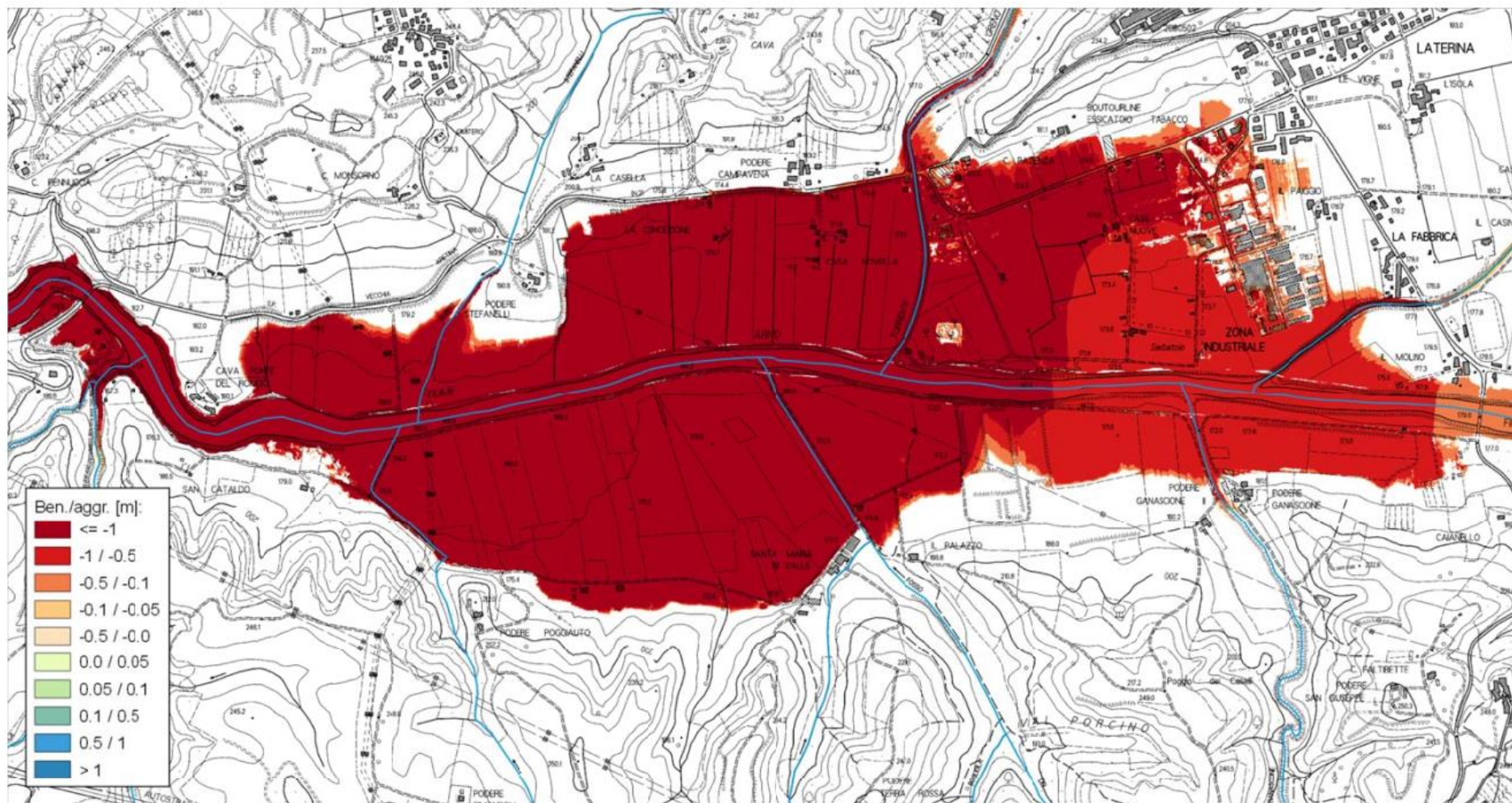


Figura 2.10:5 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Beneficio/aggravio in termini di battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina tra lo Stato Attuale e lo Stato di Progetto del sopralzo della Diga di Levane – regolazione 3 per $Tr=30$ anni

