



MODELLAZIONE FISICA DEI MANUFATTI



**UNIVERSITÀ
DI PARMA**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
E ARCHITETTURA

Relatori:

**Prof. P. Mignosa, Prof. S. Longo,
Ing. M. D'Oria, Ing. L. Chiapponi**

**6. MODELLAZIONE FISICA DEI
MANUFATTI**

9 ottobre 2019

- 1. PRESCRIZIONI SUL PROGETTO DEFINITIVO - LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA**
(AIPO – M.Vergnani) 14:30-14:50
- 2. APPROFONDIMENTI GEOLOGICI E IDROGEOLOGICI**
(Hydrodata – M. Bersano) 14:50-15:10
- 3. ANALISI SISMOTETTONICA**
(Rocksoil – A. Magliocchetti) 15:10-15:30
- 4. VERIFICHE E ANALISI DINAMICA 2D**
(Binini Partners – G. Lombardi)
(Studio Sintesi – G. Furlani) 15:30-15:50
- 5. APPROFONDIMENTI ASPETTI IDROLOGICI E IDRAULICI**
(Eteatc Studio Paoletti – S. Croci) 15:50-16:10
- 6. GESTIONE DEI MATERIALI DI SCAVO DELL'INVASO; ANALISI DI RISCHIO AMBIENTALE PER IL REIMPIEGO**
(Art- G. Carra) 16:10-16:30
- 7. MODELLAZIONE FISICA DEI MANUFATTI**
(DICATEA – P. Mignosa, S. Longo, M. D'Oria, L. Chiapponi) 16:30-17:00
- DISCUSSIONE E APPROFONDIMENTI** 17:00-18:00

Perché un modello fisico?

In presenza di:



relazioni tra le variabili complicate, di difficile soluzione, non completamente rappresentative del fenomeno studiato o sconosciute



geometrie e contorni del moto complessi



Si può ricorrere a indagini sperimentali condotte mediante l'utilizzo di modelli fisici



Cos'è un modello fisico

Un modello fisico è una rappresentazione in scala di un'opera da investigare (denominata «prototipo»)

Nelle applicazioni dell'ingegneria civile, un modello fisico idraulico è solitamente realizzato in scala geometrica ridotta

Prototipo



Modello

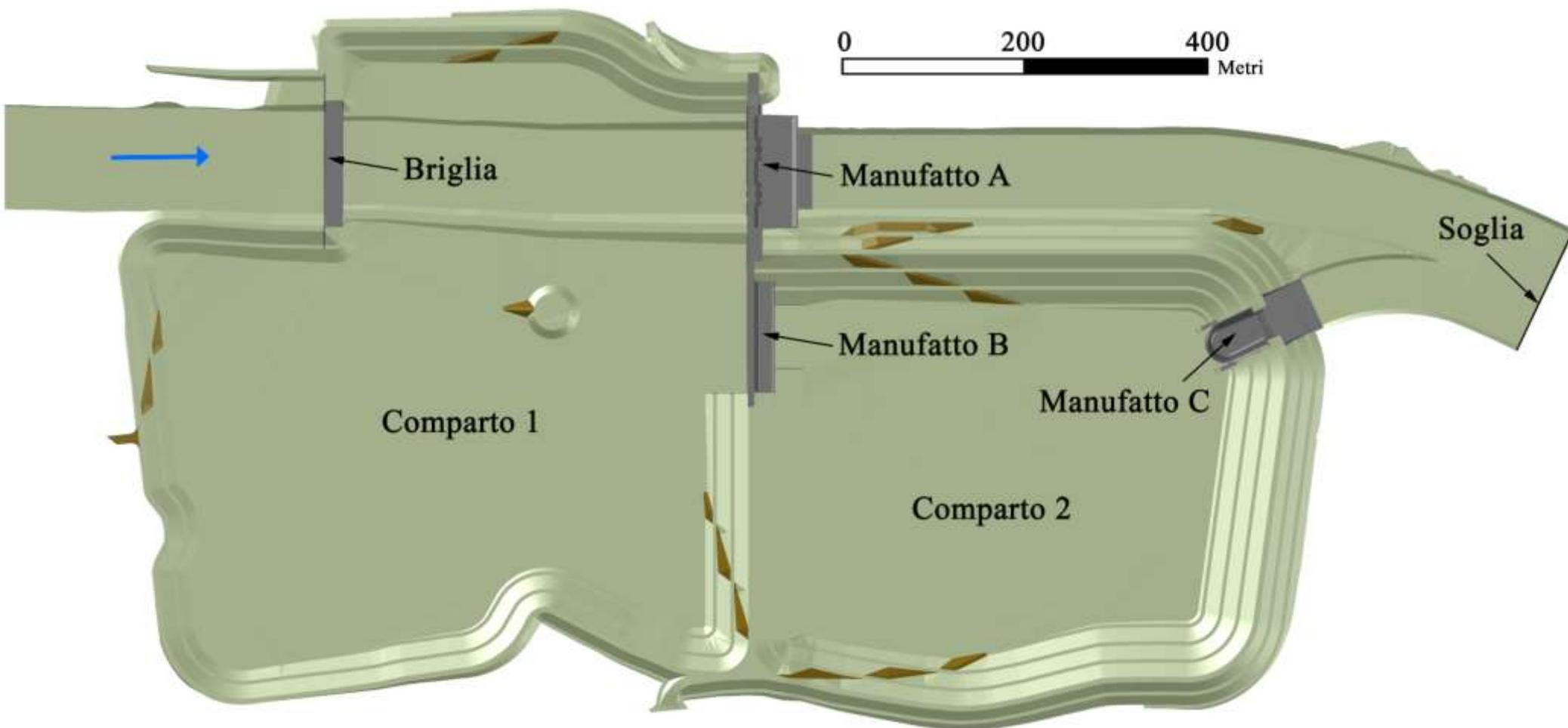
Per essere efficace e utile la modellazione fisica richiede comunque un fondamento teorico che deriva dalla conoscenza dei principi base della meccanica dei fluidi e della teoria della similitudine

