



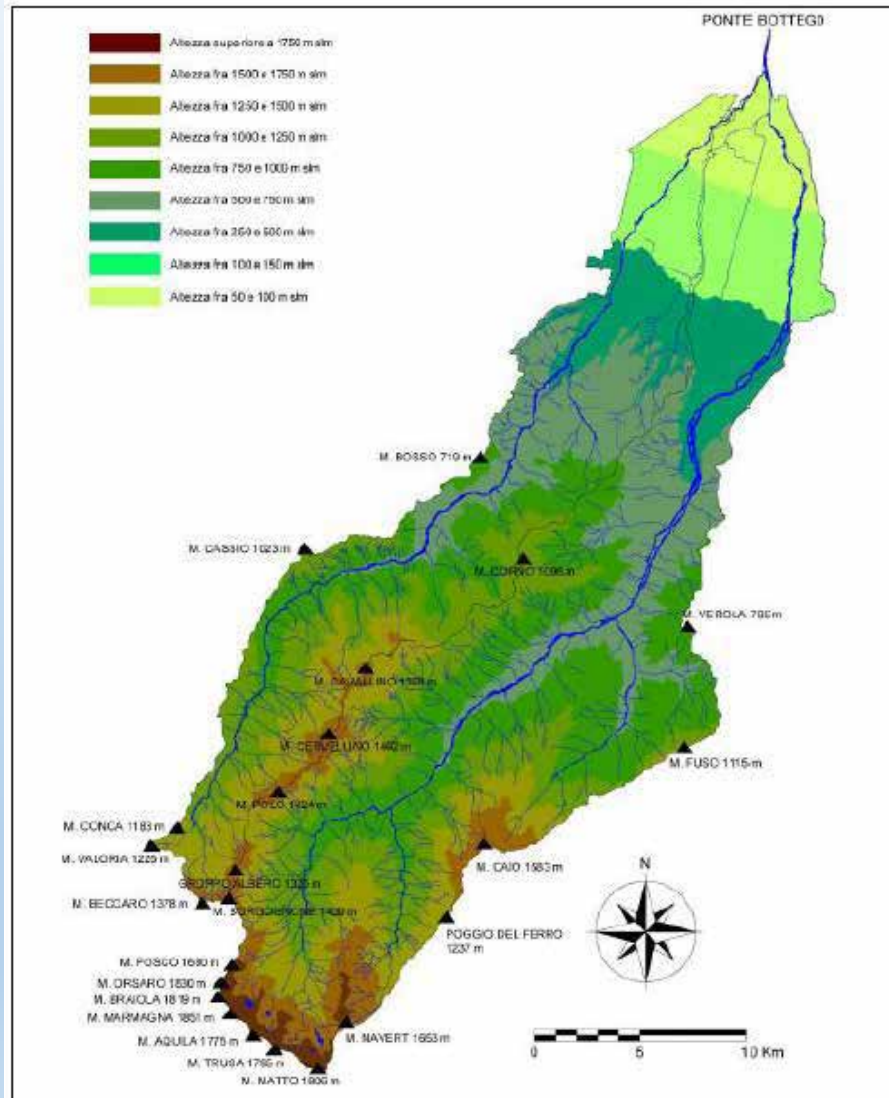
Roma, 12 maggio 2026

3^a GIORNATA NAZIONALE DELLA PREVENZIONE E MITIGAZIONE DEL RISCHIO

*Previsione ed esperienze per una
governance efficace delle politiche di
prevenzione e mitigazione del rischio*

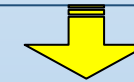
PROGETTO DELLA NUOVA CASSA DI ESPANSIONE DEL TORRENTE BAGANZA

IL NODO IDRAULICO DEI TORRENTI PARMA E BAGANZA



Forma stretta ed allungata
sottobacini pressoché paralleli sino alla
loro confluenza in città

Non necessariamente
sollecitati da eventi meteorici
contemporanei ed uniformi,
anche a causa delle considerevoli
altitudini dello spartiacque interno



DUE ONDE DI PIENA DISTINTE



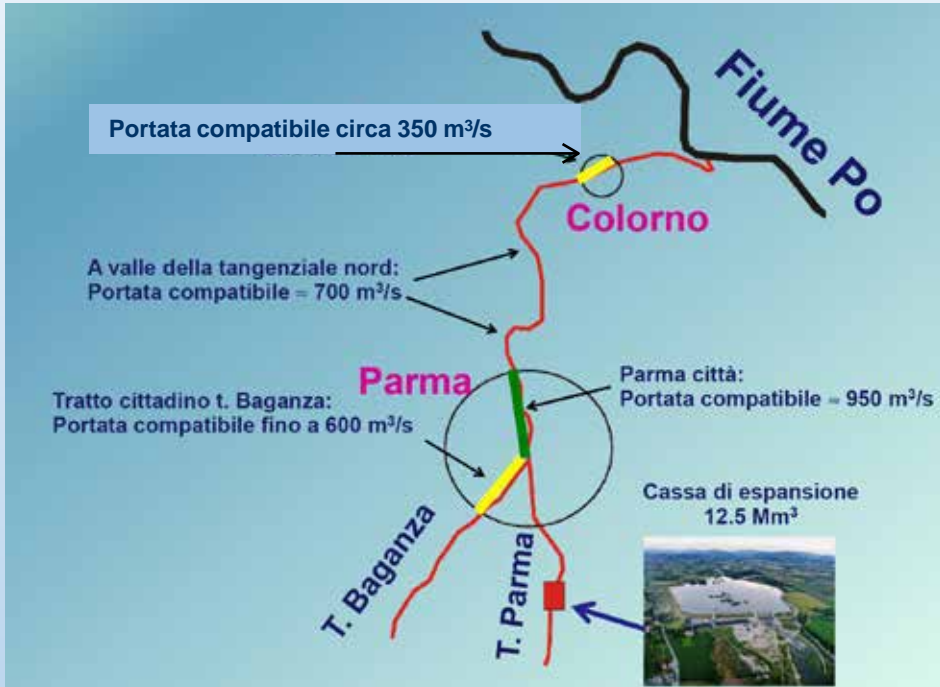
eventuale coincidenza temporale dei
due colmi di piena alla confluenza
proprio nel tratto cittadino

12 tgparma



Planimetria aree di allagamento 13-14 ottobre 2014

IL NODO IDRAULICO DEI TORRENTI PARMA E BAGANZA



Tratti maggiormente critici:

- attraversamento cittadino del Torrente Baganza (dal Ponte sulla tangenziale Sud fino alla confluenza nel torrente Parma in città);
- T. Parma nel tratto cittadino immediatamente a valle della confluenza con il Baganza;
- attraversamento di Colorno, in corrispondenza del Ponte di piazza Garibaldi.

COSA È STATO FATTO

§ Marzo 2015 chiusura del Progetto Preliminare

§ Novembre 2015 è stato approvato da AIPO il Progetto Preliminare.

§ Dicembre 2015 avviata la gara per la Progettazione Definitiva.

§ Primavera-inizio estate 2016 vengono affidati e realizzate le indagini integrative necessarie per allo sviluppo della Progettazione definitiva:

- Indagini geologiche e geotecniche
- Prove di Laboratorio sui materiali
- Aggiornamento ed integrazione del DTM sull'intero bacino Parma/Baganza e volo multispettrale sulle arginature del Parma a valle della città di Parma.

§ Dicembre 2016 chiusura della Progettazione Definitiva ed avvio della procedure per l'acquisizione dei pareri ed autorizzazioni.

§ Fase Autorizzativa (inizia il 19 dicembre 2016 si conclude il 1 giugno 2018)

- la delibera di Giunta Regionale n. 544/2018 del 16 aprile 2018 con cui si è conclusa la procedura di VIA con esito positivo;
- l'atto n. 29423 del 29 dicembre 2017, rilasciato dal Ministero delle Infrastrutture e Trasporti - Direzione Generale per le Dighe di approvazione tecnica, ex art. 1, co.1, Decreto Legge 507/1907 convertito con L 584/1994 e art. 5 del DPR 1363/1959, in esito al parere espresso dal Consiglio Superiore dei LLPP n. 52/17 del 15 dicembre 2017;
- il rapporto conclusivo della verifica del progetto definitivo del 15 marzo 2018 ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i.;
- l'espressione del parere ai sensi dell'art. 5 del regolamento di cui al DPR 1363/1959 sulle analisi idrologiche/idrauliche di ARPAE del 1 giugno 2018 n. 926.

COSA È STATO FATTO

§ Conferma del finanziamento

con delibera della Giunta Regionale n. 1335 del 02 agosto 2018 è stata fatta la presa d'atto dell'efficacia dell'Accordo di programma, Regione Emilia Romagna e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATT), che ha assentito al finanziamento dell'intervento della cassa di espansione del torrente Baganza per un importo complessivo **di 55.000.000,00 di euro**;

decreto n. 526 del 6 dicembre 2018 del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti, di concerto con il Ministro delle politiche agricole alimentari forestali e del turismo, registrato in data 27 dicembre 2018 al n. 1- 3126, è **stato integrato il finanziamento con ulteriori 6.000.000,00 di euro**.

§ Approvazione Progetto Definitivo e Dichiarazione di pubblica utilità

con determina n. 1011 del 26 ottobre 2018 AIPO ha approvato il Progetto definitivo per un importo complessivo di 55.000.000,00 di euro e dichiarato la pubblica utilità per la prosecuzione dell'iter espropriativo.

§ Avvio Progettazione Esecutiva 18 marzo 2019.

§ 10 settembre 2019 immissione in possesso delle aree e conclusione della fase espropriativa.

§ 7 ottobre 2019 conclusa la progettazione esecutiva e avvio della sperimentazione su modello fisico.

§ 30 marzo 2020 perfezionata la progettazione esecutiva, con i risultati delle prove su modello fisico, ed invio del progetto alla DGD per verifica di ottemperanza alle prescrizioni e all'approvazione tecnica ai sensi dell'art. 1, comma 7 bis, del D.L. 507/1994 conv. L. 584/1994 (la suddetta approvazione tecnica tiene integralmente luogo degli adempimenti tecnici ed amministrativi di cui alla L. 1684/1962, alla L. 64/1974 e alla L. 1086/1971).

§ 30 marzo 2020 avvio della Verifica progetto esecutivo ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e s.m.i..

COSA È STATO FATTO

- § 8 maggio 2020 consegna del Rapporto Intermedio dal gruppo di verifica.
- § 28 maggio 2020 la DGD ha trasmesso osservazioni sul Progetto Esecutivo.
- § 02 luglio 2020 revisione Progetto esecutivo in riscontro alle osservazioni della DGD e al rapporto di verifica.
- § 9 ottobre 2020 espressione del parere della DGD con richiesta di revisione/integrazioni sulle verifiche strutturali sui manufatti.
- § 06 marzo 2021 adeguamento e revisione Progetto Esecutivo in riscontro alla richiesta della DGD.
- § 15 aprile 2021 approvazione Progetto Esecutivo da parte della DGD.
- § 24 maggio 2021 conclusione positiva della Verifica Progetto Esecutivo ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 e ss.mm.ii..
- § 25 maggio 2021 validazione e approvazione del Progetto Esecutivo da parte del RUP.
- § 31 maggio 2021 invio bando alla GUE per la pubblicazione della gara dei lavori.
- § 28 giugno 2021 inizio lavori della Bonifica Ordigni Bellici.
- § 19 luglio 2021 scadenza presentazione offerte e apertura della gara dei lavori.
- § 31 agosto 2021 aggiudicazione provvisoria dei lavori.
- § 14 settembre 2021 aggiudicazione definitiva dei lavori.
- § 07 ottobre 2021 avvio lavori
- § 03 novembre 2021 consegna lavori

COSA È STATO FATTO

Dopo aver **concluso l'iter progettuale nel maggio 2021**, e aver **ottenuto tutti i pareri di legge** compreso quello della Direzione Generale Dighe (MIT) essendo l'opera una "diga" ai sensi della circolare P.C.M. DSTN/2/7311 del 7/4/1999, *opere idrauliche di regolazione, realizzate con opere di sbarramento trasversali al corso d'acqua, ed aventi le caratteristiche dimensionali di cui all'art.1 del D.L. 507/94, convertito con L. 584/94, ancorché destinate esclusivamente a consentire l'accumulo temporaneo di acqua in occasione di eventi di piena*, i lavori sono stati aggiudicati nell'estate 2021, avviati ad ottobre dello stesso anno, e sono ora in piena esecuzione.

Ad oggi, maggio 2026, le opere già realizzate hanno raggiunto l'80% dello stato di avanzamento lavori, con l'ultimazione delle opere prevista per la fine del 2027.



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

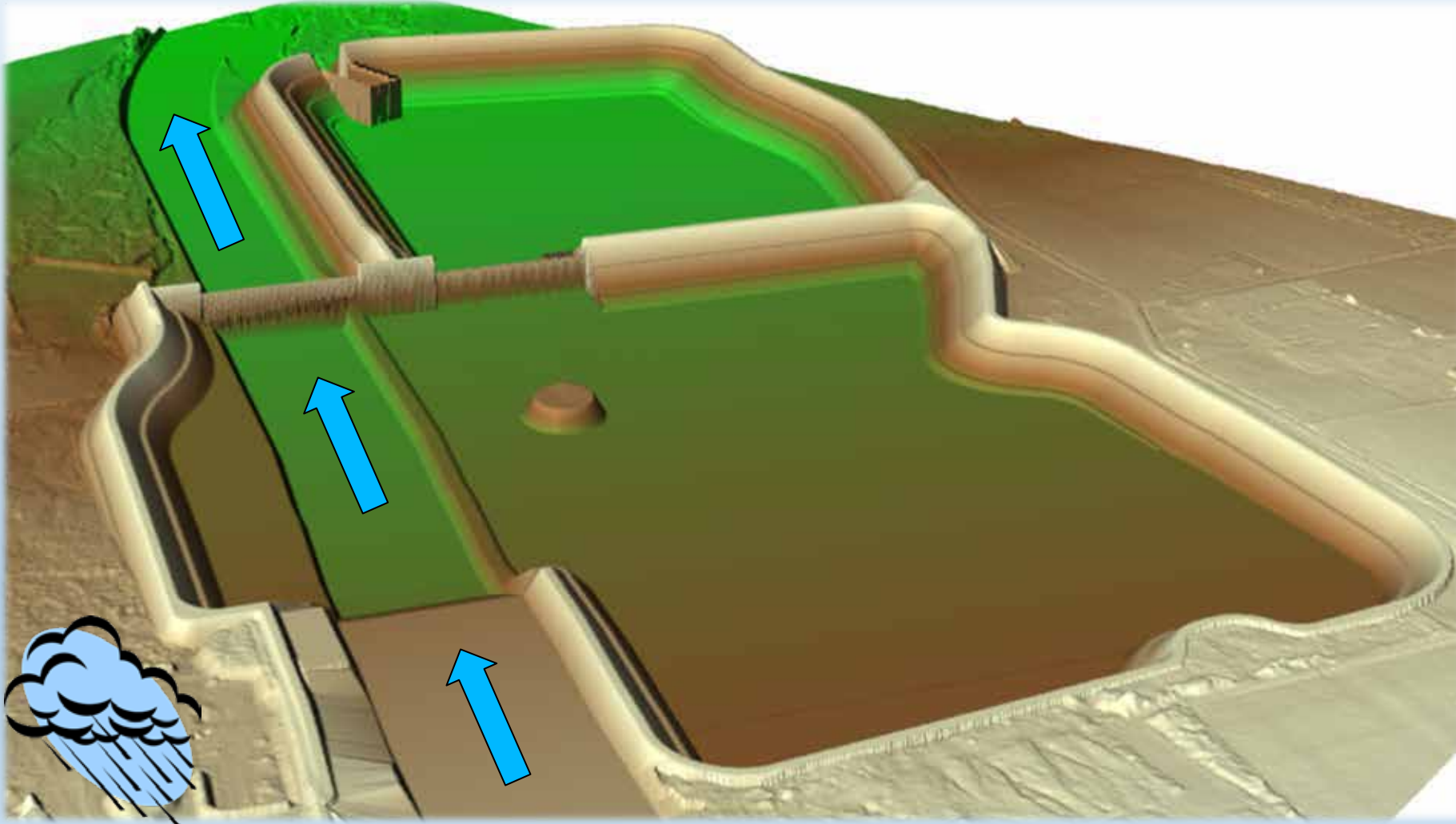
L'opera prevede la realizzazione di due settori di invaso, uno in linea e uno in derivazione (fuori linea) con volume utile complessivo di oltre 5.000.000 m³, alla quota di massima regolazione, la movimentazione di circa 3.800.000 m³ di materiale, di cui 2.000.000 m³ riutilizzati in sito per le arginature e le piste di servizio e quasi 1.800.000 m³ ceduti all'esterno del cantiere. L'area di espansione del torrente Baganza misura **66 ettari** ed è ubicata a circa 15 km a sud della città di Parma.