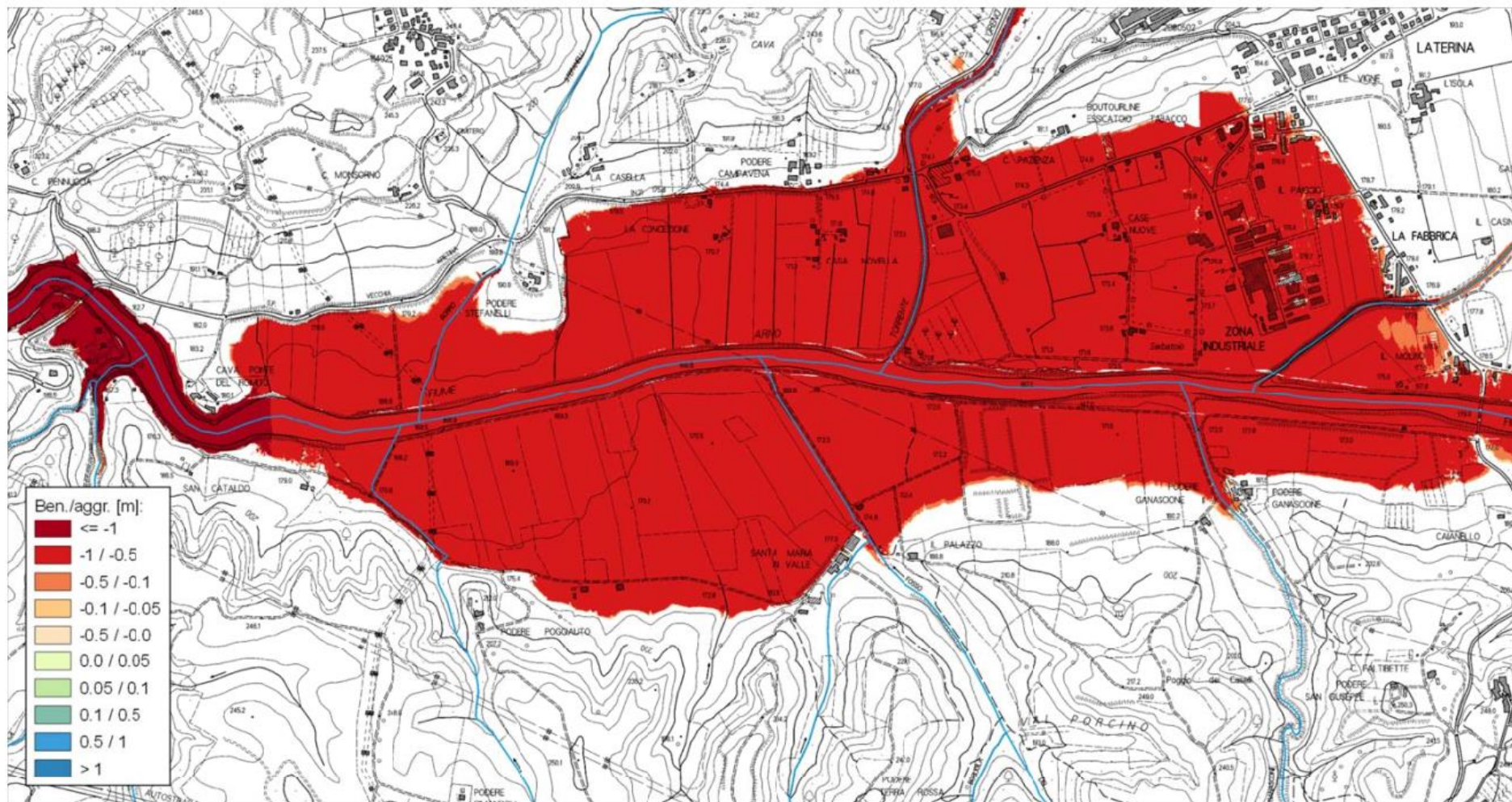


Figura 2.10:6 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Beneficio/aggravio in termini di battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina tra lo Stato Attuale e lo Stato di Progetto del soprizzo della Diga di Levene – regolazione 3 per $Tr=200$ anni