Obiettivo della modellazione fisica

Utilizzare le misure condotte sul modello in scala per descrivere correttamente il comportamento del «prototipo» nelle medesime condizioni



Principali elementi costitutivi l'opera

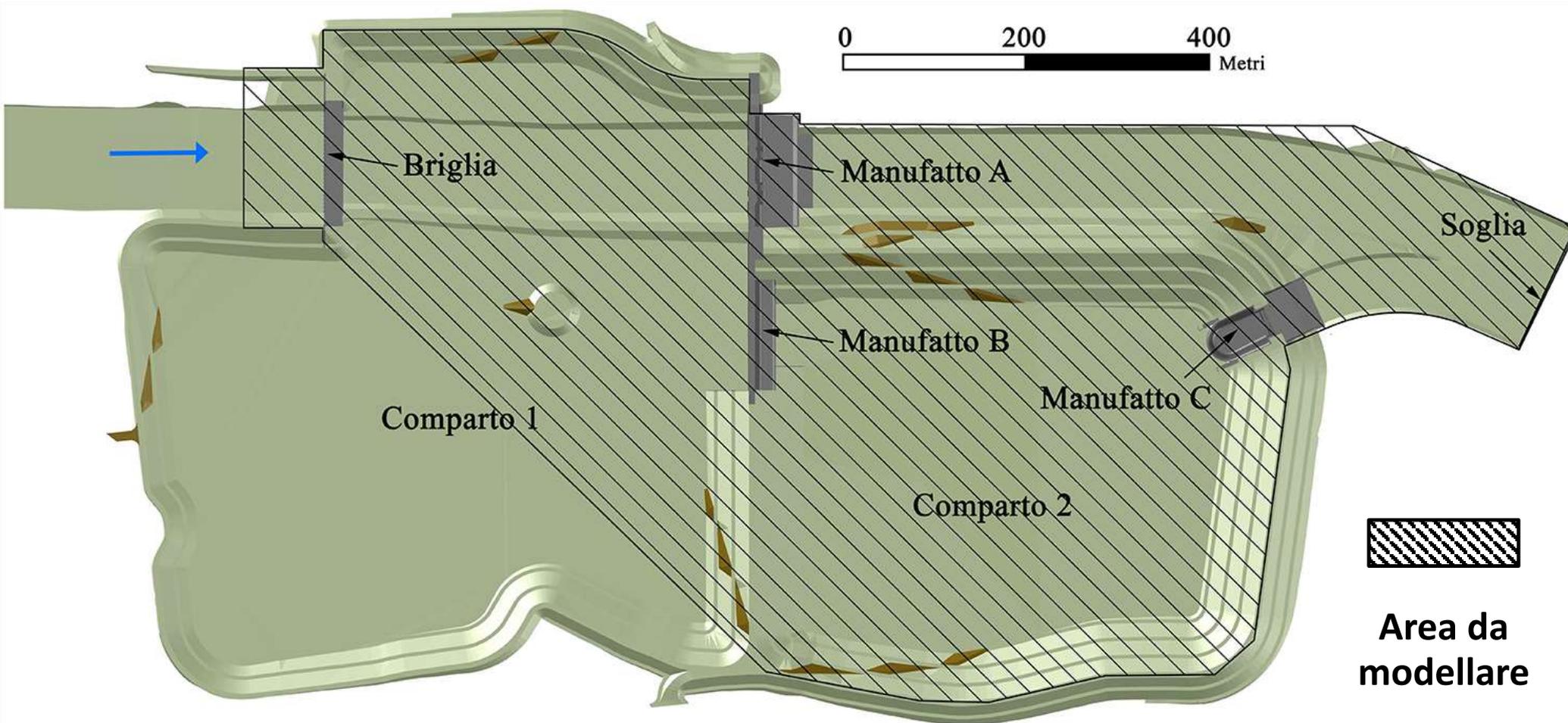


Obiettivi della modellazione fisica della cassa di espansione sul torrente Baganza

Le attività sperimentali da condurre hanno lo scopo di definire compiutamente:

1. le scale delle portate dei Manufatti A, B e C. Per il manufatto A si considereranno le luci di fondo con diverse parzializzazioni delle paratoie. Ove necessario, per il manufatto C si individueranno anche le condizioni limite di saturazione;
2. il corretto dimensionamento delle opere di dissipazione dei Manufatti A, B e C. In particolare, si verificherà l'adeguatezza delle opere di contenimento laterale del flusso uscente dai manufatti e l'idoneità delle opere a contenere i fenomeni dissipativi; verranno 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



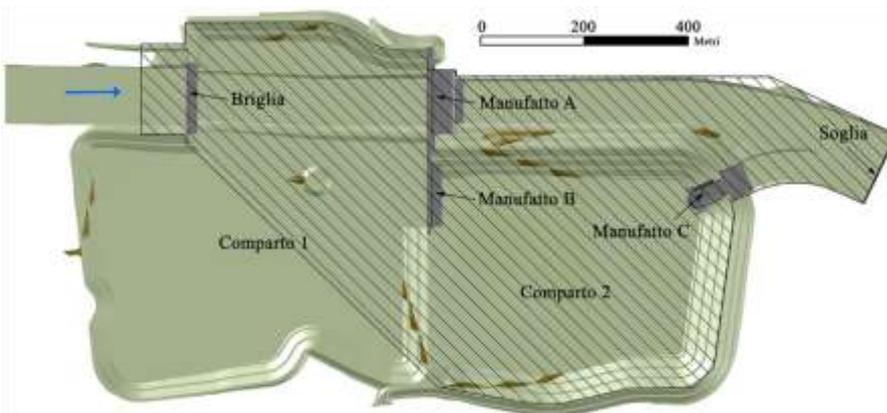
Scelta della scala geometrica

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 ospiterà 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