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

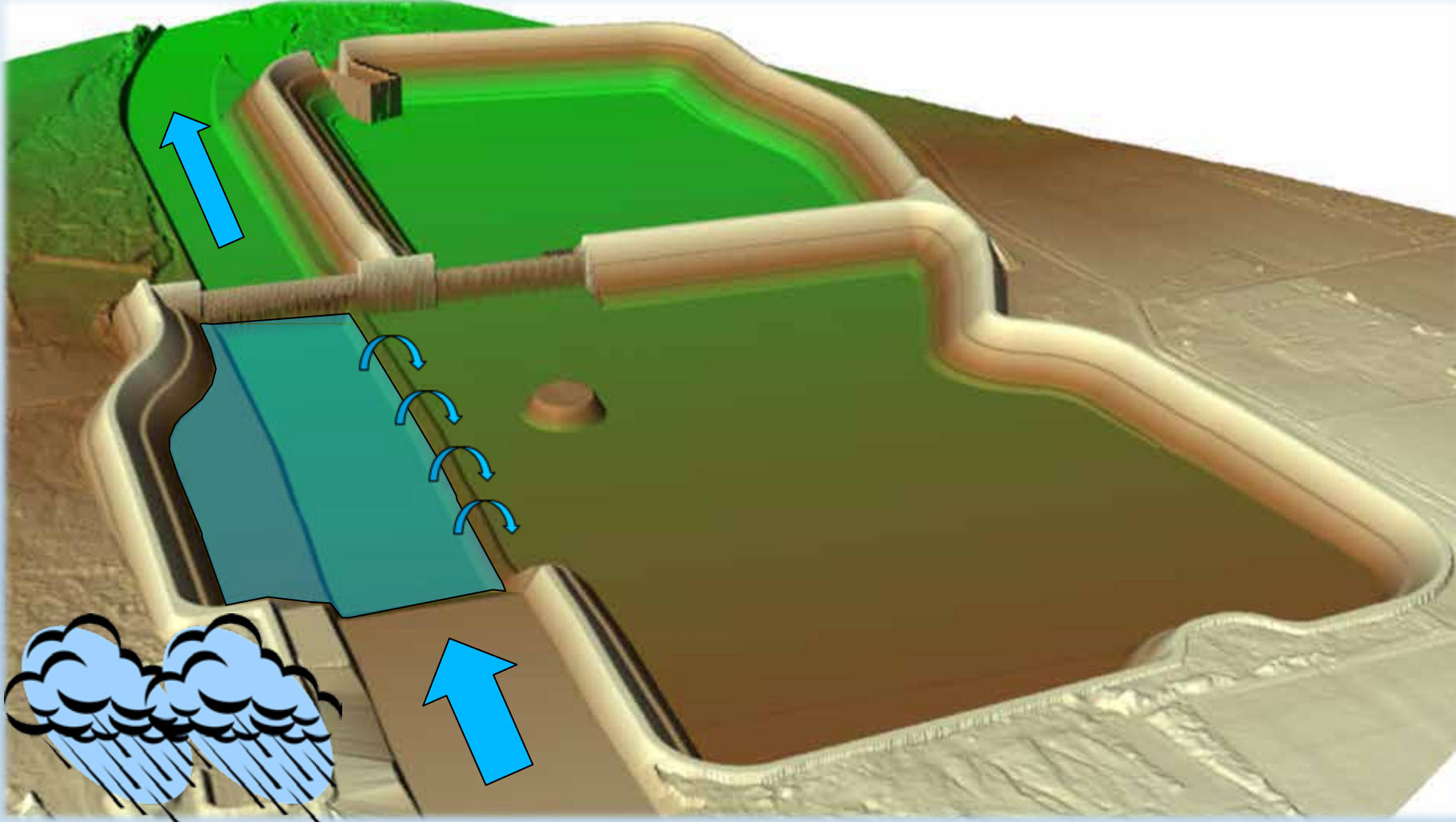
Nell'alveo defluisce una portata compatibile con le condizioni di valle: nessun invaso



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

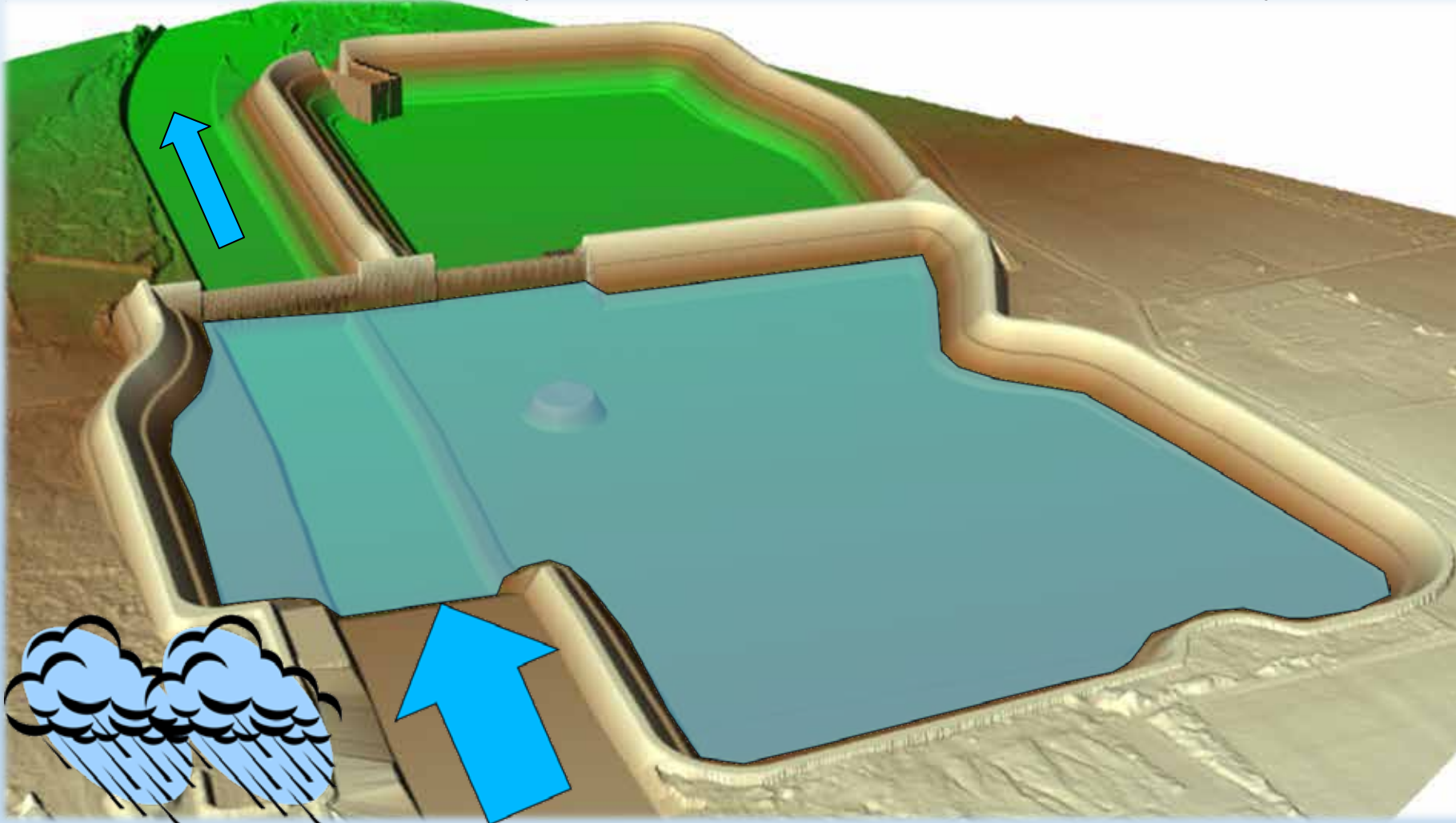
Nell'alveo defluisce una portata superiore a quella compatibile con le condizioni di valle:
inizia il riempimento del Comparto 1



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

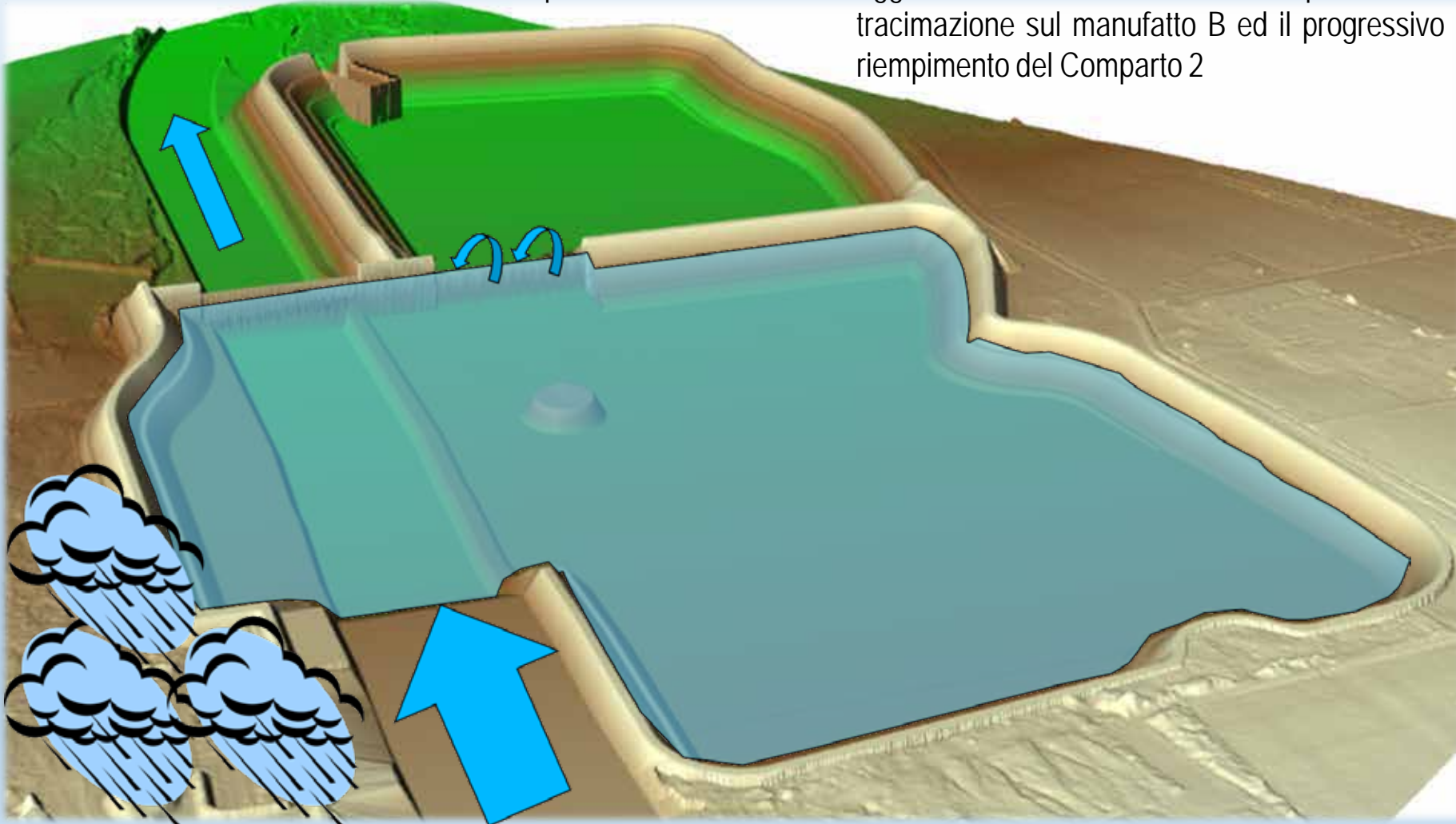
Nell'alveo defluisce una portata superiore a quella compatibile:
le luci di fondo del manufatto A limitano la portata in uscita e determinano l'aumento del livello nel Comparto 1



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

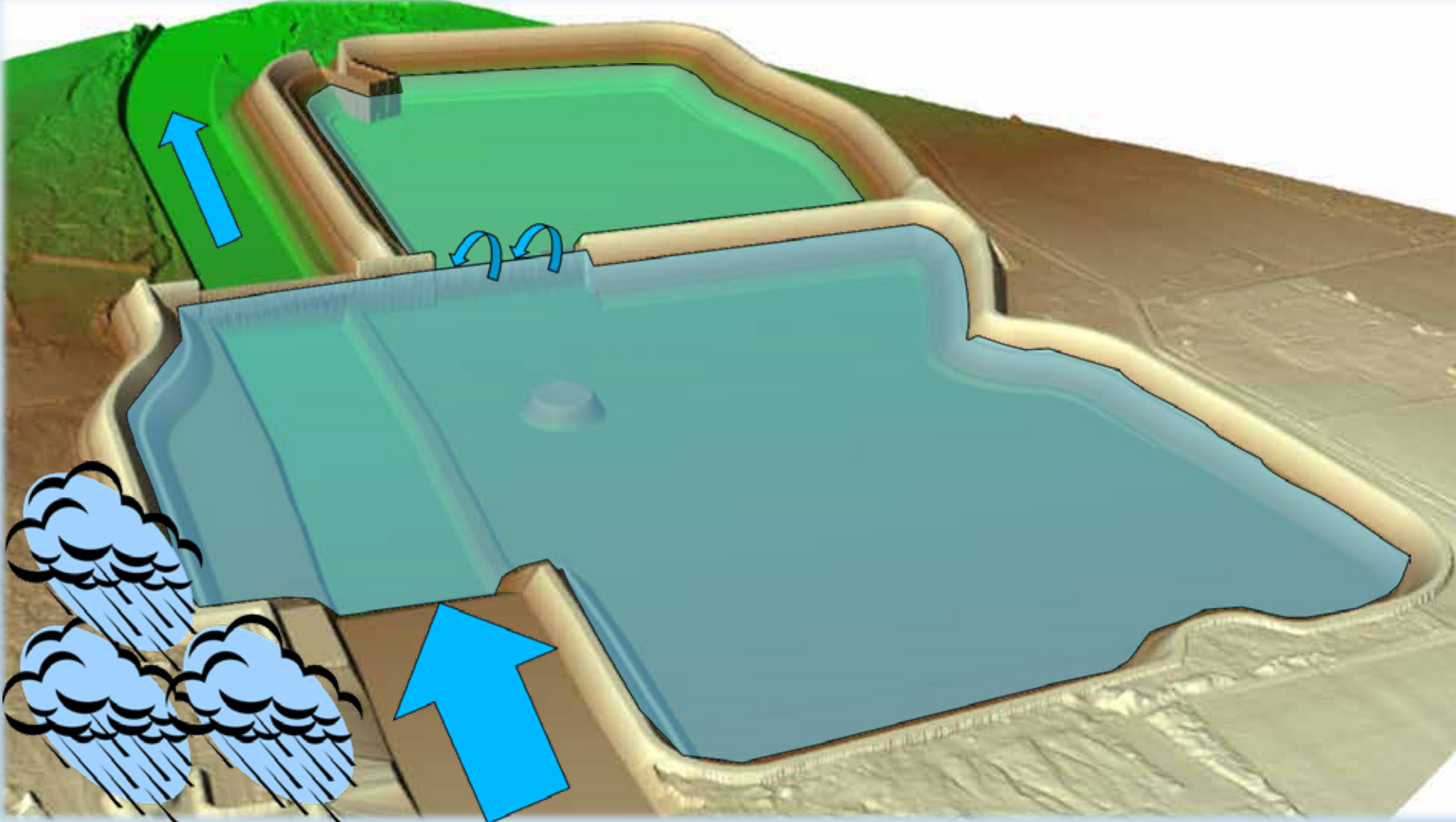
Nell'alveo defluisce una portata superiore a quella compatibile con le condizioni di valle:
le luci di fondo del manufatto A limitano la portata in uscita e viene raggiunto il massimo invasivo nel Comparto 1, ha
tracimazione sul manufatto B ed il progressivo
riempimento del Comparto 2



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

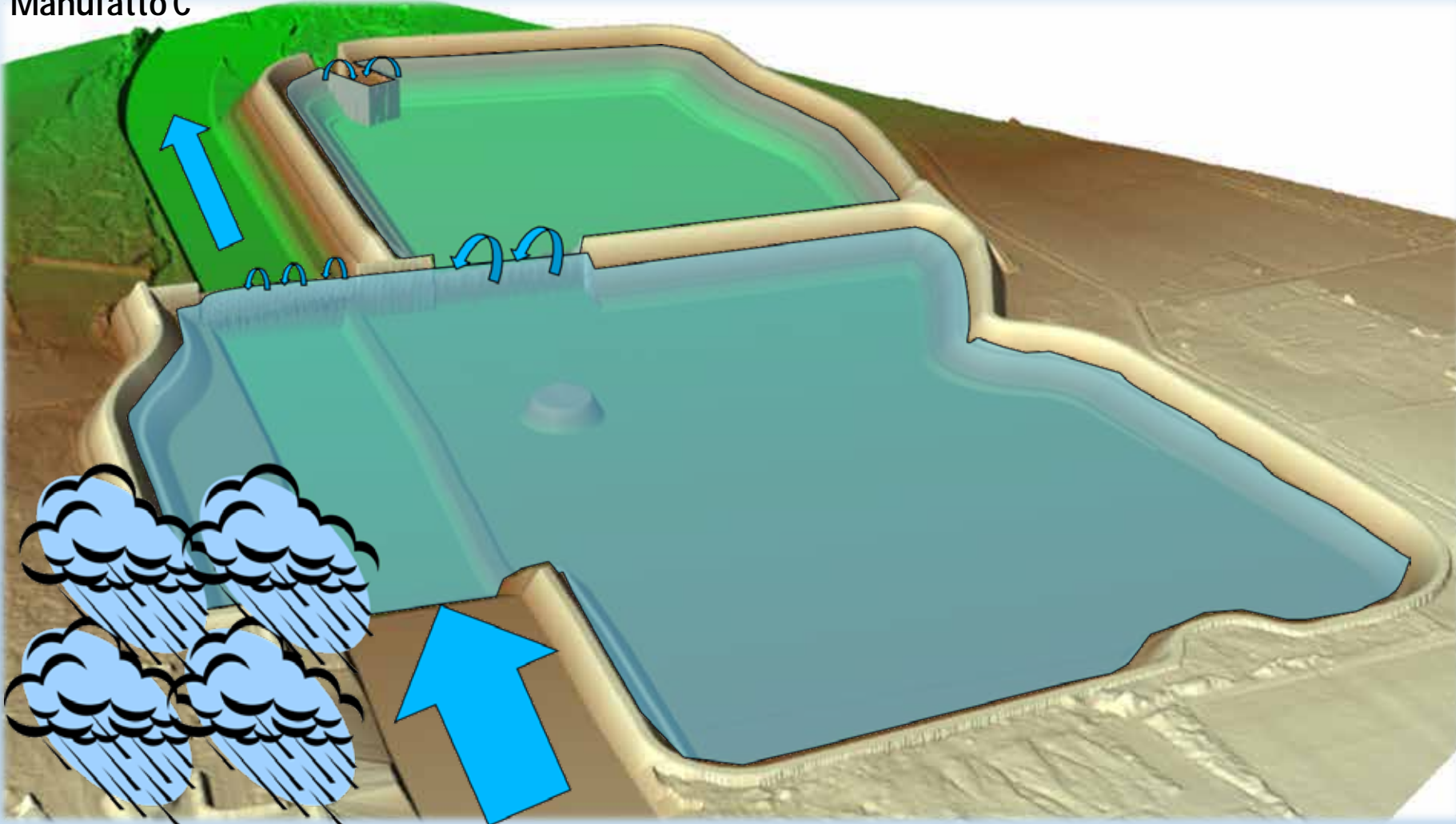
Nell'alveo defluisce una portata superiore a quella compatibile con le condizioni di valle:
le luci di fondo del manufatto A limitano la portata in uscita ed il Comparto 2 inizia il suo riempimento



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

Nell'alveo defluisce una portata superiore a quella compatibile con le condizioni di valle: raggiunto il massimo livello nel Comparto 2, entrano in funzione gli sfioratori posti sul **Manufatto A** e sul **Manufatto C**



QUADRO PROGETTUALE

Il funzionamento della cassa

		Comparto 1	Comparto 2	Totale
Massimo volume di invaso	[m ³]	3'200'000 (145,70 m s.l.m.)	2'560'000 (143.70 m s.l.m.)	5'760'000
Volume di invaso alla massima ritenuta	[m ³]	2'900'000 (144.90 m s.l.m.)	2'160'000 (142.00 m s.l.m.)	5'060'000
Superficie dello specchio d'acqua in caso di massima piena	[ha]	38	23	61
Altezza minima argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	8.7 / 0.0	13.0 / 6.4	-
Altezza massima argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	12.78 / 9.0	16.22 / 14.2	-
Altezza media argini (da fondo cassa / da p.c.)	[m]	10.74 / 4.5	14.61 / 10.3	-
Lunghezza complessiva degli argini di contenimento	[m]	1'915	1'470	3'385

		Manufatto A	Manufatto B	Manufatto C
Lunghezza del profilo sfiorante	[m]	72	114	147.5
Lunghezza del manufatto nella parte centrale (esclusi conci esterni di collegamento)	[m]	120	120	30
Altezza massima rispetto al piano di fondazione	[m]	17.90	15.20	22.40
Altezza rispetto alla soglia delle luci di fondo	[m]	11.90	-	-
Numero luci di fondo	[-]	4	-	-
Dimensioni delle luci di fondo (Bxh)	[m]	6,0 x 3,5	-	-
Apertura ottimale fissa luci di fondo (h) (Tr100/Tr200)	[m]	1.65/ 2.3		
Apertura minore luci regolate (h) (Tr100/Tr200)		1.45 / 2.0		
Portata evacuata (T200), luci fisse / regolate	[m ³ /s]	525 / 470	-	-
Portata evacuata (T100), luci fisse / regolate	[m ³ /s]	385 / 345	-	-

SFIDE IN FASE DEI PROGETTO

ATTIVITA' TECNICHE PRELIMINARI

- § Analisi e caratterizzazione delle sulle terre;
- § Analisi idrogeologiche;
- § Verifica preliminare ordigni bellici (Valutazione Rischio Bellico - VRB);
- § Verifica preventiva dell'interesse archeologico;
- § Monitoraggi ambientali ante-operam.