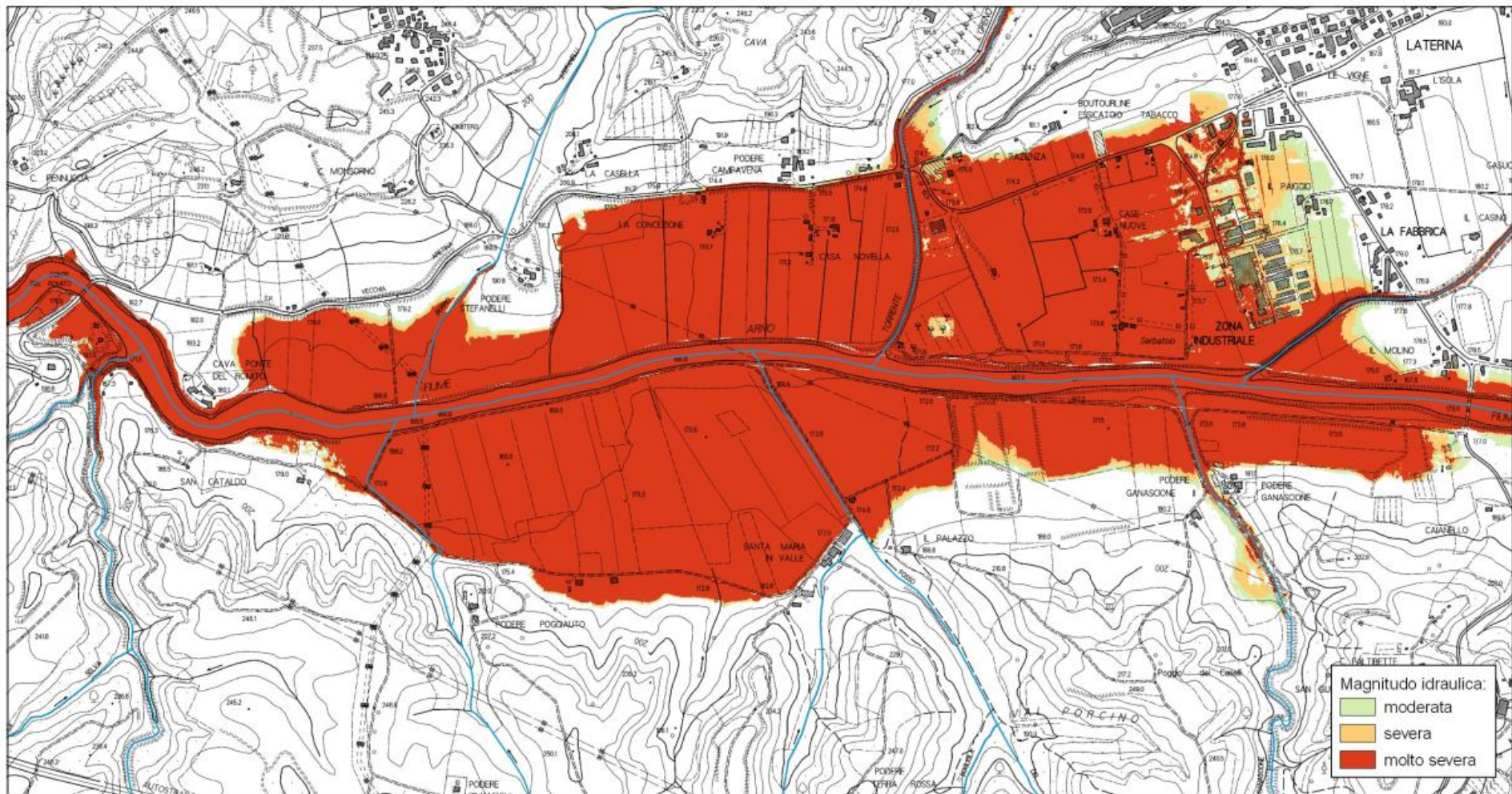


Figura 2.10:7 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo Idraulica Stato Attuale $T_r=200$ anni

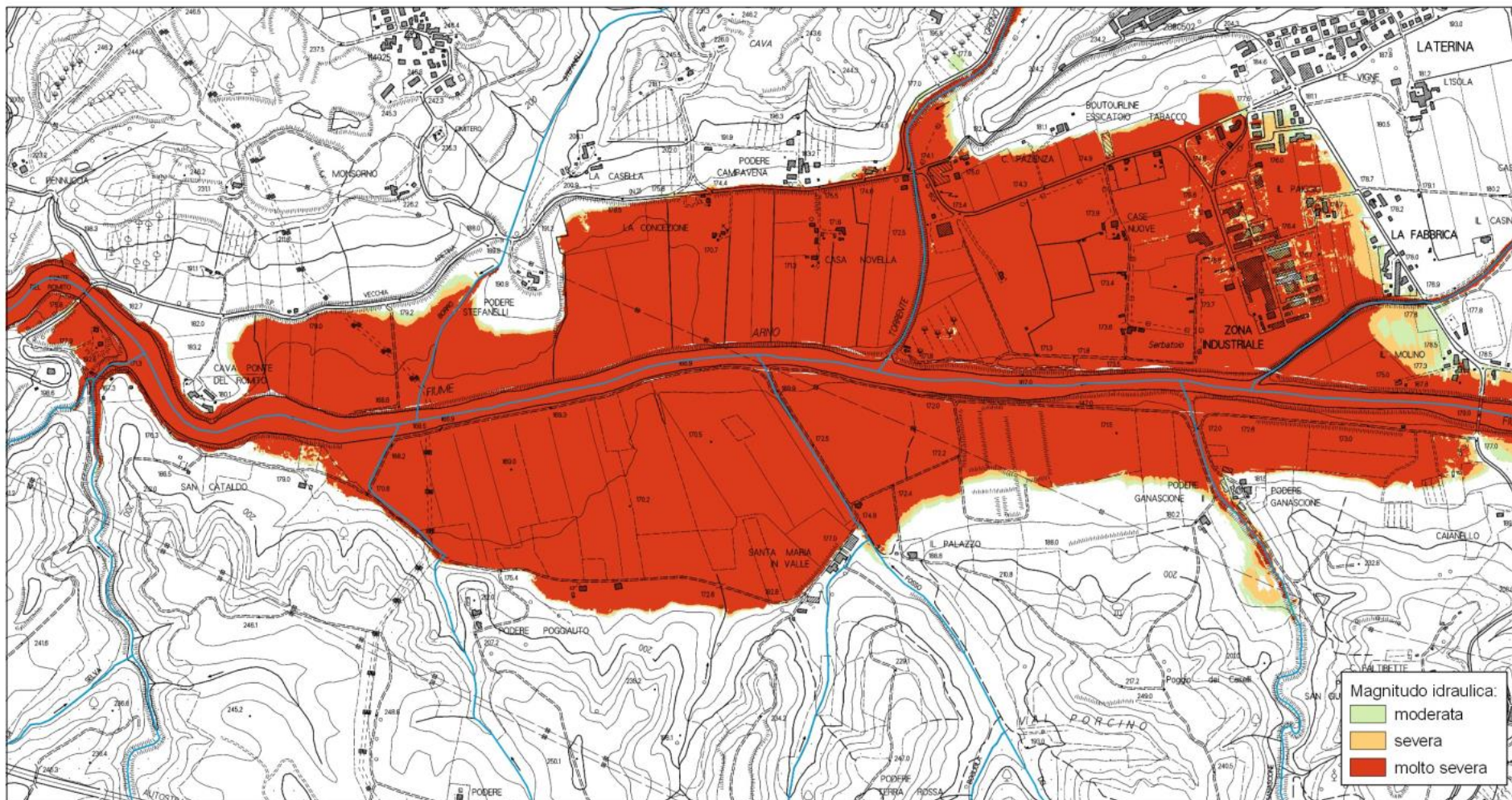


Figura 2.10:8 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo Idraulica Stato Progetto Tr=200 anni