Criterio di similitudine

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

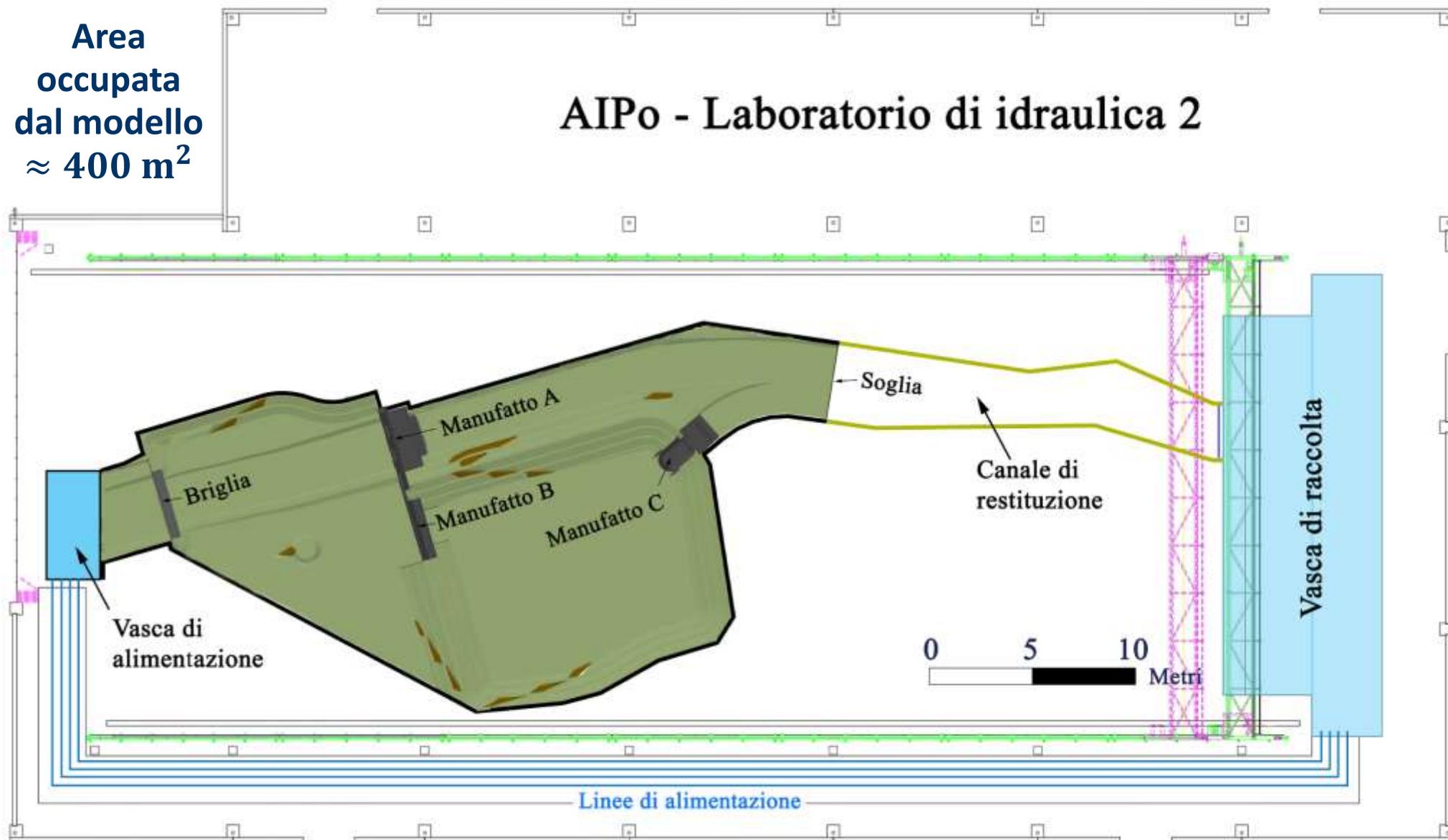
**Portata massima disponibile
nel Laboratorio di idraulica 2
di AIPO**

> 400 l/s

Posizionamento nel laboratorio

Area
occupata
dal modello
 $\approx 400 \text{ m}^2$

AIPo - Laboratorio di idraulica 2



Realizzazione del modello

Da un punto di vista pratico, la costruzione del modello prevede la seguente successione di interventi:

- 1) Realizzazione delle opere murarie di base;
- 2) Lavorazione a controllo numerico (CNC) dei manufatti e loro posizionamento;
- 3) Lavorazione e assemblaggio dei pezzi appartenenti alle vasche di dissipazione;