IDROLOGIA E IDRAULICA

- § Analisi idrologiche per la definizione dei parametri di progetto (Portata al colmo e Volume d'invaso);
- § Scenari idrologici con il modelli di Cambiamento Climatico;
- § Analisi idrauliche di dettaglio per il funzionamento della Cassa;
- § Studi relativi alle onde di piena artificiali conseguenti a manovre degli organi di scarico o ad ipotetico collasso delle dighe;
- § Ipotesi del Piano di Laminazione;
- § Analisi sul trasporto solido;
- § Analisi idrauliche su modello fisico

STRUTTURE

- § Studio Sismotettonico;
- § Verifiche e dimensionamenti dei consolidamenti strutturali per i piani di fondazione dei manufatti A e B;
- § Schermature idrauliche al di sotto delle arginature e dei manufatti A, B e C;
- § Verifiche e dimensionamenti dei manufatti A, B, C e della briglia selettiva di monte.

SFIDE IN FASE DEI PROGETTO

Iter tecnico e gestionale delle opere di laminazione classificate grandi dighe

FASE di PROGETTAZIONE

▪ Esame ed approvazione in linea tecnica dei progetti

DPR n.1363/59 – art.1÷6 procedimento tecnico amministrativo per l'istruttoria dei progetti dal parere sul progetto preliminare sino all'approvazione del progetto definitivo della diga ed esecutivo delle strutture resistenti complementari (Legge n.584/94 art 1, c.7 bis)

Parere del Consiglio Superiore LL.PP.

▪ D.M. 24 marzo 1982 “Norme tecniche per la progettazione delle opere di Nuove N.T. Dighe (DM 26.06.2014)

Ai sensi della circolare **Min. LL.PP. 352/87**, al progetto vanno anche allegati i seguenti documenti salienti:

- § studio sull'onda di piena conseguente ad ipotetico collasso dello sbarramento e analogo studio per manovre volontarie degli organi di scarico va allegato al progetto;
- § schemi impianti elettromeccanici delle apparecchiature di comando e controllo degli organi di scarico, con ridondanze di sistema.

La circolare **PCM 13.12.95 - DSTN/2/22806** dispone inoltre che va valutata la massima portata di piena transitabile in alveo, a valle diga, contenuta nella fascia di pertinenza fluviale; tale valore di portata non può essere superato nel corso delle manovre ordinarie degli scarichi.

GLI STUDI RELATIVI ALLE ONDE DI PIENA ARTIFICIALI CONSEGUENTI A MANOVRE DEGLI ORGANI DI SCARICO O AD IPOTETICO COLLASSO DELLE DIGHE

Lo studio dell'Università di Parma ha affrontato diversi scenari:

1. gli scenari di invaso della cassa in occasione di una **piena millenaria** (1a) e **trimillenaria** (1b)
2. gli allagamenti conseguenti al collasso totale ed istantaneo del manufatto regolatore (**dam-break**)
3. gli allagamenti conseguenti all'apertura di una breccia nell'argine (**dam-breach**) in terra del comparto fuori linea della cassa (comparto 2)
4. la stima della portata effluente dagli **organi di scarico** e la conseguente propagazione della piena.

Il riferimento normativo è la Circ. PCM/DSTN/22806 del 1995 “disposizioni attuative e integrative in materia di dighe”

L'obiettivo dello studio determinare, per ogni simulazione:

- § le massime altezze idriche;
- § le massime profondità;
- § le massime velocità;
- § le massime profondità totali;
- § i tempi di arrivo del fronte d'onda;
- § le portate transitanti nelle sezioni fluviali raggiunte dopo gli eventi simulati.

Lo studio ha affrontato diversi scenari:

1. gli scenari di invaso della cassa in occasione di una **piena millenaria (1a)** e **trimillenaria (1b)**

In questa simulazione è stato analizzato lo scenario di riempimento della cassa di espansione in occasione di un evento di piena di tempo di ritorno $T=1000$ al fine di accertarsi se l'onda di piena in arrivo da monte sia completamente contenuta in alveo o, al contrario, aggiri la cassa di espansione, allagando i territori limitrofi.

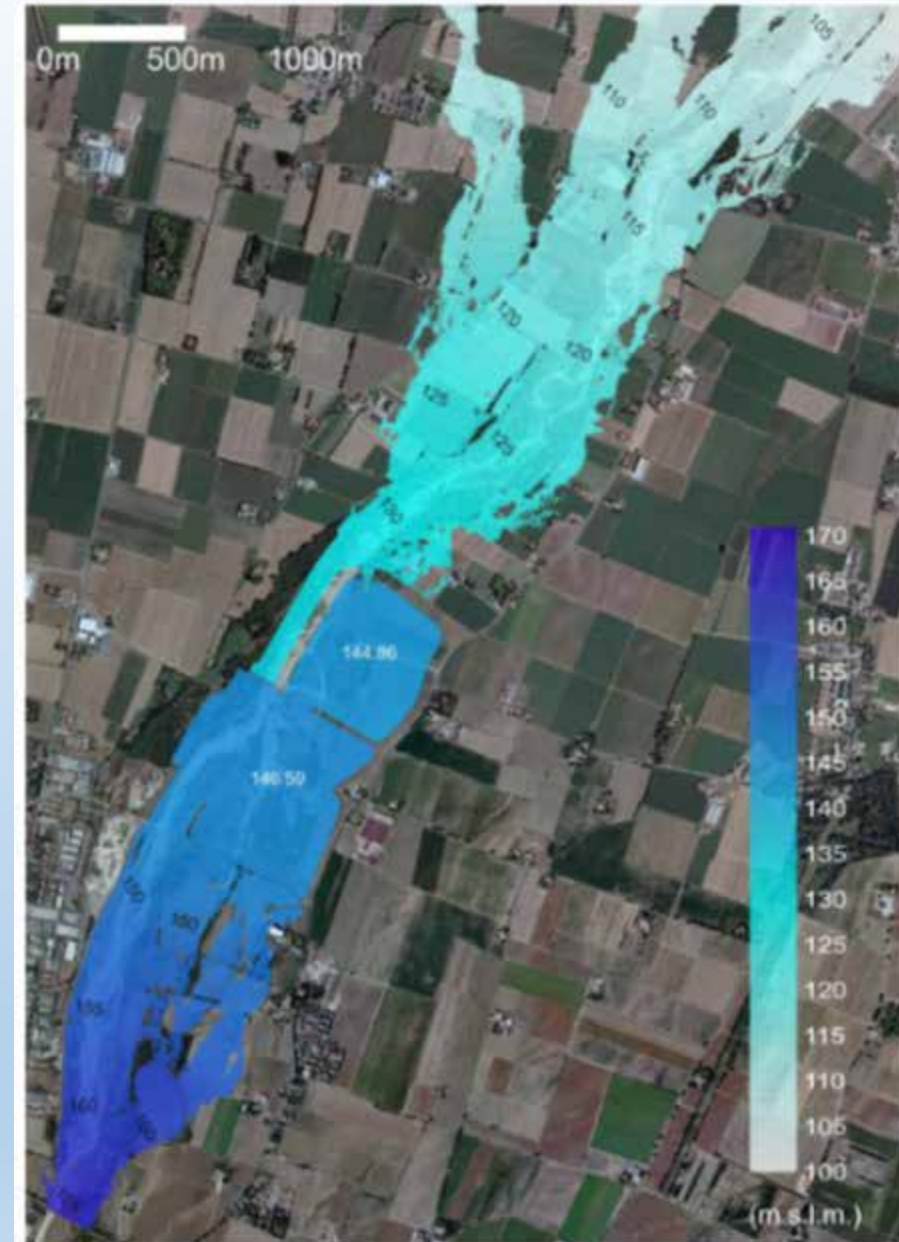
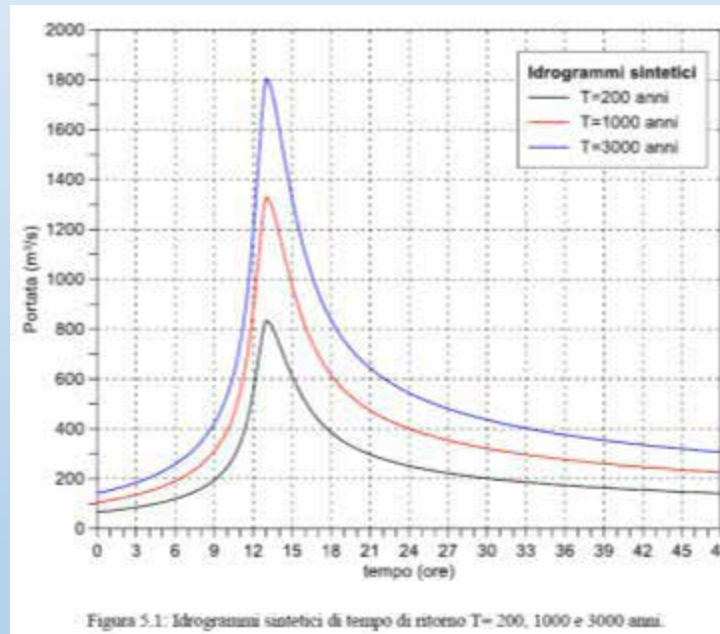


Figura 5.6: Involuppo delle massime quote idriche nel comparto di studio (tempo di ritorno 1000 anni).

Lo studio ha affrontato diversi scenari:

1. gli scenari di invaso della cassa in occasione di una **piena millenaria (1a)** e **trimillenaria (1b)**

In questa simulazione è stato analizzato lo scenario di riempimento della cassa di espansione in occasione di un evento di piena di tempo di ritorno $T=3000$.

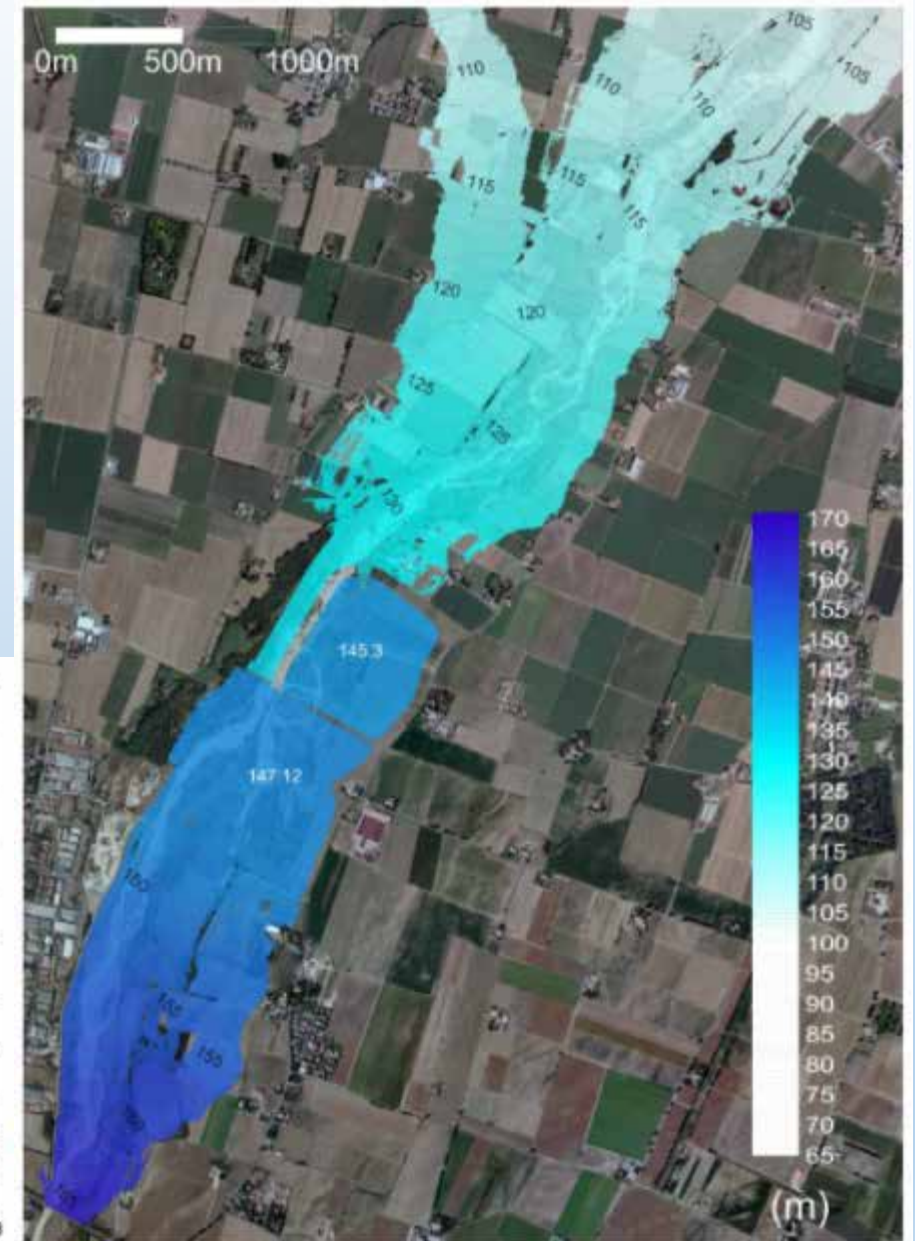
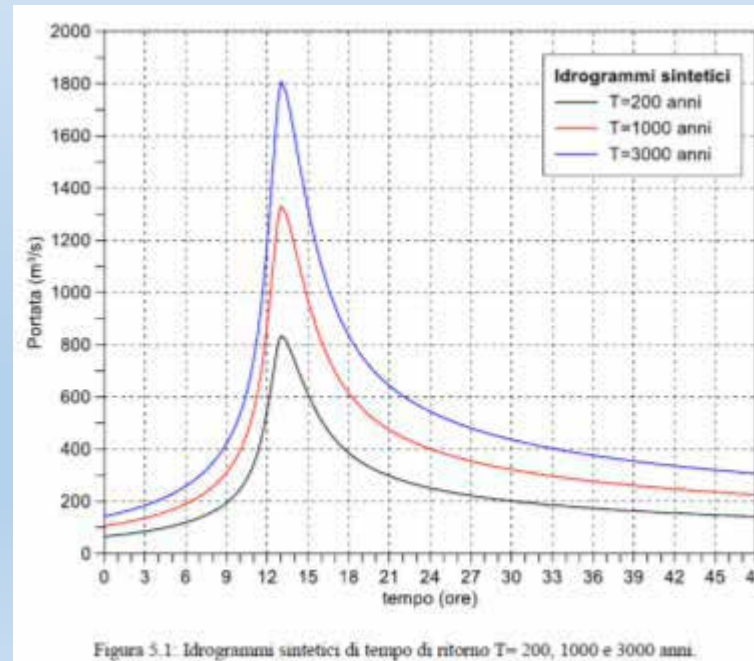


Figura 5.14: Involuppo delle massime quote idriche nel comparto di studio (tempo di ritorno 3000 anni).

