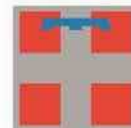




Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



**AIPo**  
Agenzia Interregionale per il fiume Po



**REGIONE  
PIEMONTE**

# PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)

MISSIONE 2 COMPONENTE 4 INVESTIMENTI 2.1.b

"Misure per la gestione del rischio di alluvione e per la riduzione del rischio idrogeologico"

## LAVORI DI CHIUSURA FORNICI IN DESTRA IDRAULICA FIUME BORMIDA IN CORRISPONDENZA DEL RILEVATO FERROVIARIO DELLA LINEA TORINO-GENOVA TRA I COMUNI DI ALESSANDRIA E FRUGAROLO (AL)

Finanziato dall'Unione Europea - Nextgenerationeu  
OGGETTO: (AL-E-1797) - CUP: B66F22000030001

### PROGETTO DEFINITIVO

#### OGGETTO:

RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

#### ELABORATO N.

**02**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDAZIONE	REVISIONE
00	Prima Emissione	Agosto 2023	Sordo	Sordo
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

#### I PROGETTISTI:

Ing. Sergio Sordo  
Corso Langhe 10 - Alba (CN)  
tel: 0173 364823  
email: sordosergio@srstudio.info

Geol. Sergio Rolfo  
Via Trento e Trieste 8/c - Bra (CN)  
tel: 0172 421933  
email: sergio.rolfo@geologipiemonte.it

#### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Luca Franzì



## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO .....	3
3	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME BORMIDA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA.....	4
3.1	VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO .....	4
3.1.1	<i>PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI</i> .....	5
3.1.2	<i>STUDIO BIDIMENSIONALE DELLO STUDIO TELO' MAY FLY</i> .....	7
4	VERIFICA DEL FRANCO .....	10

## 1 PREMESSA

Il presente lavoro viene svolto su incarico della Agenzia Interregionale per il Fiume Po (AIPO), Ufficio Operativo di Alessandria, al fine di fornire tutti gli elementi idraulici necessari per la progettazione dell'intervento di chiusura di 4 fornici nel rilevato ferroviario della Linea Torino Genova nella fascia di esondazione del fiume Bormida tra Alessandria e Frugarolo (AL).

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area di intervento si colloca in zona agricola, nel tratto del Fiume Bormida che si colloca poco più a valle della confluenza del Torrente Orba e poco più a monte del ponte ferroviario della linea Torino-Genova.

Nel tratto in esame il Fiume Bormida denota le classiche caratteristiche dei corsi d'acqua a regime fluviale di pianura e morfologicamente l'area si presenta pianeggiante, in zona centrale rispetto all'ampia vallata.

Si riportano nel seguito la foto aerea dell'area di interesse (*Figura 2.1*) e un estratto della Base Dati Territoriale di Riferimento degli Enti, ovvero BDTRE 2021 (*Figura 2.2*).