- 4) Sagomatura dei rilevati arginali e degli alvei (realizzazione e posa di apposite dime, riempimento delle stesse e impermeabilizzazione della superficie finita);
- 5) Posizionamento della strumentazione.



Realizzazione del modello: opere murarie di base (1/3)



Realizzazione del modello: opere murarie di base (2/3)



Realizzazione del modello: sottofondi e posa dei basamenti dei manufatti (3/3)



Getto per il riempimento degli
«igloo»

Posizionamento pietra
serena manufatto C



Realizzazione del modello: manufatti in costruzione

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

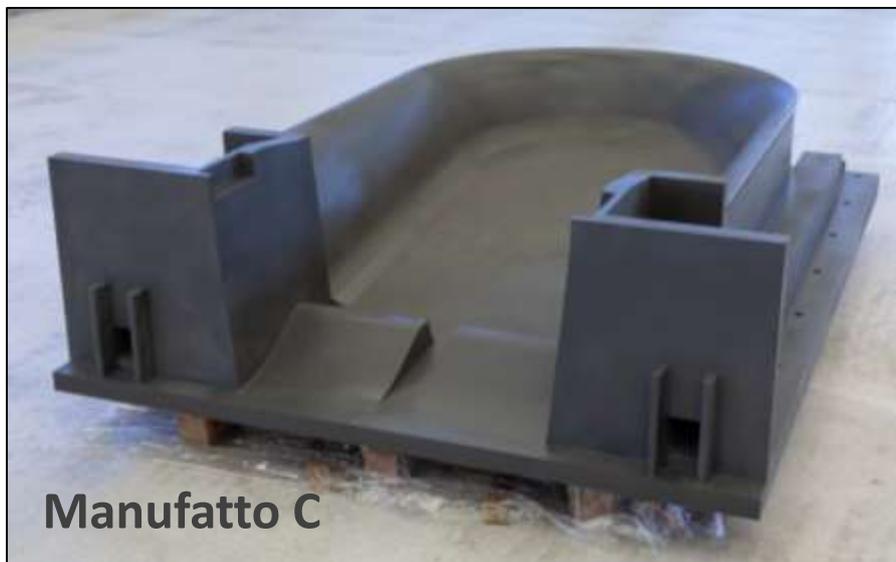


Manufatto A:
paramento di valle
e luce di fondo (sez.)