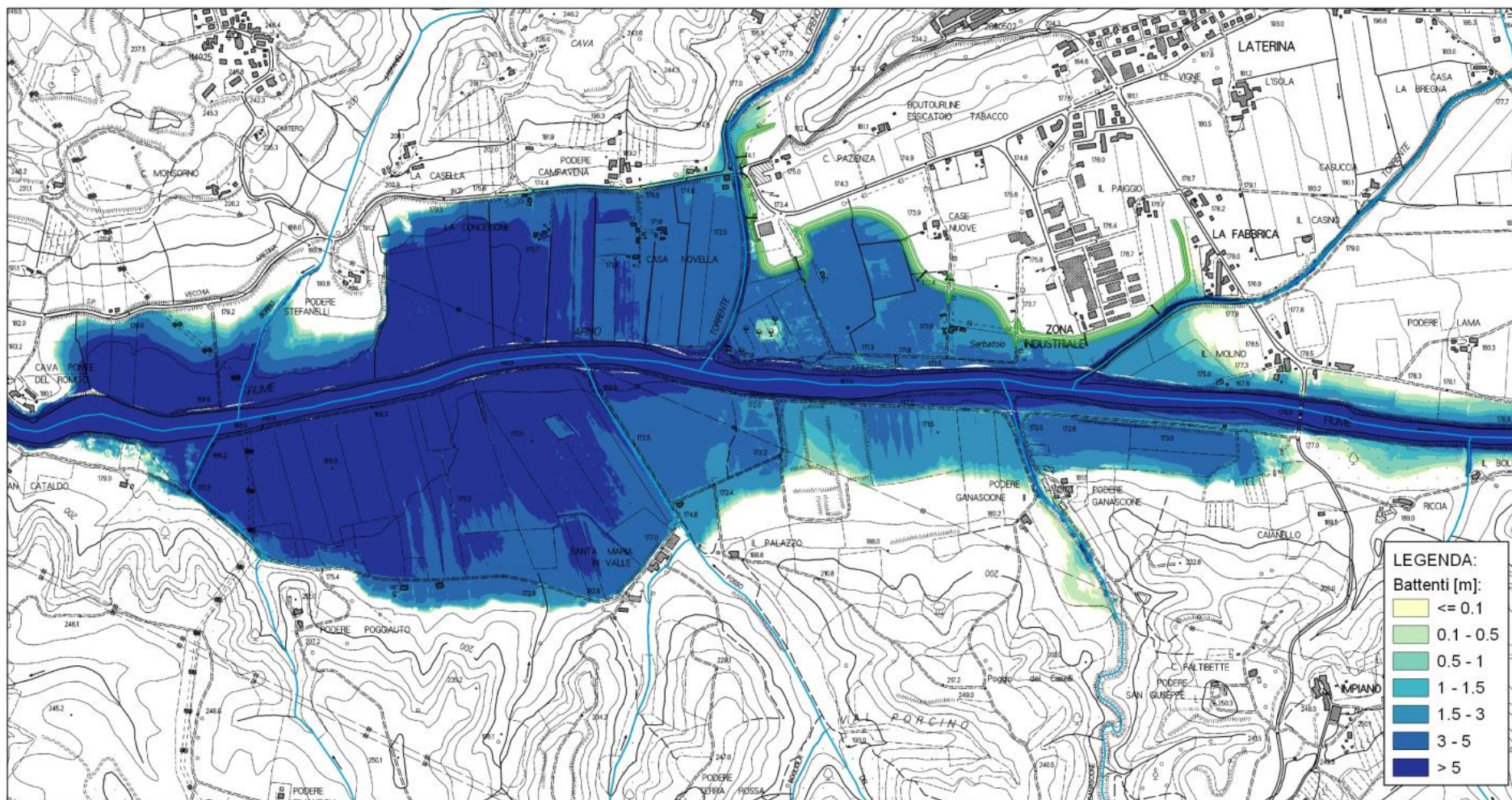


Figura 2.10:9 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina per $Tr=200$ anni e $d=12$ ore nello Stato di Progetto delle arginature a protezione di Laterina e senza intervento di soprizzo della Diga di Levane