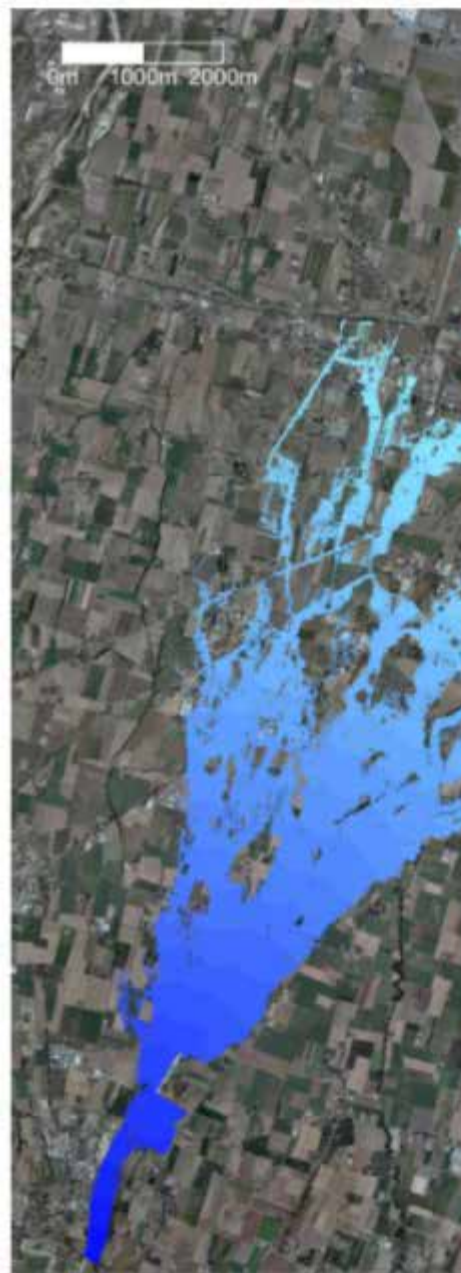


Figura 5.24: Inviluppo delle massime quote idriche nel

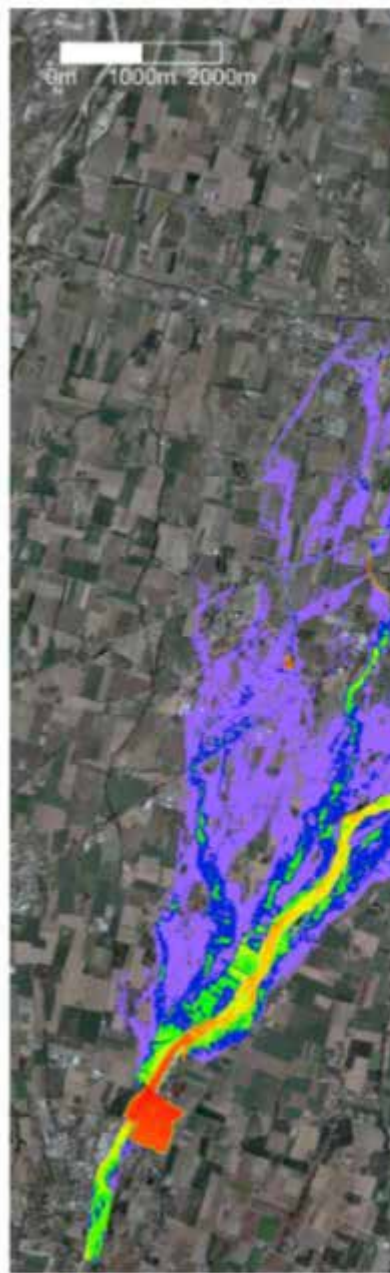


Figura 5.25: Inviluppo delle massime profondità

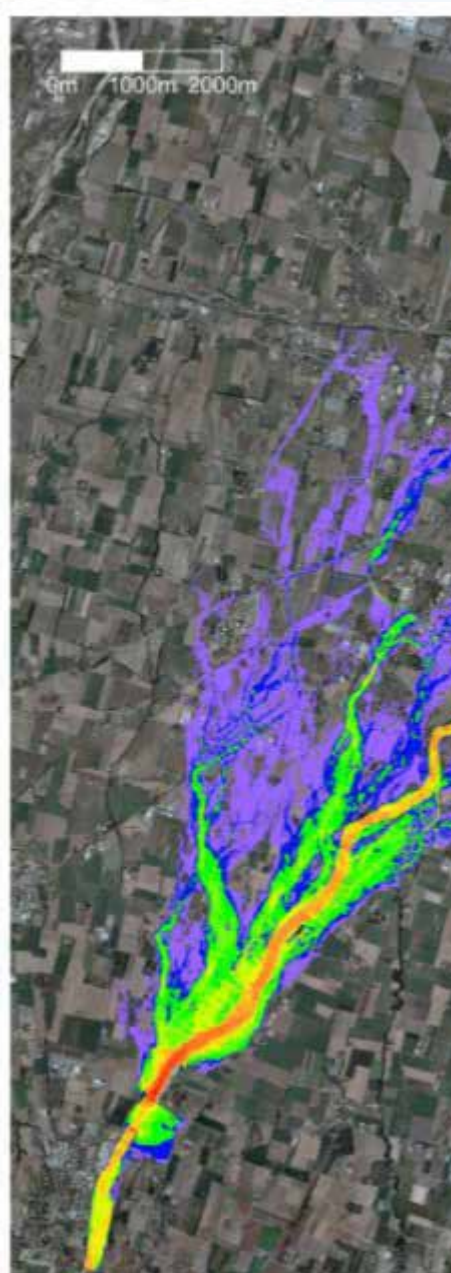


Figura 5.26: Inviluppo delle massime velocità nel co

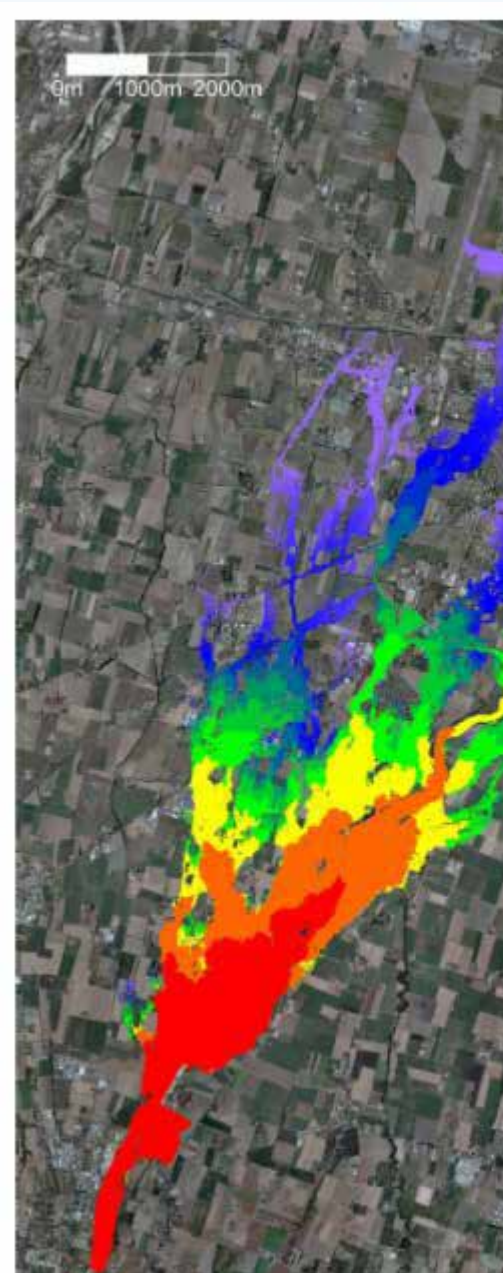


Figura 5.27: Tempi di arrivo del fronte d'onda nel compar

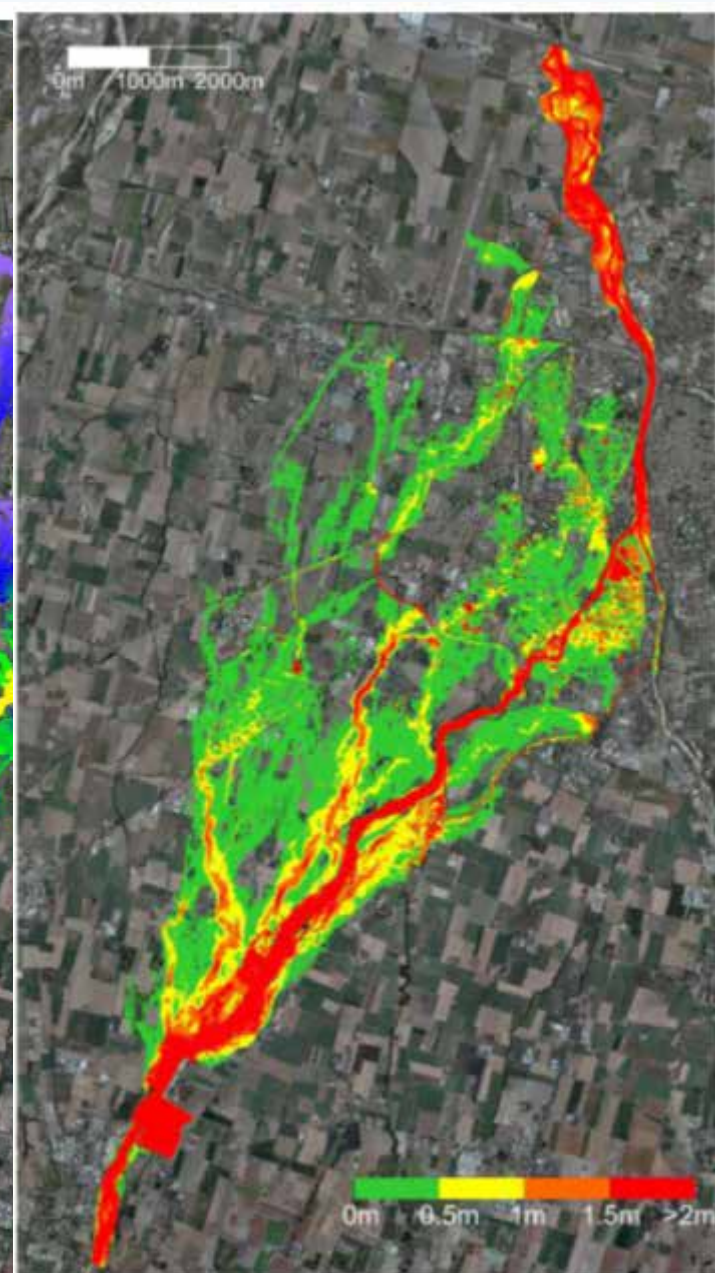


Figura 5.28: Massime profondità totali raggiunte nel comparto di studio (Scenario 2)



Figura 5.46: Involuppo delle



Figura 5.47: Involuppo delle massime

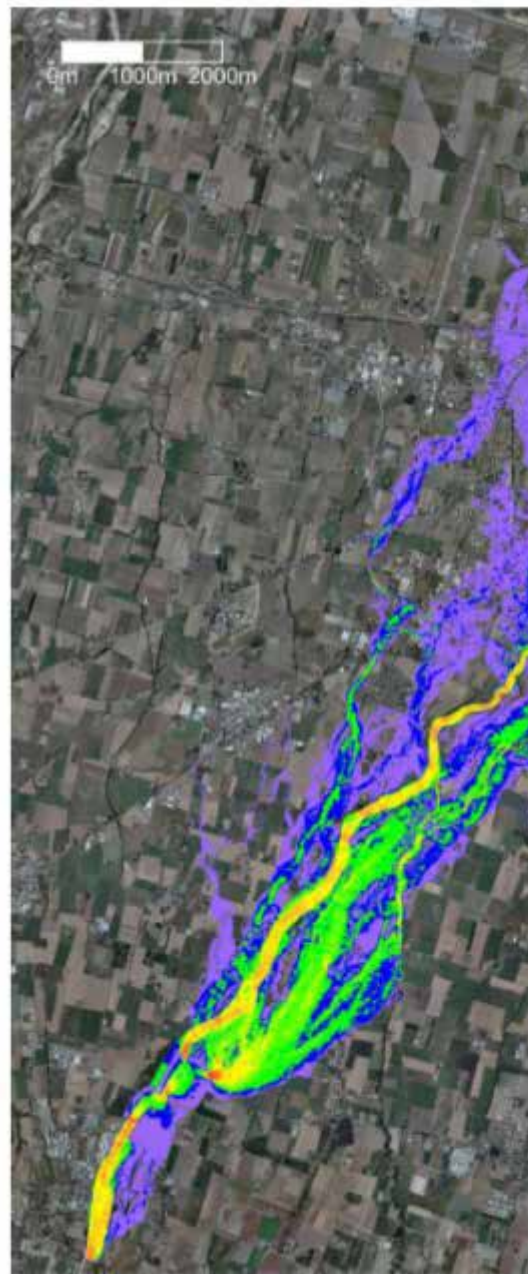


Figura 5.48: Involuppo delle velocità massime per lo

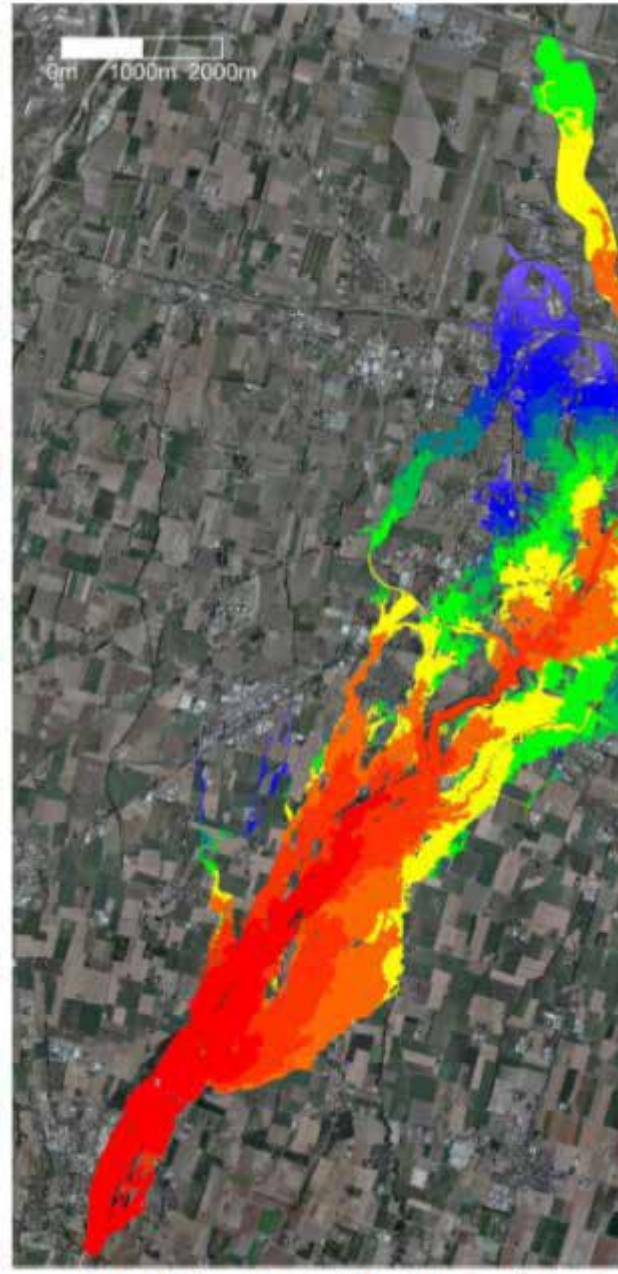


Figura 5.49: Tempi di arrivo del fronte d'onda per lo Scenario 3

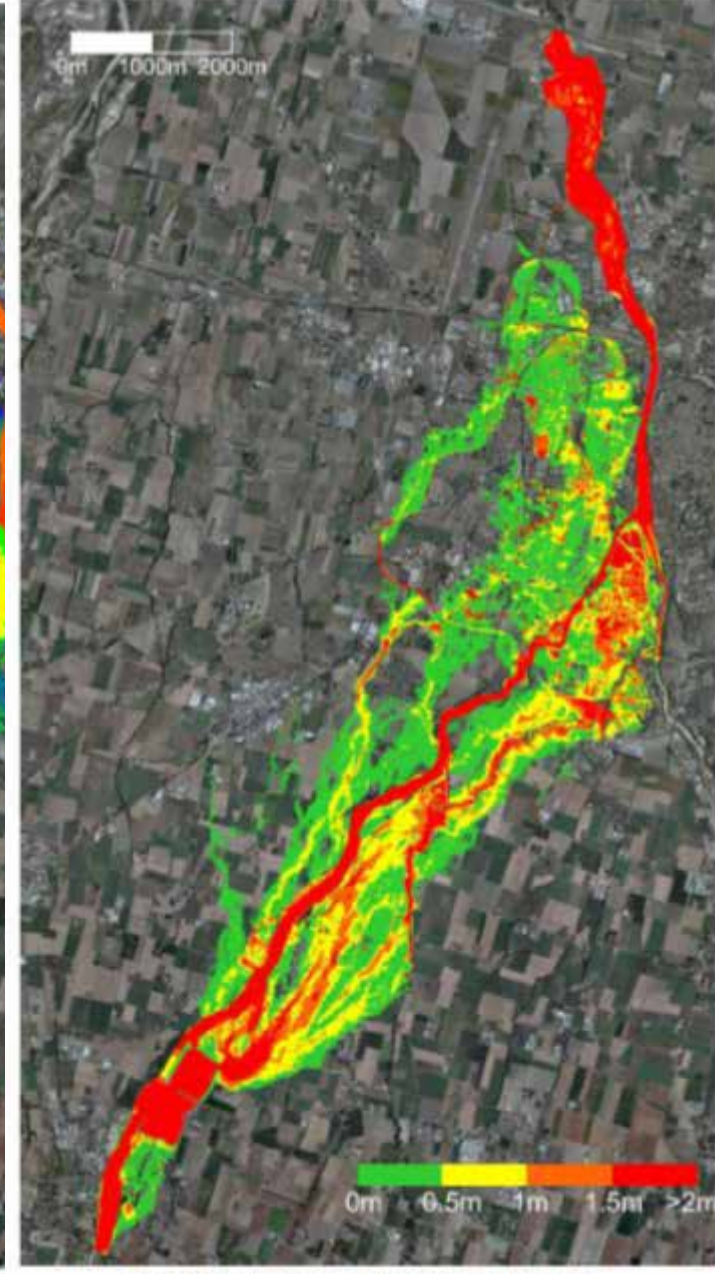


Figura 5.50: Massime profondità totali per lo Scenario 3



Figura 5.60: Involuppo delle massime profondità



Figura 5.61: Involuppo delle massime velocità (Scenario 4).



Figura 5.62: Tempi di arrivo del fronte d'onda (Scenario 4).