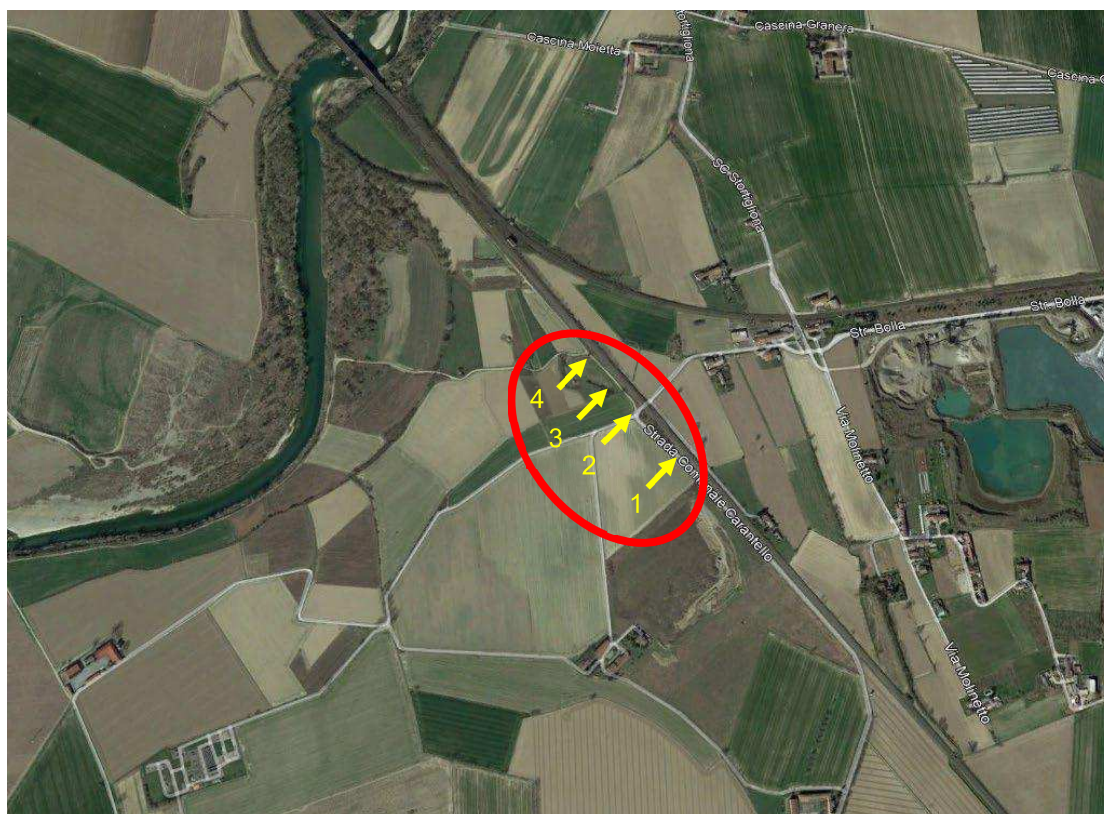


Figura 2.1: Foto aerea della zona di interesse (fonte: Google Earth 2021)

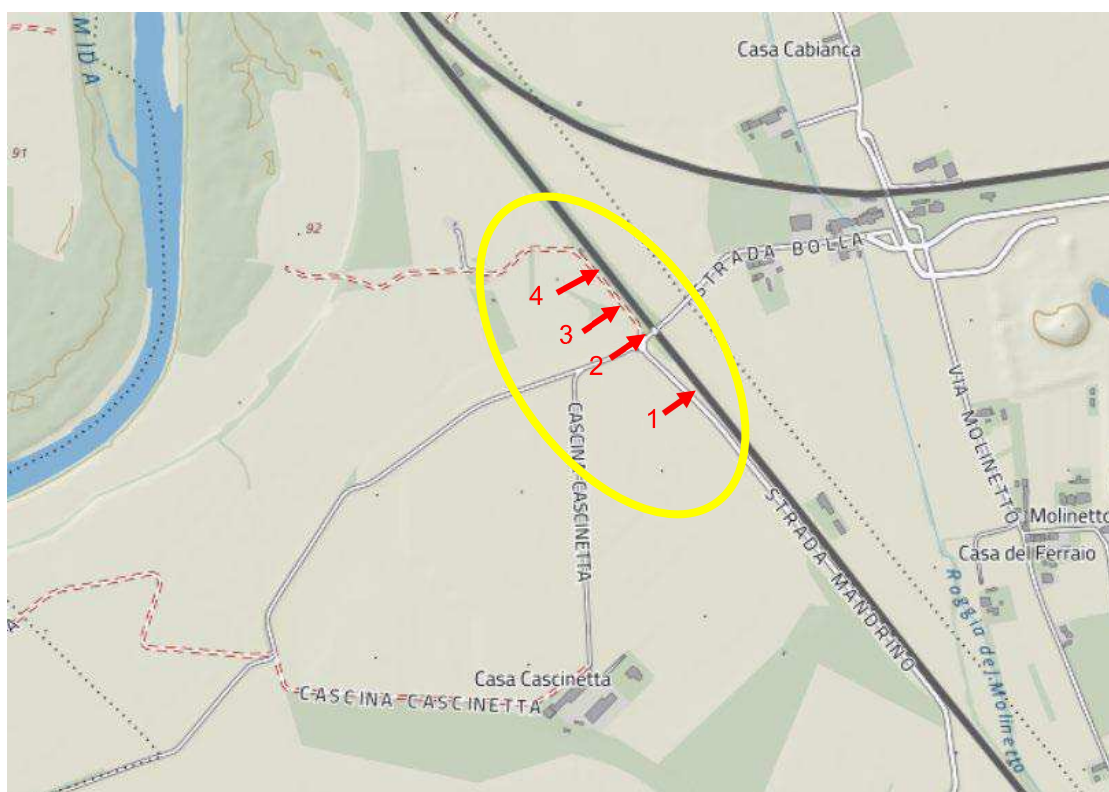


Figura 2.2: Inquadramento dell'area di interesse su BDTRE Regione Piemonte 2021

### 3 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO DEL FIUME BORMIDA NELLA SEZIONE DI CHIUSURA

Essendo l'asta del Fiume Bormida studiata in numerose sezioni all'interno del *Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni* si è fatto riferimento alle caratteristiche del bacino contenute in tale pubblicazione.