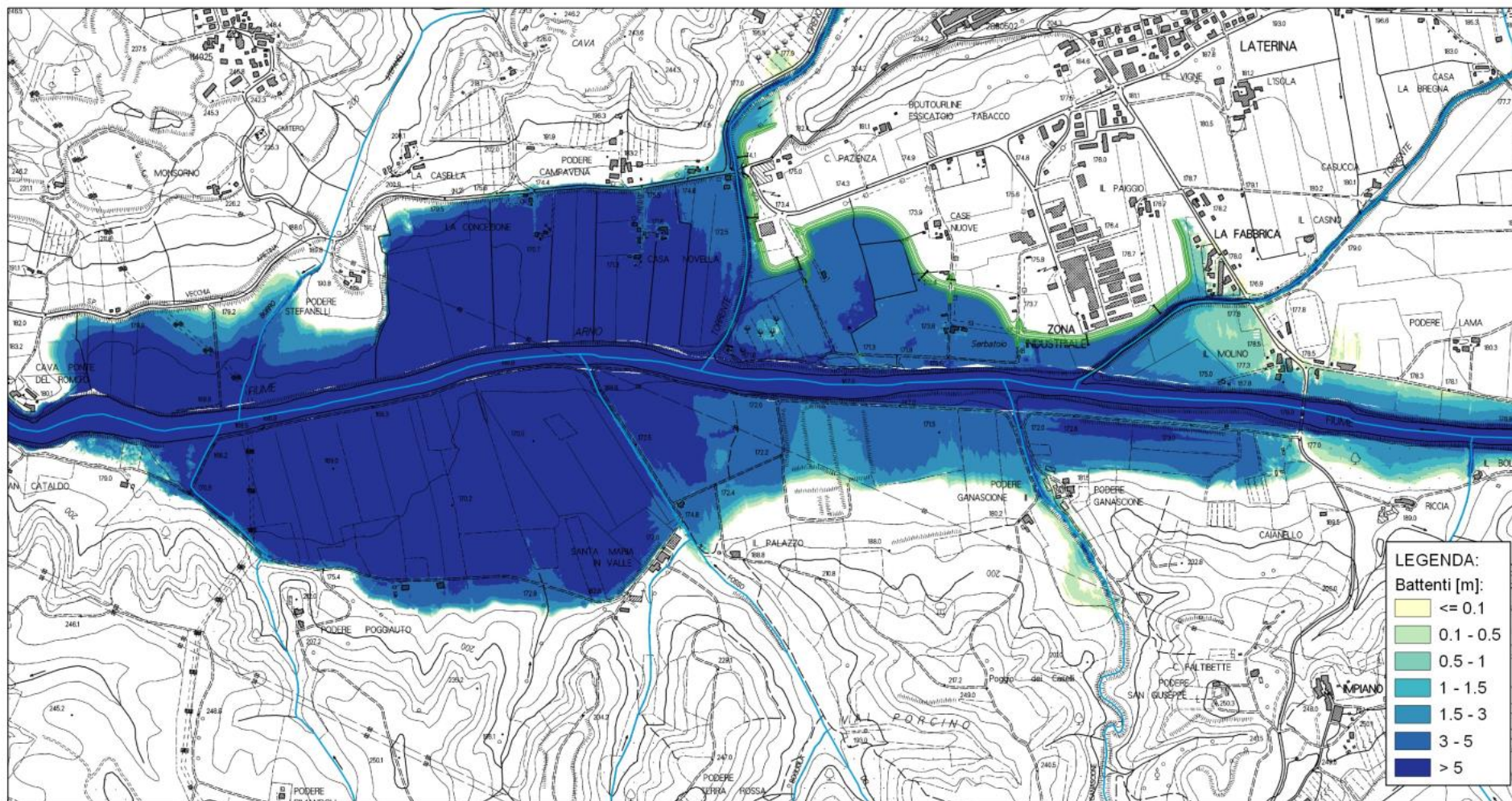


Figura 2.10:10 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Battenti di esondazione massimi nella piana di Laterina per $Tr=200$ anni e $d=12$ ore nello Stato di Progetto complessivo che prevede attuazione delle arginature a protezione di Laterina e l'intervento di sopralzso della Diga di Levane (regolazione 3)

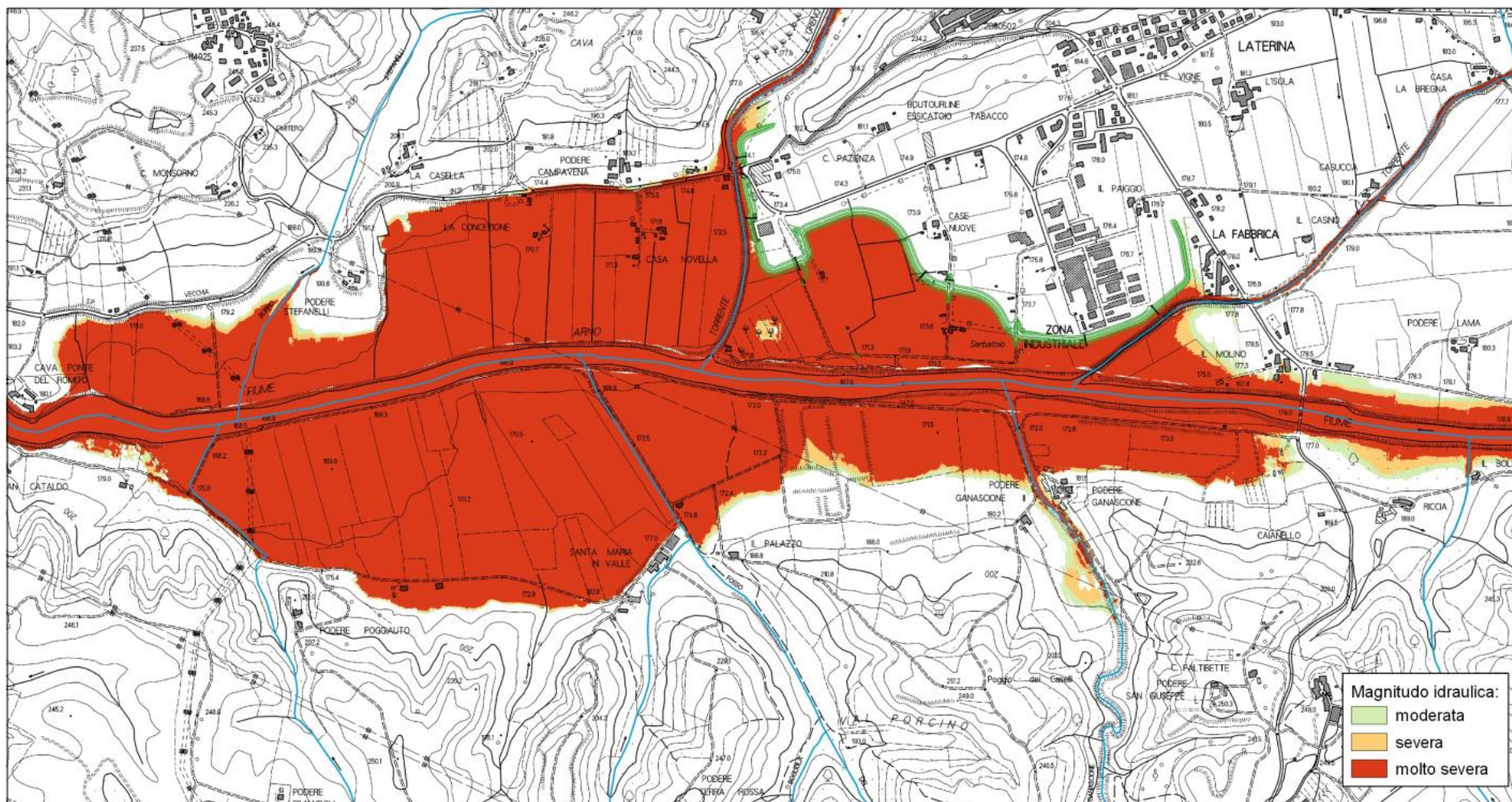


Figura 2.10:11 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo idraulica per Tr200 nello Stato di Progetto delle arginature a protezione di Laterina e senza intervento di soprizzo della Diga di Levane