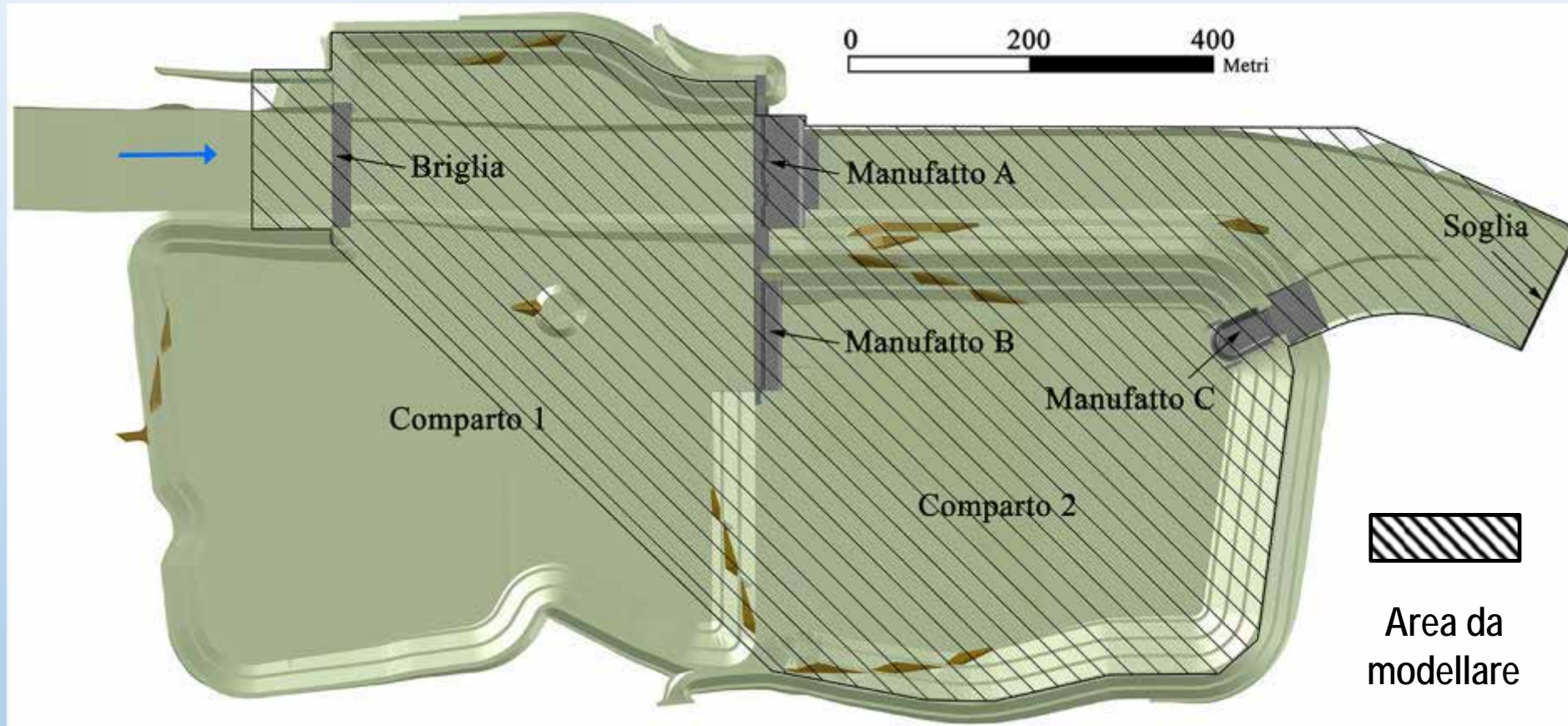
Figura 5.63: Massime profondità totali (Scenario 4).

OBIETTIVI DELLA MODELLAZIONE FISICA DELLA CASSA DI ESPANSIONE SUL TORRENTE BAGANZA

Le attività sperimentali condotte hanno avuto lo scopo di definire compiutamente:

- 1. le scale delle portate dei Manufatti A, B e C.** Per il manufatto A sono state considerate le luci di fondo con diverse parzializzazioni delle paratoie. Ove necessario, per il manufatto C sono state individuate anche le condizioni limite di saturazione;
- 2. il corretto dimensionamento delle opere di dissipazione dei Manufatti A, B e C.** In particolare, è stata verificata l'adeguatezza delle opere di contenimento laterale del flusso uscente dai manufatti e l'idoneità delle opere a contenere i fenomeni dissipativi; sono state altresì effettuate misure di velocità in una serie di punti di una sezione trasversale posta al termine della vasca di dissipazione;
3. le pressioni medie in alcuni punti del paramento di valle dei manufatti A, B e C;
- 4. il campo di velocità nel tratto d'alveo a valle del Manufatto A,** con riferimento alla sponda destra del torrente, dove la corrente idrica risulta a ridosso dell'arginatura del Comparto 2;
5. il campo di moto in corrispondenza dell'immissione dello scarico del Manufatto C nell'alveo del torrente Baganza, a monte della soglia di stabilizzazione.

AREA OGGETTO DELLA MODELLAZIONE

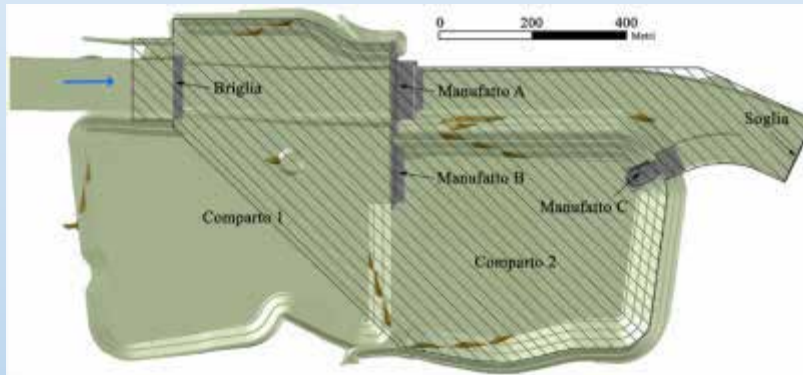


SCELTA DELLA SCALA GEOMETRICA

Lunghezza nel modello \rightarrow

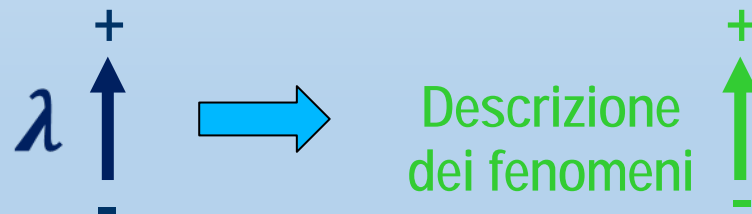
Lunghezza nel prototipo \rightarrow

$$\frac{l_m}{l_p} = \lambda$$



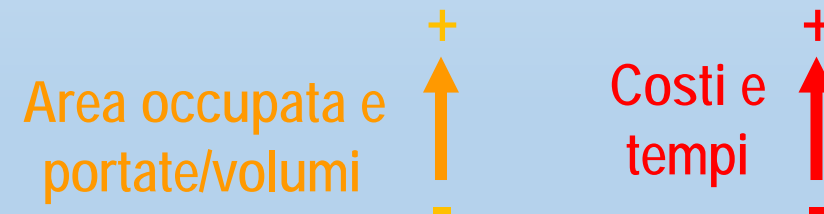
Rapporto di scala geometrico dettato da:

- § Capacità di descrivere correttamente il comportamento del prototipo
- § Caratteristiche del laboratorio che ha ospitato il modello (dimensioni e circuito idraulico)
- § Costi e tempi di realizzazione



Rapporto di scala geometrico adottato

$$\lambda = 1:40$$



(Tipicamente $\lambda = 1:20 \div 1:100$)

Scale geometriche non deformate

Similitudine di Froude

Idonea per moto di un fluido reale a pelo libero e quindi soggetto alla gravità

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gh}}$$

Es.: modellazione di corsi d'acqua naturali, scaricatori di piena, luci a stramazzo e a battente (es. manufatti regolatori), opere di derivazione, di scarico e dissipazione, ecc.

Grandezza	Rapporto di scala	
Lunghezze	λ	1:40
Aree	λ^2	1:1600
Volume	λ^3	1:64000
Velocità	$\lambda^{1/2}$	1:6.32
Tempo	$\lambda^{1/2}$	1:6.32
Portata	$\lambda^{5/2}$	1:10119
Pressione	λ	1:40
Forza	λ^3	1:64000
Coeff. scabr. di Strickler	$\lambda^{-1/6}$	1:0.54

PORTATE CARATTERISTICHE NEL PROTOTIPO E NEL MODELLO

T (anni)	Portata prot. PE (m ³ /s)	Portata mod. (l/s)
5	350	34.6
10	461	45.6
20	585	57.8
50	752	74.3
100	872	86.2
200	992	98.0
500	1156	114.2
1000	1264	124.9
3000	1435	141.8

Portata massima disponibile
nel Laboratorio di idraulica 2
di AIPO

> 400 l/s

REALIZZAZIONE DEL MODELLO: OPERE MURARIE DI BASE (1/3)



REALIZZAZIONE DEL MODELLO: OPERE MURARIE DI BASE (2/3)



REALIZZAZIONE DEL MODELLO: OPERE MURARIE DI BASE (3/3)

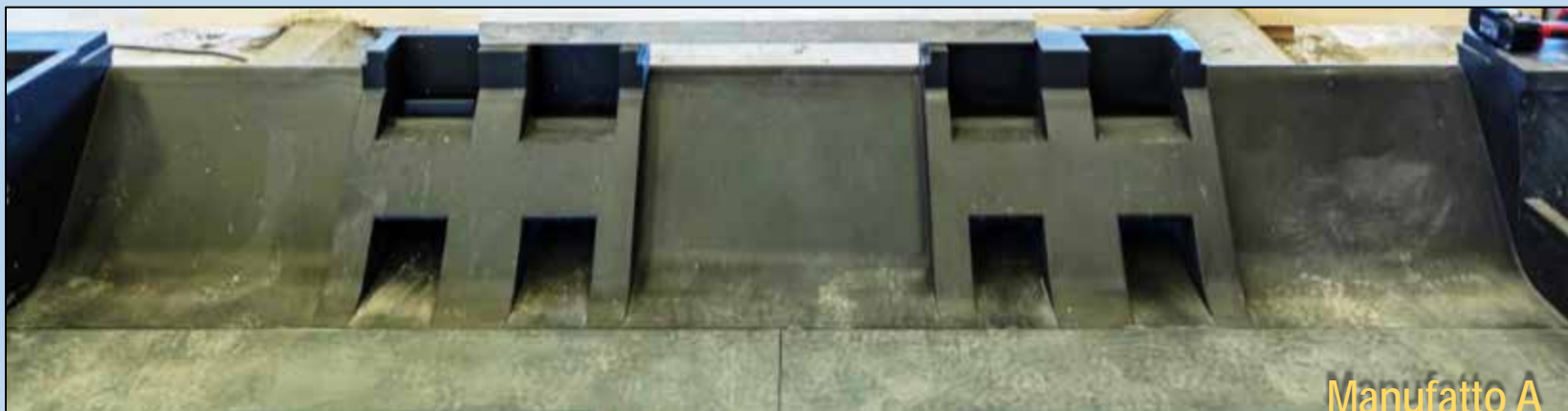


REALIZZAZIONE DEL MODELLO: MANUFATTI IN COSTRUZIONE

- Lavorazione a controllo numerico con accuratezza pari a 1/10 mm;
- Materiale: resina poliuretanica (densità pari a 700 kg/m³).



REALIZZAZIONE DEL MODELLO: MANUFATTI FINITI



REALIZZAZIONE DEL MODELLO: VASCHE DI DISSIPAZIONE

- Lavorazione a controllo numerico dei pezzi e assemblaggio/incollaggio in laboratorio;
- Materiale: PVC (polivinilcloruro).



REALIZZAZIONE DEL MODELLO: ALVEO E ARGINATURE



MODELLO REALIZZATO



Vista da valle

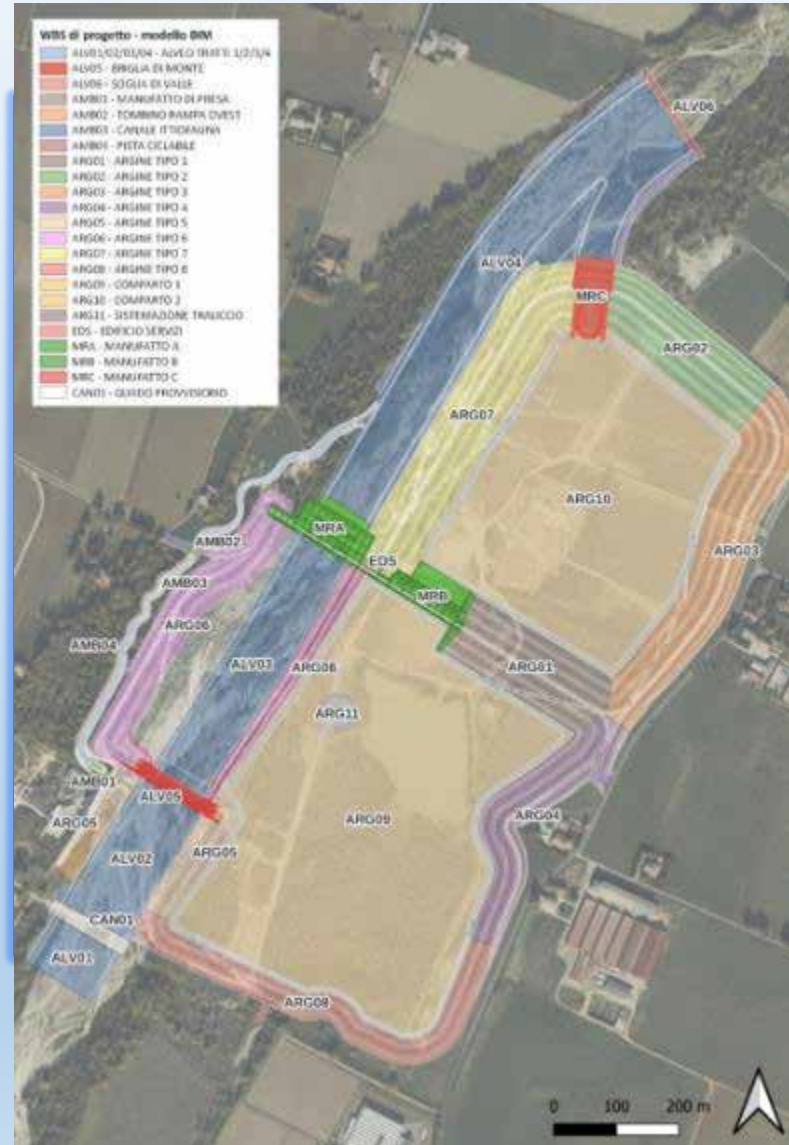


Vista da monte

SFIDE IN FASE DI ESECUZIONE

ATTIVITA' CORRELATE AI LAVORI

- § Gestione delle terre – Piano della terre e rocce da scavo;
- § Bonifica bellica sistemica terrestre;
- § Assistenza archeologica in fase di esecuzione dei lavori e bonifica archeologica;
- § Monitoraggi ambientali in corso d'opera:
 - q *Acque sotterranee*
 - q *Avifauna*
 - q *Ittiofauna*
 - q *Ricchezza unità morfologiche*
 - q *Stato ecologico*



CONTROLLI E GESTIONE DEL CANTIERE

- Prove sui materiali **CLS (178.000 mc)**, **acciai (6.800.000 kg)**, TNT, pietrame;
- Prove di verifica della perfetta esecuzione delle arginature in terra;
- Prove sugli schermi idraulici e i consolidamenti strutturali;
- Piattaforma BIM.