Manufatto B:
canale di scarico
(vista in sezione)

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).



Vasca di dissipazione
a valle del
Manufatto C



Vasca di dissipazione
a valle del
Manufatto A

Realizzazione del modello: alveo e arginature



Modello fisico della cassa di espansione sul torrente Baganza

Scala 1:40

Similitudine di Froude

Realizzazione del modello: strumentazione

Portata:

- Misuratori elettromagnetici (MagFlow) installati sul circuito di alimentazione (1) con accuratezza pari allo 0.5% della lettura.

Livello:

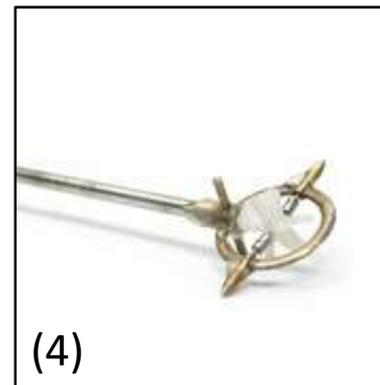
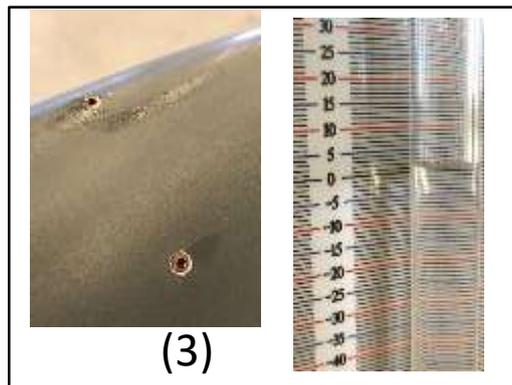
- Trasduttori di posizione a ultrasuoni installati dove previsti nel prototipo (2) con accuratezza pari a ± 1 mm (scala modello);

Pressione:

- Piezometri collegati alle prese di pressione sul paramento di ciascun manufatto (3) con accuratezza pari a ± 1 mm (10 Pa, in scala modello).

Velocità:

- Micro-mulinelli (4), per misure puntuali e sonde UDV (5) per acquisizione di profili.



Programmazione delle prove

Fase 1: Verifica del funzionamento delle vasche di dissipazione:

- Analisi qualitativa/quantitativa del comportamento delle opere di dissipazione.
- La fase 1 comprenderà svariati test eseguiti con i valori di portata più significativi e con differenti regolazioni degli organi di scarico (dove presenti).

Fase 2: Misure di velocità e di pressione:

- Esecuzione test specifici per quantificare le velocità a valle del manufatto A e della confluenza di valle (No di test da definire).
- Esecuzione di test specifici per quantificare l'andamento delle pressioni in alcuni punti del paramento di valle di ciascun manufatto (circa 15 test).

Fase 3: determinazione delle scale di deflusso dei manufatti:

- Per ciascun manufatto sarà determinata la scala di deflusso dello sfioratore e, se presenti, delle luci di fondo (per differenti gradi di apertura delle paratoie).
- Si procede imponendo la portata desiderata (nota grazie ai MagFlow) e misurando il livello a monte del manufatto di interesse;
- La fase 3 comprenderà circa 50 test.

Fase 4: Ripetizione di uno o più test a seguito di modifiche al modello.

Realizzazione del modello: modello finito



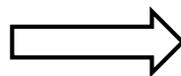
Vista da valle

Vista da monte



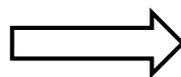
Realizzazione del modello: fornitori

F.lli Gualtieri & C.
COSTRUZIONI GENERALI E RESTAURI S.r.l.



Realizzazione delle opere murarie

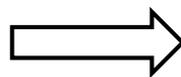
**modellieria
parmense**
S.N.C.
di GORRERI MARCO & C.



**Lavorazione a controllo numerico
dei manufatti**

Materiali Plastici

BONOMI



**Lavorazione e fornitura componenti
in PVC per le vasche di dissipazione**