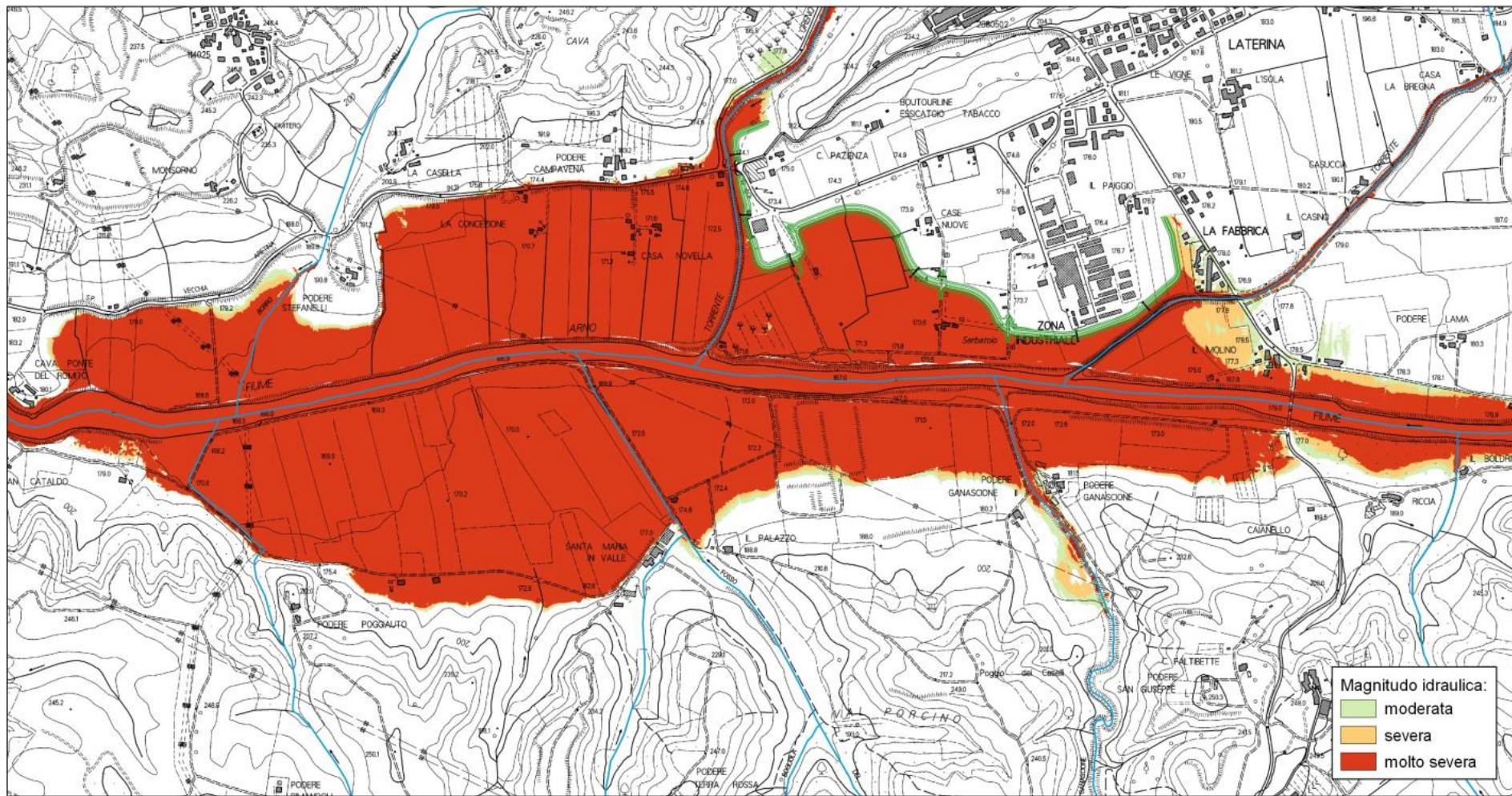


Figura 2.10:12 – Elaborato progettuale - SIA_02 Contributo idrologico e idraulico – Magnitudo idraulica per Tr200 nello Stato di Progetto complessivo con realizzazione delle arginature a protezione di Laterina e l’ intervento di soprizzo della Diga di Levane (regolazione 3)

2.11 SCELTA ED APPROVVIGIONAMENTO DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE

Relativamente all'approvvigionamento dei materiali da costruzione, si evidenzia che il materiale con utilizzo in volumi più elevati risulta essere il calcestruzzo ad uso strutturale e le miscele cementizie per le opere fondazionali speciali.

Si riporta di seguito una tabella estratta dagli elaborati progettuali con la quantificazione del fabbisogno dei materiali rispetto alle diverse MACRO FASI.