CAMPI PROVA JET- SCHERMI IDRAULICI E STRUTTURALI



Campo prova jet n.1: analisi visiva del risultato dei trattamenti in jet grouting (colonne Ø600, set 1) - foto del 14/02/2022



Campo prova jet n.2bis: analisi visiva del risultato dei trattamenti in jet grouting (colonne Ø1200, set 1) - foto del 11/02/2022



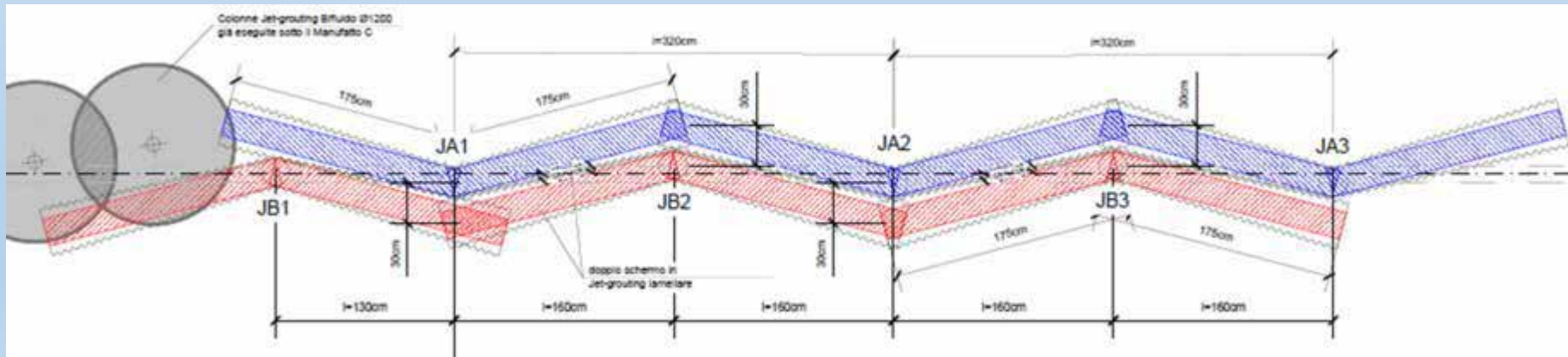
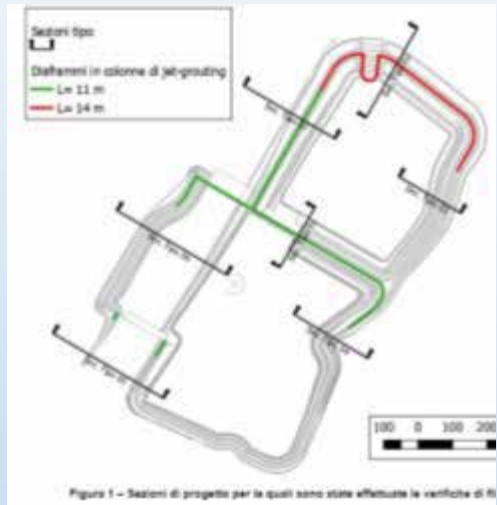
Campo prova jet n.2bis: analisi visiva del risultato dei trattamenti in jet grouting (colonne Ø2500, set 1) - foto del 11/02/2022



Campo prova jet n.2bis: analisi visiva del risultato dei trattamenti in jet grouting (colonne Ø1200, set 1) - foto del 11/02/2022

SCHERMI IDRAULICI al di sotto delle arginature

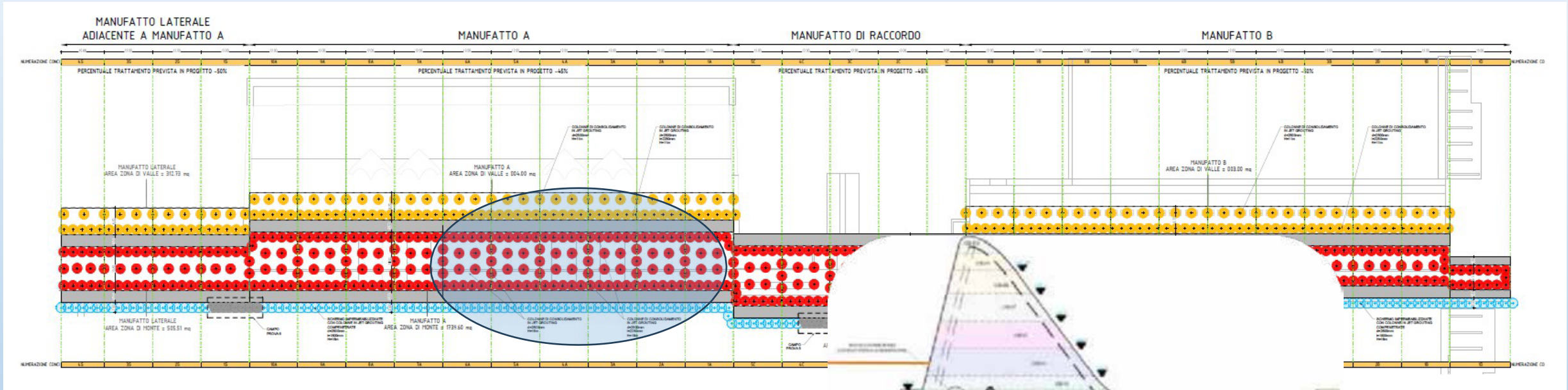
A fronte dei consolidamenti colonnari di diametro $\varnothing 600\text{mm}$ con sistema monofluido previsti in progetto esecutivo, su proposta dell'impresa in contraddittorio con la DL e con l'approvazione dalla DGD, dopo opportune verifiche sui campi prova, lo schermo idraulico al di sotto delle arginature è stato realizzato con tecnologia **jet grouting doppio-lamellare** mediante due file contrapposte di schermi eseguiti tramite ugelli mono-direzionali, usando il sistema bifluido, con interasse 3,2 m e raggio d'azione di 1,75 m.



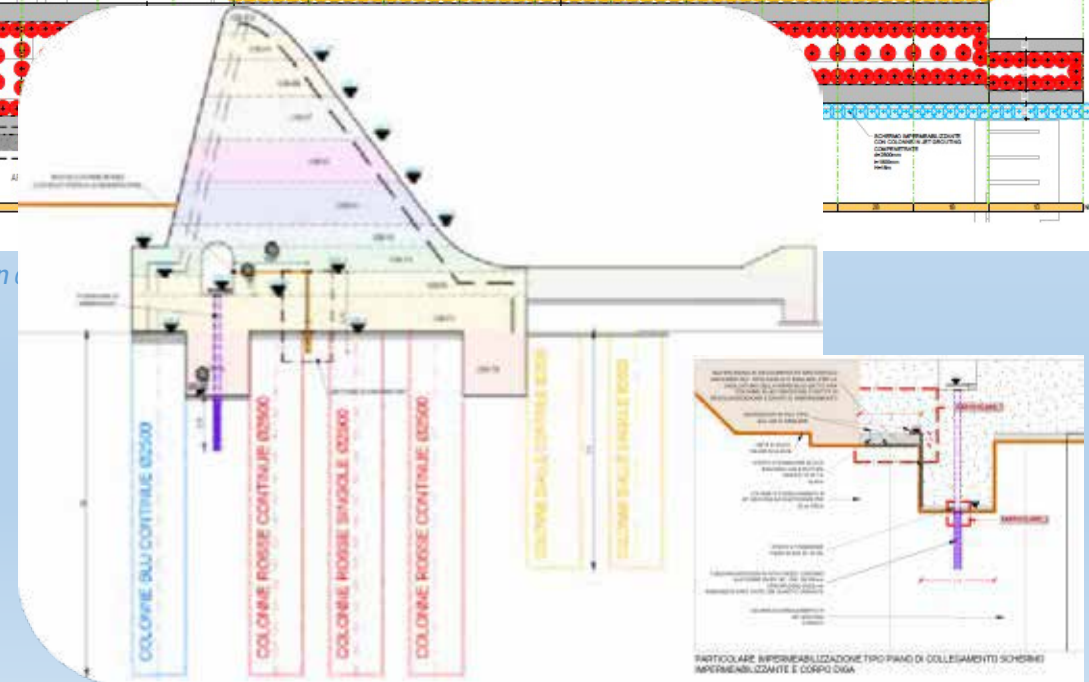
Campo prova schermo idraulico in jet grouting doppio-lamellare

SCHERMI IDRAULICI E DI CONSOLIDAMENTO al di sotto dei manufatti A e B

Gli schermi idraulici e di consolidamento, al di sotto dei manufatti A e B, sono stati realizzati tramite colonne di jet-grouting di diametro $\varnothing 2500$ mm.



Schema in pianta dello schermo idraulico e di consolidamento in

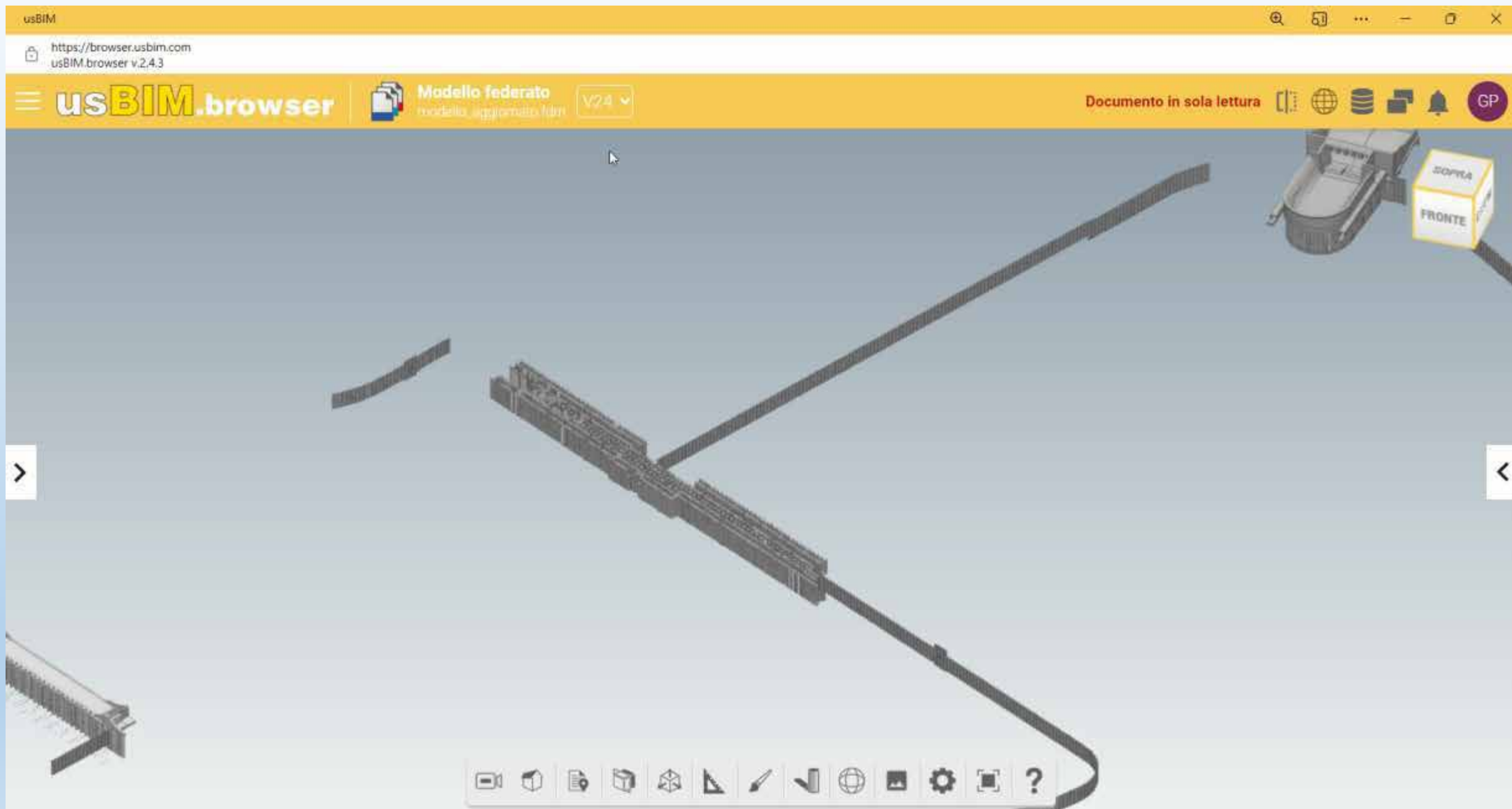


MANUFATTO A - foto del cantiere giugno 2025



CAROTAGGI SUGLI SCHERMI IDRAULICI E DI CONSOLIDAMENTO al di sotto dei manufatti A e B





BRIGLIA SELETTIVA DI MONTE

La briglia di monte è la struttura d'ingresso dell'invaso

La briglia selettiva di monte funge da ingresso dell'invaso, regola i flussi in entrata, riduce l'apporto di materiale flottante ed insieme alla soglia di valle ha funzione di stabilizzazione della pendenza dell'alveo impedendo l'erosione regressiva indotta dallo scavo.

È fondata su 390 pali tubati in cemento armato realizzati con la tecnologia Case Pile, lunghi da 8 m (in corrispondenza della platea di valle) a 19 m (sull'allineamento della gaveta). I pali trivellati e gettati in opera hanno un $\varnothing 1000$ mm e interasse 1.20 m in corrispondenza della gaveta e di 1.50 m sotto la platea di valle. Per garantire la sicurezza dello scavo in fase di costruzione sono stati inseriti dei tiranti provvisori di sostegno della paratia.

La briglia intercetta e gestisce il trasporto solido del torrente **tramite 25 denti** in calcestruzzo affioranti, proteggendo i manufatti a valle e assicurando condizioni di esercizio sicure anche durante piene intense. I pettini in calcestruzzo armato, alti 3 m e spessi 0,5 m, sono incastrati sulla soglia di sfioro (trave di testa dei pali) con interasse di 4,5 m.

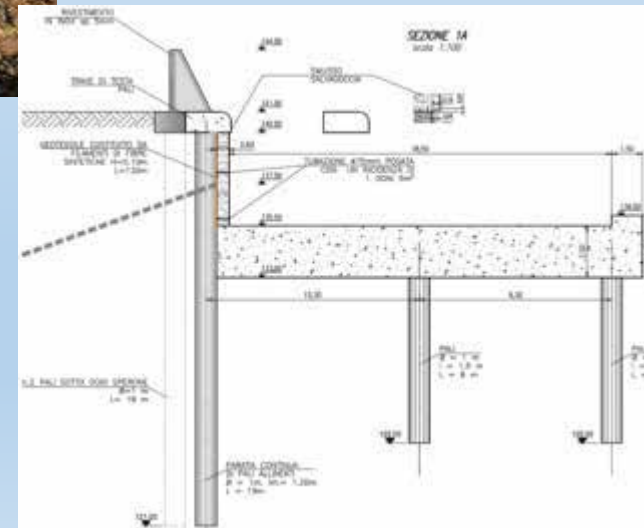
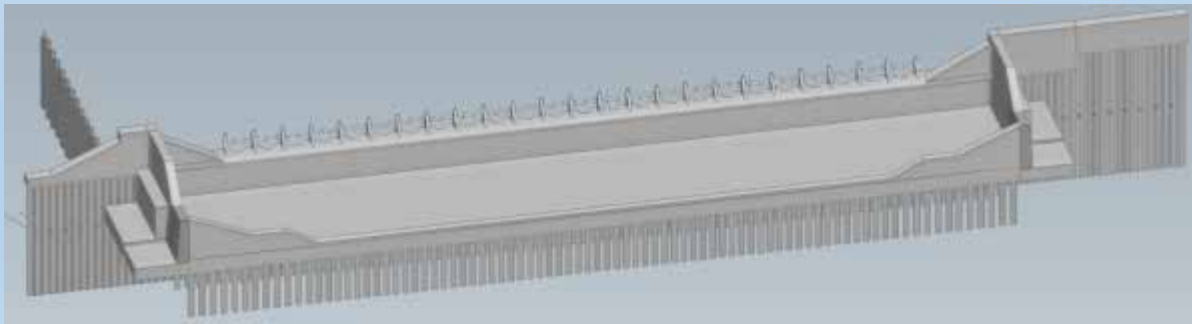


BRIGLIA SELETTIVA DI MONTE



Una paratia di pali sostiene il terreno in corrispondenza del **salto dalla quota 141,00 m s.m. alla quota 135,50 m s.m.**. La paratia è costituita da pali secanti in calcestruzzo armato gettati in opera della lunghezza di 19 m, aventi diametro $\varnothing 1000$ mm e spaziatura $s = 0,80$ m; questi sono connessi in testa da una trave di collegamento.

Al di sopra della trave sono impostati speroni in c.a. di altezza 3 m che costituiscono briglia selettiva, aventi spaziatura longitudinale $s = 4,50$ m. In corrispondenza di ogni sperone, la paratia è rinforzata da una ulteriore coppia di pali $\varnothing 1000$ mm in calcestruzzo armato affiancati (spaziatura $s = 1$ m).



BRIGLIA SELETTIVA DI MONTE



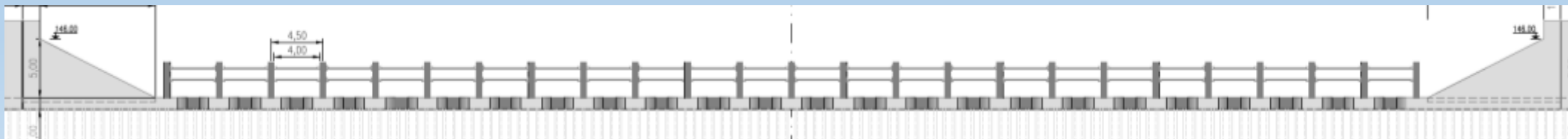
Le principali grandezze che caratterizzano la briglia sono:

- larghezza soglia fissa: 110 m
- quota di sommità della soglia fissa: 141.0 m s.m
- altezza dei setti verticali: 3 m
- spessore dei setti: 0.5 m
- interasse tra i setti: 4.5 m
- luce libera tra i setti: 4 m
- altezza del coronamento arginale a monte della briglia selettiva: 147.50 m s.m.

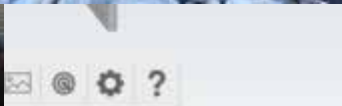
L'altezza dei setti per il trattenimento del materiale flottante è stato determinato in modo tale da garantire un valore del franco di sicurezza rispetto al coronamento degli argini pari ad almeno:

- 1.0 m con riferimento ad un evento di piena duecentennale, considerando la briglia selettiva intasata al 75%;
- 0.5 m con riferimento ad un evento di piena duecentennale, considerando la briglia selettiva intasata al 100%.

Inoltre si è verificato che non ci sia tracimazione degli argini con riferimento ad un evento di piena millenario, considerando la briglia selettiva intasata al 100%.