Superficie bacino del Fiume Bormida ad Alessandria = 2566 km<sup>2</sup>

#### 3.1 VALUTAZIONE DELLE PORTATE MASSIME ANNUE AL COLMO

Per la valutazione delle portate di piena di riferimento da considerare per le progettazioni sono disponibili alcuni documenti ufficiali che vengono analizzati nel seguito del presente lavoro.

### 3.1.1 PIANO PER LA VALUTAZIONE E LA GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI

Il Fiume Bormida ricade all'interno dei corsi d'acqua di competenza dell'AIPO ed è stato studiato dettagliatamente nel "*Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni*" redatto dall'Autorità di bacino del Fiume Po.

In particolare, gli studi idrologici ed idraulici del Fiume Bormida sono contenuti nel documento "*Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale*".

Da tali studi si ricava la portata di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni ad Alessandria che rappresenta la portata di riferimento più recente pubblicata dall'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po.

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie	Q20	Q200	Q500	Idrometro
		Progr. (km)	Cod.	Denomin.	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Denominazione
Tanaro	Bormida	155.131	40_P	Acqui Terme	1355	1740	2980	3360	
Tanaro	Bormida	166.273	30_P	Strevi	1457	1900	3010	3390	
Tanaro	Bormida	177.546	24a_S	Cassine	1513	2010	3020	3400	Bormida a Cassine
Tanaro	Bormida	185.162	19	Sezzadio	1607	2110	3110	3500	
Tanaro	Bormida	197.534	13	Castellazzo Bormida	1693	2200	3180	3580	
Tanaro	Bormida	208.853	5a_P	Alessandria	2566	2520	4015	4413	Bormida ad Alessandria

tabella 3.1.1.1 Estratto del documento contenente i valori di portata di piena di progetto

Nel medesimo documento sono stati riportati i livelli idrici calcolati del Fiume Bormida in numerose sezioni del suo bacino idrografico e relativi alla portata di piena con tempo di ritorno pari a 200 anni, valore che rappresenta il riferimento per le progettazioni idrauliche. Si osserva che il sito oggetto di intervento è prossimo al lato di monte del ponte ferroviario della linea Torino-Genova e la sezione di riferimento nel modello idraulico è la SEZ 07m. Nel seguito si riporta un estratto della cartografia dell'Atlante Cartografico della Variante al PAI – Fiume Bormida dell'Autorità di Bacino Distrettuale del Fiume Po



**AL-E-1797 LAVORI DI CHIUSURA FORNICI IN DESTRA IDRAULICA FIUME BORMIDA IN CORRISPONDENZA DEL RILEVATO FERROVIARIO DELLA LINEA TORINO-GENOVA TRA I COMUNI DI ALESSANDRIA E FRUGAROLO (AL)**
**PROGETTO DEFINITIVO**


Fig. 3.1.1.2 estratto cartografia Atlante Cartografico della Variante al PAI – Fiume Bormida con evidenziata la sezione SEZ07

Sez.	Progr. (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	T = 500 anni
		Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)
09a_P (m)	202.324	96.92	98.48	98.88
09a_P (v)	202.324	96.75	98.26	98.62
09M	202.340	96.73	98.44	98.84
08	204.734	94.79	96.45	96.80
07a	206.136	93.31	95.11	95.53
<b>07_P (m)</b>	<b>206.228</b>	<b>93.30</b>	<b>95.03</b>	<b>95.45</b>
07_P (v)	206.228	93.24	94.93	95.32
06	207.284	92.76	94.46	94.86
05b	208.103	92.14	93.88	94.29
05a	208.742	91.75	93.43	93.83

Fig. 3.1.1.3 estratto tabella livelli Fiume Bormida da "Profili di Piena" allegato allo Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni. (Le lettere "m" e "v" tra parentesi indicano che la sezione è in corrispondenza di un'opera di attraversamento o di un'opera trasversale e pertanto è ripetuta, nel nome e nella progressiva, per indicarne il livello rispettivamente a monte e a valle).