Fase	Calcestruzzo preconfezionato tipo 1 (m ³) C25/30	Calcestruzzo preconfezionato tipo 2 (m ³) C32/40	Acciaio per armatura (kg)	Miscela cementizia (m ³)	Materiali di cava per rilevati e sottofondi (m ³)
1	-	70	4600	-	600
2	1900	200	2500	10	-
3	4800	90	37000	10	-
4	3700	550	117000	5000	500
Totali	10400	910	161100	5020	1100

Tabella 2.11:1 – Abaco riepilogativo dei quantitativi di risorse rispetto alle diverse MACRO FASI

Relativamente alle necessità di alimentazione elettrica del cantiere si provvederà all'allaccio alla rete locale di distribuzione ENEL esistente.

Per l'acqua necessaria alle lavorazioni, come idrodemolizioni e perforazioni, è previsto di approvvigionarsi direttamente dal bacino.

2.11.1 TRASPORTO/STOCCAGGIO DEI MATERIALI

Con riferimento alle lavorazioni descritte nei capitoli precedenti e ai relativi mezzi d'opera specifici, si ipotizza l'utilizzo delle seguenti macchine operatrici:

- escavatori (da 15 e 23 tonnellate) da attrezzare anche con utensili demolitori (pinze idrauliche, martelli demolitori, frese, benne mordenti);
- mini-escavatori;
- pale cariatrici e mini pale gommate;
- dumper;
- autocarri (con portata da 12 a 18m³)
- perforatrici e carotatrici;
- autotreni per trasporti eccezionali;
- rulli compattatori;
- autobetoniere (da 6 a 10m³);
- autopompe per calcestruzzo;
- pompe ad altissima pressione per idrodemolizione tramite lance, azionate manualmente e/o sostenute da bracci meccanici;
- gru idrauliche a torre;

- autogrù;
- sollevatori telescopici;
- macchinari con cestelli a braccio telescopico;
- ponteggi mobili

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

Il progetto prevede di utilizzare circa 11300m³ di conglomerati cementizi; considerando la capacità di carico media di autobetoniere da 8 m³ si ipotizza la seguente distribuzione dei viaggi:

- **FASE 1** 70m³ per circa 18 viaggi di andata e ritorno in circa 20gg
- **FASE 2** 2100m³ per circa 525 viaggi di andata e ritorno in circa 100gg
- **FASE 3** 4890m³ per circa 1220 viaggi di andata e ritorno in circa 75gg
- **FASE 4** 4250m³ per circa 1062 viaggi di andata e ritorno in circa 160gg

Le forniture per l'acciaio di armatura, le miscele cementizie, i materiali di cava e gli altri materiali di approvvigionamento, sono distribuiti temporalmente in modo uniforme nella durata del cantiere e possono essere stimati in circa 1000 viaggi di andata e ritorno.

Si devono inoltre considerare i trasporti necessari per l'approvvigionamento delle opere elettromeccaniche, comprese le paratoie metalliche, stimabile in circa 30 viaggi di trasporti eccezionali con autotreni.

Per l'allontanamento dei materiali di risulta dalle demolizioni e dagli scavi, i trasporti più rilevanti si hanno nella fase 4 con circa 480 viaggi di andata e ritorno in circa 100 giorni, con autocarri della portata di 18m³.

La viabilità più prossima al cantiere interessata dal passaggio dei mezzi, sarà la Strada Provinciale Lungarno e le strade vicinali che conducono all'area di cantiere.

Infine, ci saranno i movimenti dei mezzi leggeri (automobili e furgoni) necessari alle maestranze ed a tutto il personale; tale traffico, non dovrebbe causare impatti sulla circolazione, potendosi incrociare liberamente con le altre automobili circolanti e muovendosi con la stessa velocità di crociera.

2.11.2 CALCESTRUZZO

Il trasporto dall'impianto di betonaggio al sito di posa dovrà essere effettuato con mezzi tali da evitare qualsiasi deterioramento del conglomerato stesso ed in particolare l'eccessiva evaporazione dell'acqua d'impasto.

In fase di indagine preliminare sono stati individuati n. 2 impianti di betonaggio nelle vicinanze del sito (a Terranuova Bracciolini distanza circa 10km; e Arezzo distanza circa 25km), per i quali è stato ipotizzato un tempo di percorrenza dall'impianto al sito inferiore ad un'ora; pertanto è fattibile considerare che i calcestruzzi prodotti in impianto industriale potranno iniziare ad essere gettati entro 90 minuti dalla produzione.

2.11.3 MISCELA CEMENTIZIA

Le attrezzature necessarie per la realizzazione di micropali/jet-grouting sono essenzialmente le seguenti:

- sonda perforatrice cingolata per le operazioni di perforazione;

- centrale di confezionamento della miscela cementizia costituita da silos orizzontale o verticale; vasca di stoccaggio per l'acqua; miscelatore ad elevata turbolenza; agitatore; iniettori per il pompaggio della sospensione cementizia dall'impianto alla sonda perforatrice.

L'area di cantiere che verrà utilizzata per eseguire il jet-grouting è lo spazio disponibile sul terrapieno non interessato dalle lavorazioni; una parte di quest'area sarà utilizzata preliminarmente per il campo prove.

E' indispensabile che durante l'esecuzione del jet grouting l'area del piazzale sia mantenuta sgombra e non ci siano altre attività in corso di esecuzione al fine di avere il maggior spazio disponibile per le installazioni necessarie: pompe, compressori, stazione di miscelazione, silos, vasche di raccolta fluidi, ecc.