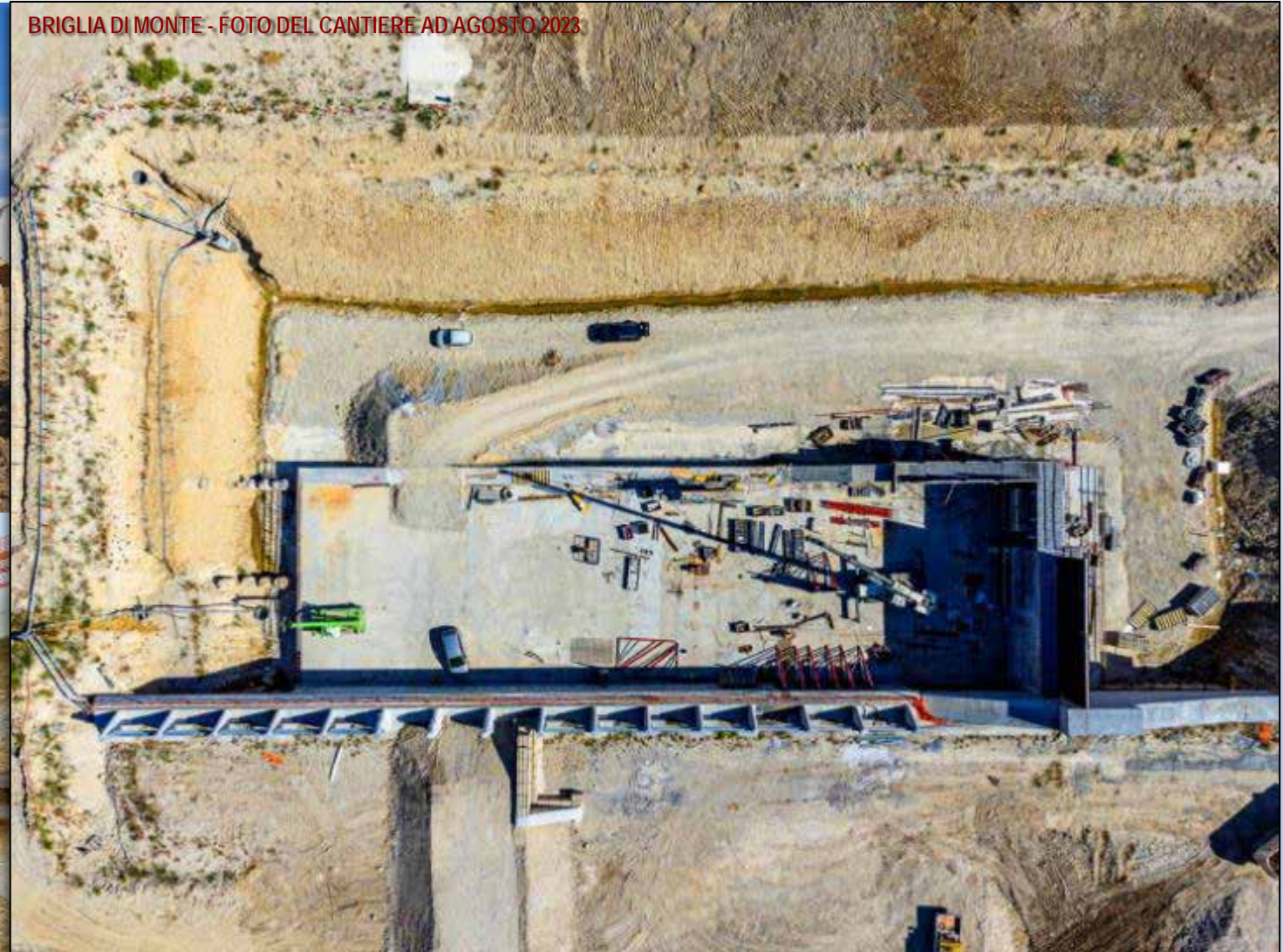
BRIGLIA SELETTIVA DI MONTE



BRIGLIA SELETTIVA DI MONTE



BRIGLIA DI MONTE - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



BRIGLIA DI MONTE - foto del cantiere ad agosto 2023





BRIGLIA DI MONTE completata settembre 2025



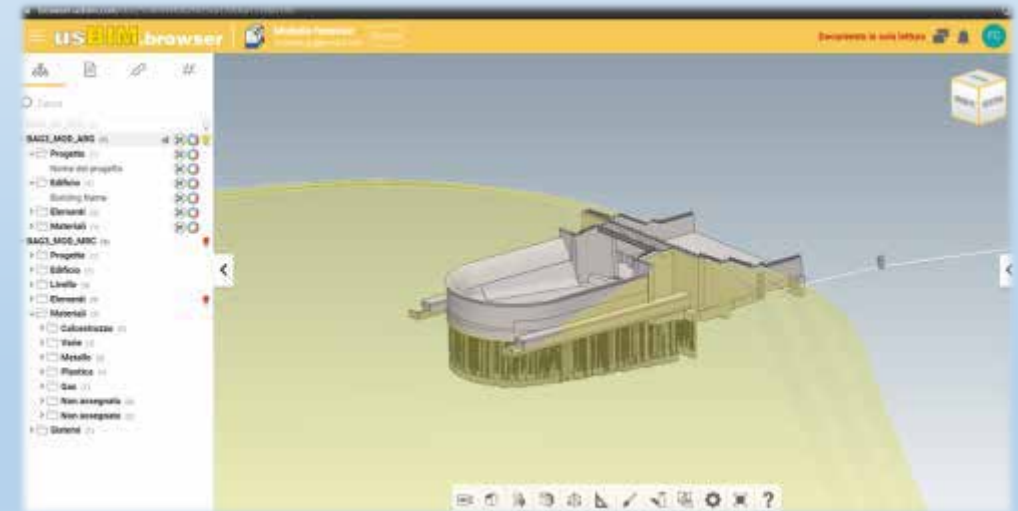
MANUFATTO C

Il manufatto C è l'opera di scarico del comparto n. 2 e lo sfioratore di sicurezza della cassa di espansione (diga), ha una dimensione in pianta di circa 125 x 60 m e può essere suddiviso in tre parti:

- § **manufatto di sfioro**, suddiviso in 3 conci, con profilo di sfioro di tipo creager avente in pianta una geometria a ferro di cavallo, di altezza variabile da 9,57 m a 14,07 m; la platea ha l'estradosso a scivolo;
- § **manufatto centrale** (concio 4), con dissipatori e muri laterali che sostengono l'impalcato sovrastante alla quota di coronamento, di larghezza minima pari 6,7 m (6,0 m pavimentati + n.2 cordoli), realizzato con travi a T prefabbricate in cap di luce di 31,6 m e soletta gettata in opera;
- § **vasca di dissipazione**, realizzata con 4 conci, con platea e muri laterali.

Al fine di consentire lo scarico dell'invaso del comparto 2, lateralmente al profilo di sfioro sono presenti due manufatti scatolari di dimensioni nette interne pari a 2,5 x 2,5 m, presidiati da paratoie piane, anch'esse movimentate con un impianto oleodinamico.

Gli schermi idraulici sotterranei sono stati realizzati mediante trattamenti colonnari jet grouting con tecnologia bifluido del diametro $\varnothing 1200$ mm.



Modello BIM della WBS MRC - Manufatto C

MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



STRABAG

MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



STRABAG

MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD AGOSTO 2023



MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD APRILE 2025



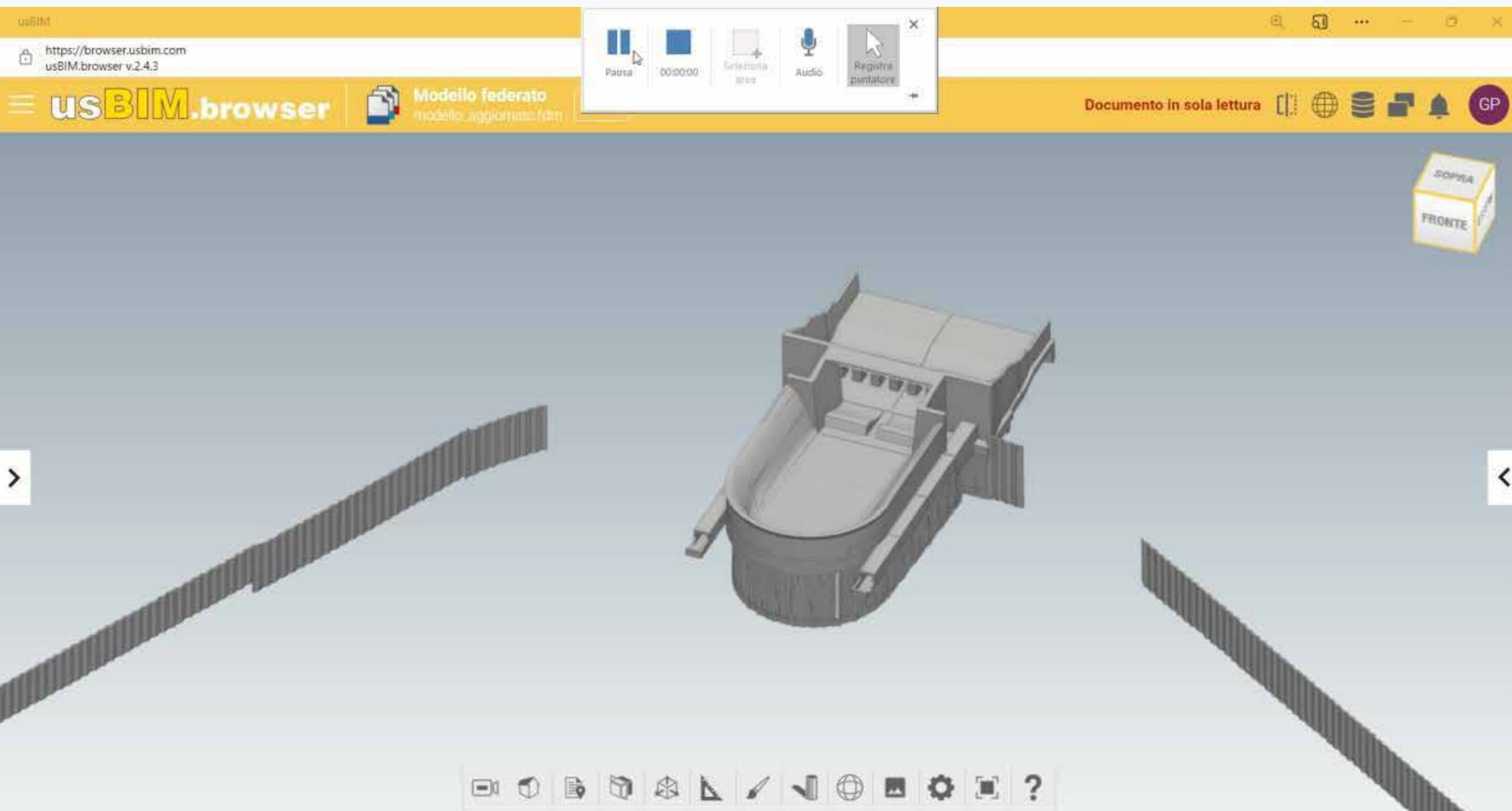
STRABAG

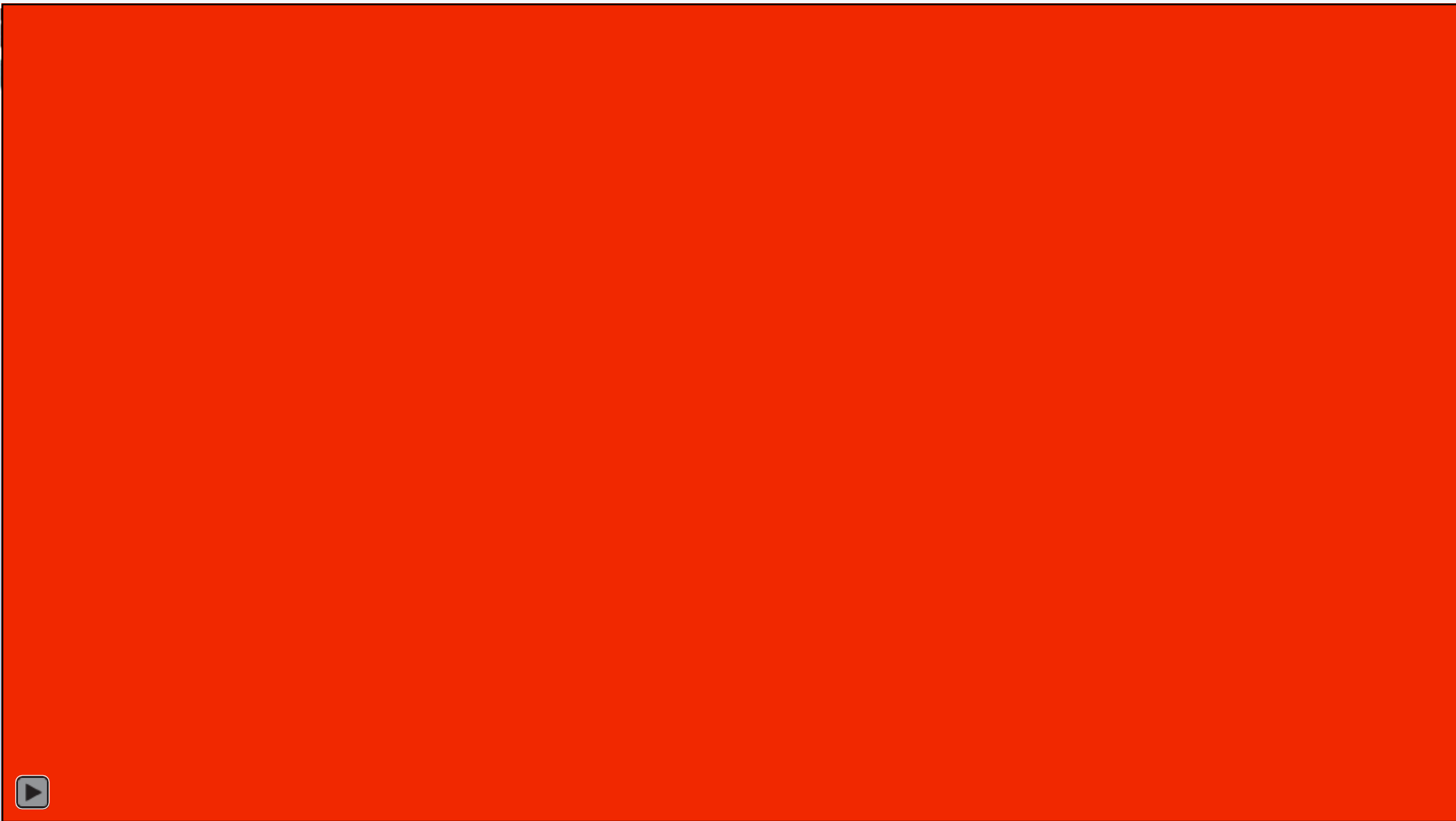
MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD APRILE 2025



MANUFATTO C - FOTO DEL CANTIERE AD APRILE 2025





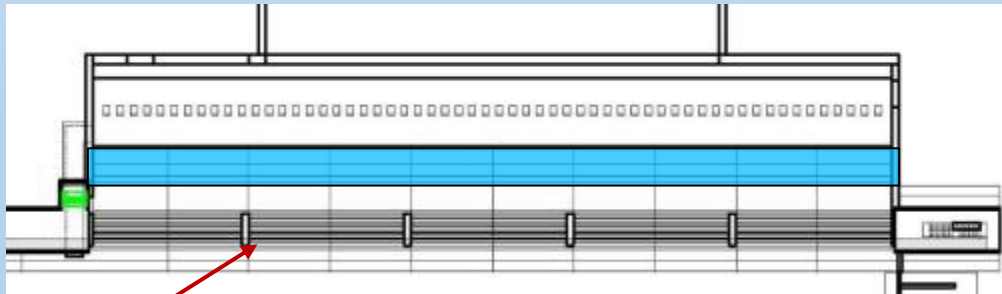


MANUFATTO B

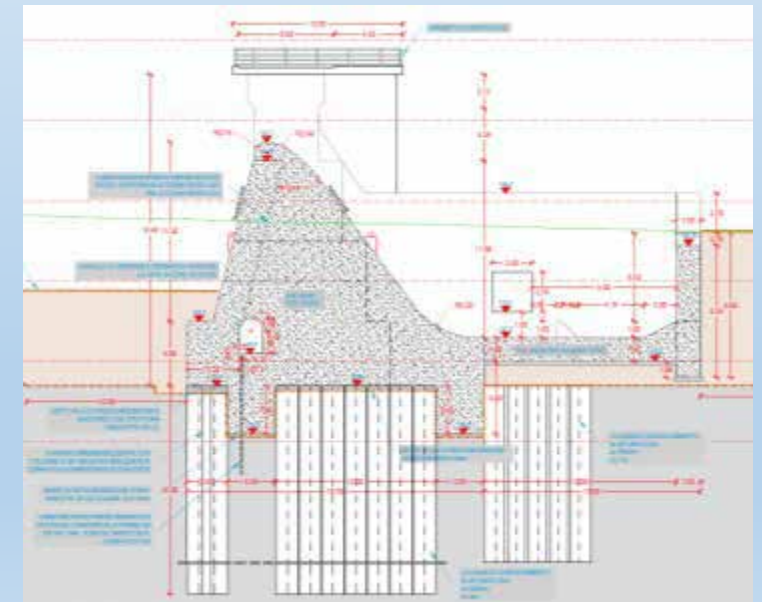
Il manufatto B, che consente l'invaso del comparto 2, ha una lunghezza complessiva di 192 m e un'altezza variabile da 15,20 m (in corrispondenza dello sfioro) a 21,45 m; la larghezza minima del coronamento è pari 6,7 m (6,0 m pavimentati + n. 2 cordoli). E' un'opera a gravità, in 16 conci così suddivisi:

- § n. 5 conci di estremità, lato manufatto A, di raccordo con il rilevato arginale in destra del torrente;
- § n. 10 conci sfioranti, con profilo di tipo creager e quota di sfioro a 143,70 m slm, di lunghezza ognuno di 12 m (lunghezza complessiva di 120 m);
- § n. 1 conci di estremità, di raccordo con il manufatto arginale, in cui è collocata la scala di accesso al cunicolo di ispezione.

Al fine di consentire lo scarico del comparto 1, nel manufatto B è stato collocato uno scarico di dimensioni nette interne di 2,5 x 2,5 m, presidiato da una paratoia piana movimentata con un impianto oleodinamico.