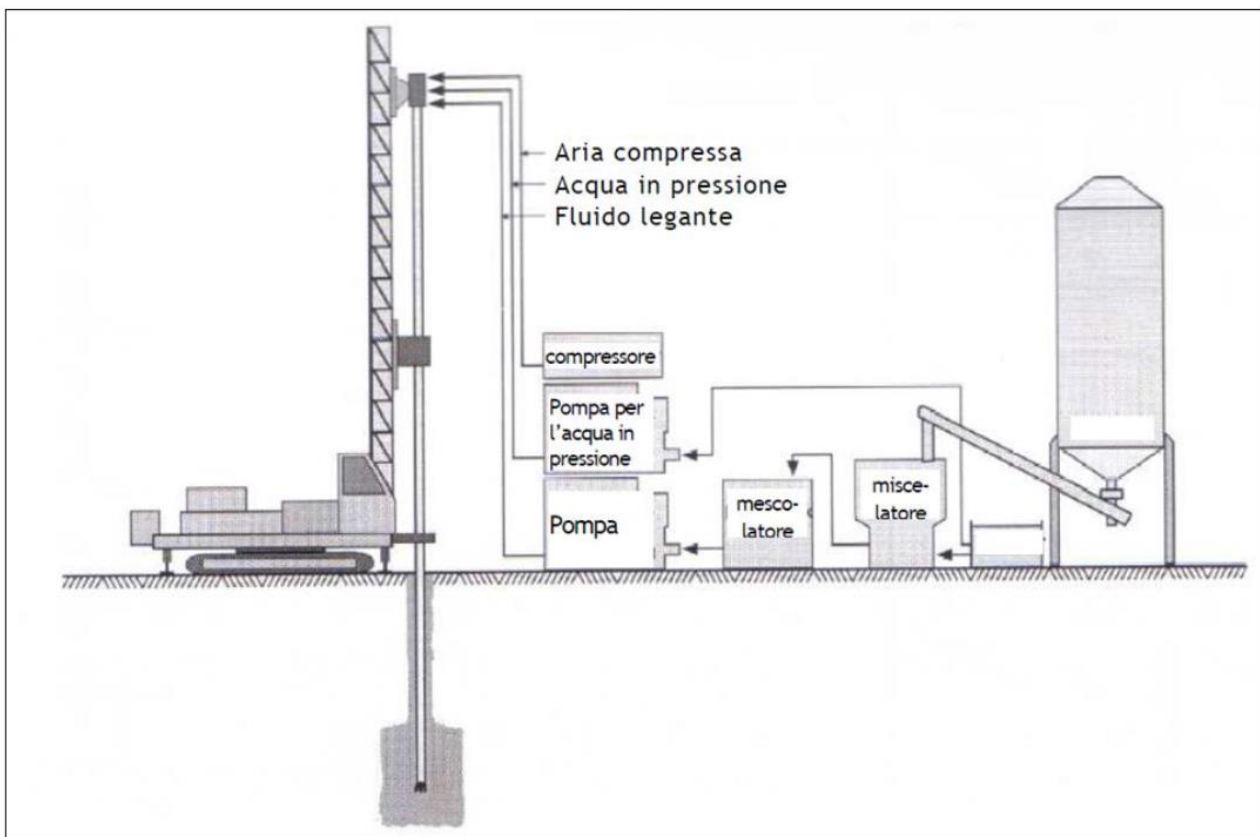


Figura 2.11:1 – Sezione schematica – cantierizzazione jet-grouting

2.12 TERRE DI SCAVO E DEI MATERIALI DA DEMOLIZIONE

Per la realizzazione delle opere sono previsti:

- Smontaggio servomotori
- Smantellamenti di elementi metallici (setti e meccanismi delle paratoie, lamiere di varia provenienza, sgrigliatore esistente e scivolo dello sgrigliato).
- Smantellamento di cavi
- Smantellamento di infissi e gronde

Tali materiali saranno separati per categoria merceologica e trasportati al di fuori del cantiere a impianti di recupero o smaltimento come rifiuti speciali.

Relativamente alle demolizioni di opere civili di cui

- demolizione di murature
- demolizione di calcestruzzi strutturali

Tali materiali saranno separati per categoria merceologica e trasportati al di fuori del cantiere a impianti di recupero o smaltimento come rifiuti speciali.

Relativamente alle terre e rocce da scavo, si ipotizza la realizzazione di scavi in terreni di origine naturale e in terre di riporto, per cui è presumibile il riutilizzo all'interno del sito.

Si rimanda ai risultati delle indagini ambientali eseguite per determinare la tipologia di terra di cui all'elaborato SIA_07

Ove possibile, gli scavi realizzati saranno rinterrati con il riutilizzo in sito del materiale scavato.

Le terre di scavo dovranno essere separate per tipologia (naturale, di riporto) e quelle da riutilizzare in sito come rinterro, saranno tenute a deposito temporaneo in una o più aree esterne al cantiere

Si riporta una tabella riepilogativa dei quantitativi stimati dei materiali di demolizione e terre e rocce.

Fase	Demolizioni (m ³)	Scavi (m ³)	Riutilizzo materiale di scavo (m ³)	Conferimento a discarica (m ³)
1	50	850	570	330
2	60	-	-	60
3	90	-	-	90
4	200	9700	6100	3800
Totali	400	10500	6670	4280

Tabella 2.12:1 – Abaco riepilogativo dei quantitativi di materiali di demolizione e terre e rocce rispetto alle diverse MACRO FASI

2.12.1 MOVIMENTAZIONE/TRASPORTO DEI MATERIALI DI DEMOLIZIONE E DELLE TERRE E ROCCE

Per l'allontanamento dei materiali di risulta dalle demolizioni e delle terre e rocce, i trasporti più rilevanti si hanno nella fase 4 con circa 480 viaggi di andata e ritorno in circa 100 giorni, con autocarri della portata di 18m³.