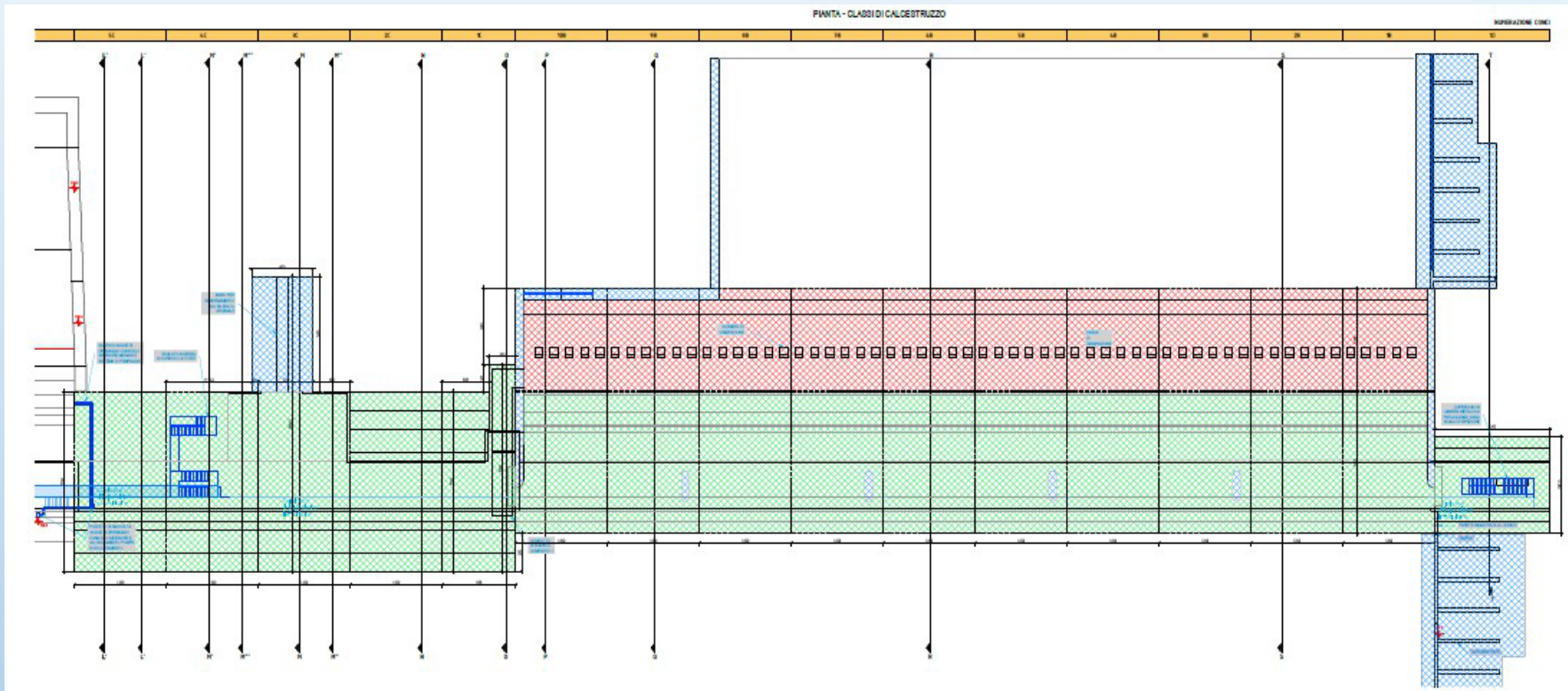


**Soglia
sfiorante**



Sezione tipologica manufatto B

MANUFATTO B



CARATTERISTICHE DELL'OPERA

VITA NOMINALE: $V_n = 100$ anni CLASSE D'USO III
PERIODO DI RIFERIMENTO $VR \geq 150$ anni (DIGA RILEVANTE
PER LE CONSEGUENZE DI UN EVENTUALE COLLASSO - NTD 2014 TAB C2)

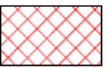
CARATTERISTICHE MATERIALI:

CALCESTRUZZI

CONFORMI ALLE NORME UNI EN 206-1 E UNI 11104

VASCHE DI DISSIPAZIONE

Classe di resistenza a compressione minima: C25/30
Classe di esposizione: XC1 - XC2 - XC3
Classe minima di consistenza: S4
Rapporto a/c max: 0,55
Contenuto minimo di cemento: 280 Kg/mc
Dimensione nominale massima degli aggregati: 32 mm



PILE PONTE E MURI DI SOSTEGNO

Classe di resistenza a compressione minima: C32/40
Classe di esposizione: XC2 - XC3 - XC4 - XF1
Classe minima di consistenza: S4
Rapporto a/c max: 0,55
Contenuto minimo di cemento: 320 Kg/mc
Dimensione nominale massima degli aggregati: 32 mm



CONCI DIGA

Classe di resistenza a compressione minima: C25/30
Classe di esposizione: X0 - XC1 - XC2
Classe minima di consistenza: S5
Rapporto a/c max: 0,60
Contenuto minimo di cemento: 280 Kg/mc
Dimensione nominale massima degli aggregati: 32 mm
Delta termico massimo a 7 gg per calcolo (L.G. C.S.L.P.P.): ≤ 40 °C
Delta termico massimo a 7 gg in performance test adiabatico: < 40 °C
Massa volumica: ≥ 2350 Kg/mc



FASI ESECUTIVA:

Il getto dei conci Diga e Vasca di dissipazione avviene con una sequenza di getto (S.G.) per conci alterni, come da numerazione indicata nello schema planimetrico.

All'interno del singolo concio di getto la sequenza esecutiva in altezza si sviluppa con la fasistica indicata in sezione e prospetto (es. C9B - F1: concio 9 manufatto B fondazione primo getto)

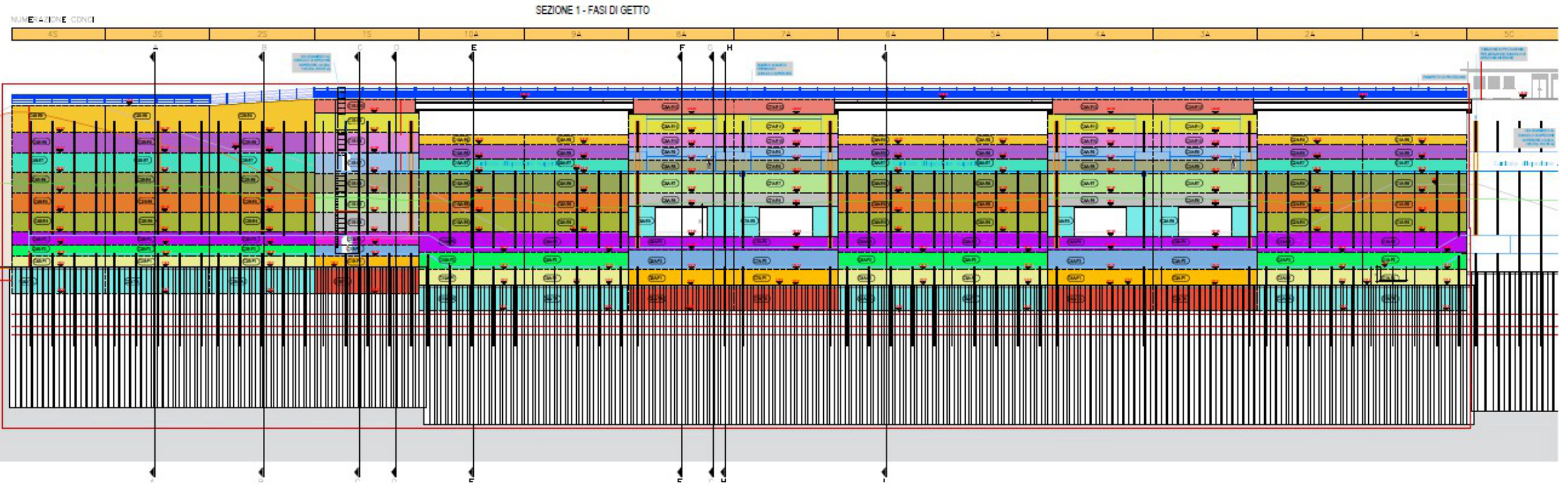
Per i getti in elevazione, tra due conci adiacenti, la superficie di getto deve essere sfalsata in quota di almeno 2m

Tra un concio di getto e quello adiacente deve essere posato il giunto strutturale con doppio water-stop lato monte e singolo water-stop lato valle





MANUFATTO A

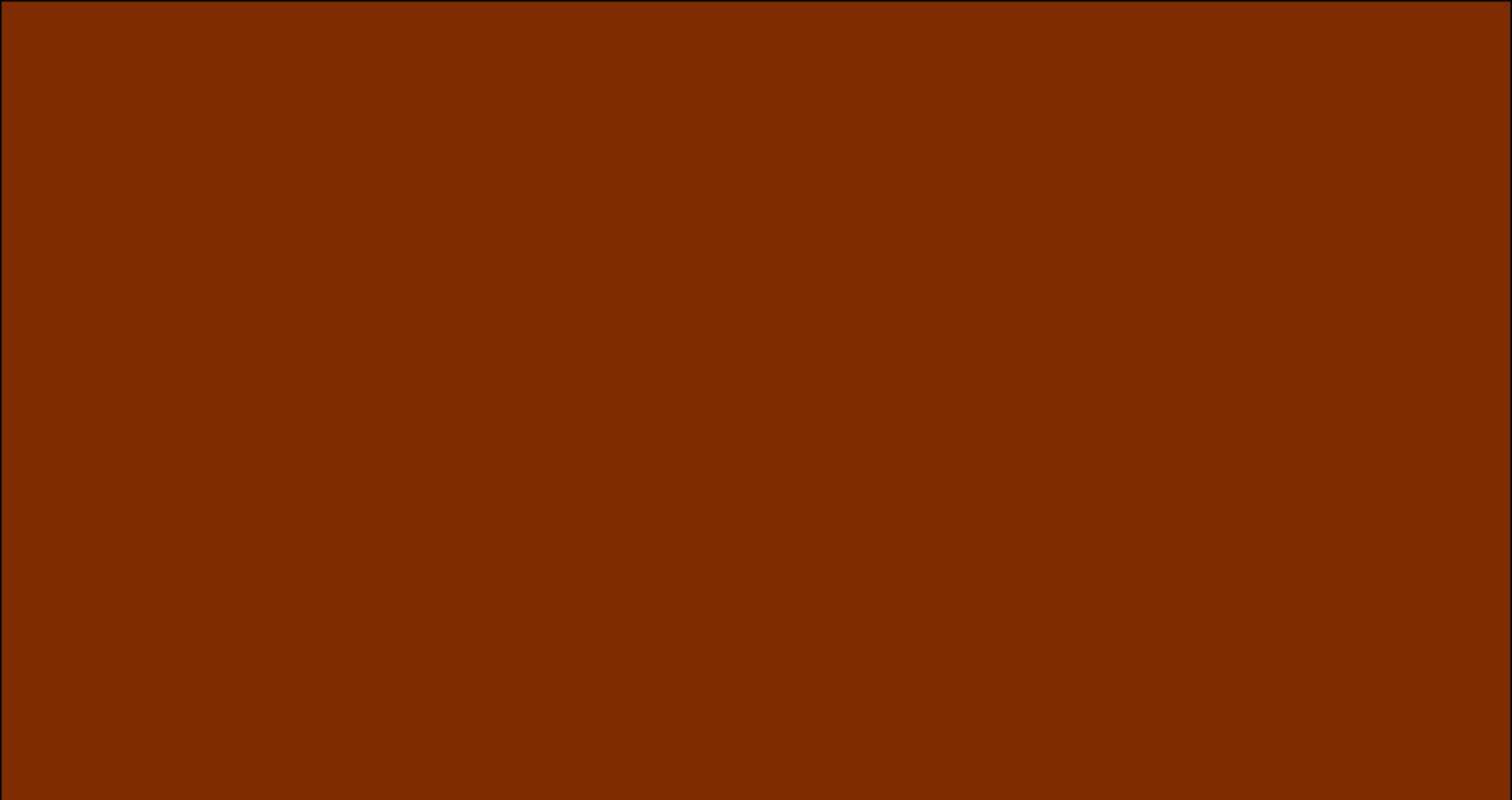




MANUFATTO B – FOTO DEL CANTIERE AD APRILE 2025



STRABAG

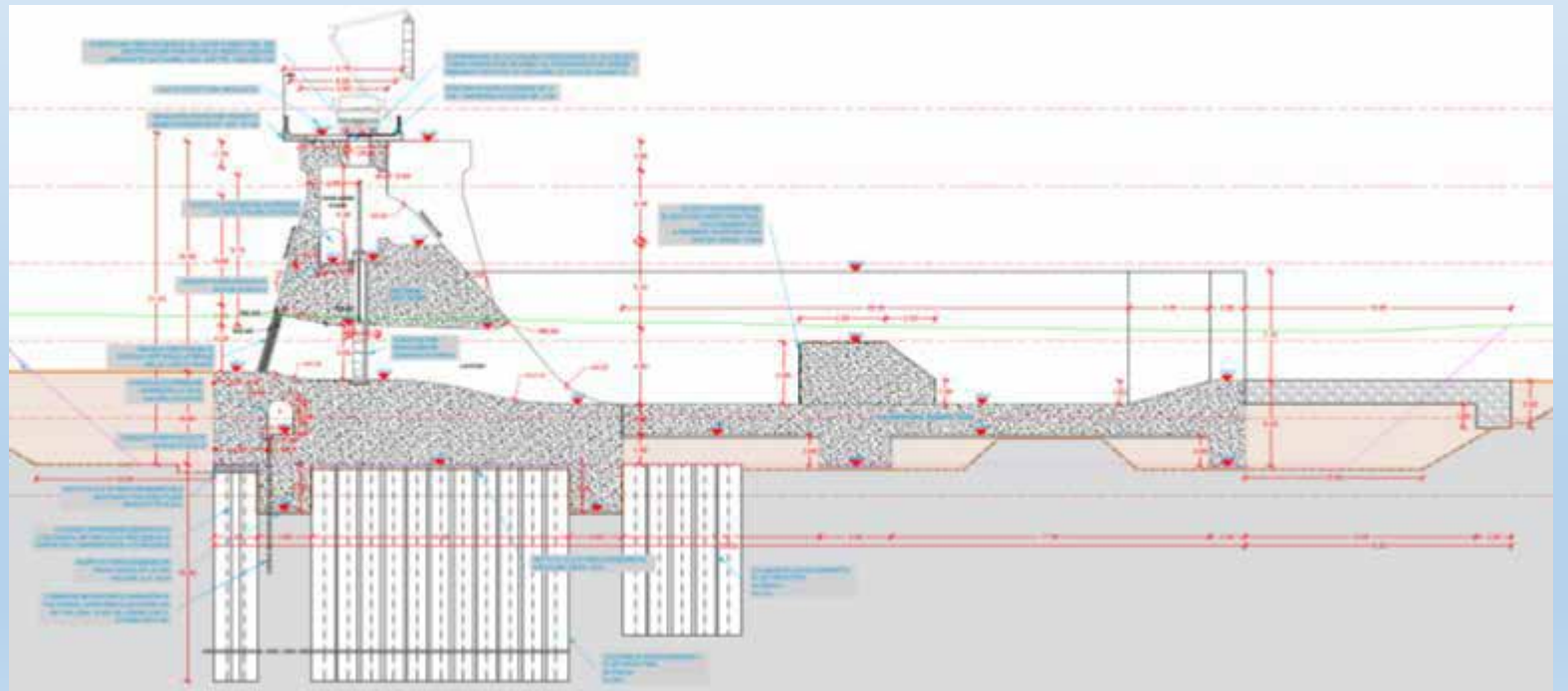


MANUFATTO A

Il manufatto A è l'opera che regola l'invaso del comparto 1. L'opera, con una quota di sfioro a 144.90 m s.l.m., è provvista di 4 luci di fondo, ciascuna delle quali è presidiata da una paratoia piana ad azionamento oleomeccanico; tali paratoie consentono di mantenere costante la portata in uscita dal manufatto stesso, indipendentemente dal livello idrico nell'invaso. Il manufatto A è uno sbarramento in calcestruzzo a gravità ordinaria, ad andamento planimetrico rettilineo, sezione pressoché triangolare, suddivisi in conci da giunti verticali permanenti, **che per le sue caratteristiche è una "diga"**.

Il Manufatto A è costituito da due conci-tipo:
uno interamente sfiorante e l'altro, non sfiorante, in cui è ricavata la luce di scarico sotto battente.

Il manufatto A ha una **lunghezza complessiva di 167 m** e un'altezza variabile da 18,15 m a 21,45 m; la larghezza minima del coronamento è pari 6,7 m.



Sezione tipologica con paratoia manufatto A

MANUFATTO A

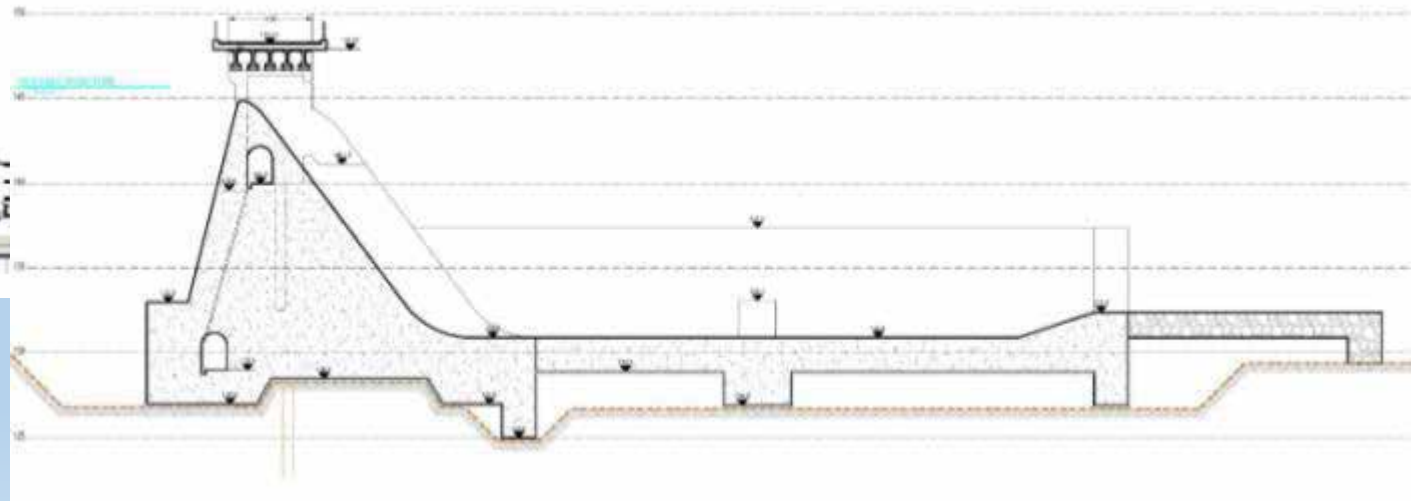
E' un'opera a gravità, suddivisa in 14 conci (13 di lunghezza di 12 m e uno di circa 11 m), che presenta:

- § n. 4 conci di estremità, di raccordo con il rilevato arginale in sinistra;
- § n. 6 conci sfioranti, con profilo di tipo creager di lunghezza complessiva di 72,0 m e quota di sfioro a 144,9 m slm, sui quali è posizionato un impalcato a n. 3 travi a T prefabbricate in CAP di luce pari a 24 m;
- § n. 4 conci non tracimabili, alternati a due a due ai precedenti, con luci di fondo di 3,5 x 6,0 m presidiate da paratoie piane.

All'interno della struttura sono ricavati due cunicoli di ispezione, accessibili dal coronamento con apposite scale.



**Soglia
sfiorante**



Sezione tipologica senza paratoia manufatto A

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



Ing. Mirella Vergnani

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO

mirella.vergnani@agenziapo.it
www.agenziapo.it



Ing. Andrea Marzi

STRABAG

andrea.marzi@strabag.com
www.it.strabag.com