### 3.1.2 STUDIO BIDIMENSIONALE DELLO STUDIO TELO' MAY FLY

L'AlPo ha recentemente affidato il progetto "LAVORI DI ADEGUAMENTO DEI RILEVATI ARGINALI IN CORRISPONDENZA DEL NODO IDRAULICO BORMIDA - ORBA DAL PONTE AUTOSTRADALE A26 A PONTE FERROVIARIO SUL FIUME BORMIDA E SINO ALL'ABITATO DI CASAL CERPELLI NEL TRATTO DI MONTE - 2° LOTTO" allo Studio Telò May Fly di Parma che ha sviluppato uno studio idraulico aggiornato alle attuali condizioni di bacino del Fiume Bormida.

Tale studio si estende fino al tratto di fiume in cui si colloca l'intervento in oggetto.

Questo studio idraulico di tipo bidimensionale riporta per la portata di riferimento con  $TR = 200$  anni l'andamento locale dei livelli idraulici in quote assolute, i battenti idrici ed i valori dei vettori velocità in alcuni scenari idraulici previsti.

Tra questi vi è anche quello conseguente all'esecuzione dei lavori di chiusura fornici previsti nel presente intervento.

Pertanto, si fa specifico riferimento alla situazione più gravosa delle simulazioni della studio che coincide con i lavori in oggetto eseguiti ovvero la "Simulazione con fornic chiuse  $TR200$  ST16".



Fig.3.1.2.1 planimetria degli allagamenti nella zona di intervento con indicati i livelli idrici





Fig.3.1.2.2 estratto della planimetria degli allagamenti nella zona di intervento con indicati i livelli idrici

#### 4. CONFRONTO DEI RISULTATI IDRAULICI OTTENUTI E SCELTA DEL VALORI DI RIFERIMENTO

L'analisi dei risultati rivela sostanzialmente che i due metodi individuano sui siti in oggetto valori di livelli idraulici, associati al tempo di ritorno pari a 200 anni, che sono confrontabili. In particolare, la differenza tra i livelli idraulici risulta contenuta se si considerano i battenti idrici totali, determinando sostanzialmente le medesime condizioni idrologiche di evento di piena.

Nella tabella seguente si riportano a confronto tali valori con la variazione rispetto al termine indicato dalla Direttiva Piena di Progetto.

Tempo di ritorno  [anni]	1 Quota idraulica desunta dal “Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni” [m ]	2 Quota idraulica desunta dallo Studio idraulico dello Studio Telò May Fly di Parma relativo ai “Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto” [m ]	Differenza 2-1  [m]
200	95.03	96.15	1.12

**Tab. 4.1. sintesi dei valori di portata ottenuti con i diversi metodi analizzati**

Si osserva che il valore ottenuto con il “*Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni*” è minore rispetto a quello ottenuto dallo Studio Idraulico eseguito dallo Studio Telò May Fly di Parma in relazione ai “*Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto*”. Si osserva che lo studio idraulico bidimensionale del nodo Bormida – Orba è sicuramente più accurato dello studio monodimensionale del “*Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni*” anche in relazione alla mole di rilievi topografici che ha utilizzato e dell'estensione dei risultati ottenuti.

I valori dei livelli di piena che si assumono per la progettazione degli interventi in oggetto sono quelli derivanti dallo Studio Idraulico eseguito nell'ambito dei “*Lavori di adeguamento dei rilevati arginali in corrispondenza del nodo idraulico Bormida - Orba dal ponte autostradale A26 a ponte ferroviario sul fiume Bormida e sino all'abitato di Casal Cermelli nel tratto di monte - 2° lotto*” in quanto presenta condizioni idrauliche più dettagliate e più cautelative.

Facendo riferimento a tale studio e andando a consultare digitalmente la planimetria su cui sono riportati i risultati in forma grafica si ricavano i seguenti parametri in prossimità dei siti dove sono collocati i fornici da chiudere.

<b>fornice</b>	<b>q</b> Q TR=200 anni [msm]	<b>q</b> terreno [msm]	<b>H</b> h <sub>2o</sub> [m]
1	96.15	94.06	2.09
2	96.15	93.87	2.28
3	96.15	93.22	2.93
4	96.15	95.06	1.09

Tab.5.1 valori dei battenti idrici del fiume Bormida in corrispondenza dei fornici

#### 4 VERIFICA DEL FRANCO

Al fine di ottenere la verifica del franco idraulico minimo, pari ad 1.00 m, la quota di sommità dei pozzetti e dell'argine sul lato di monte del rilevato ferroviario dovrà essere pari almeno a + 1 m rispetto alla quota della piena con tempo di ritorno duecentennale.

Si procede alla verifica del franco di sicurezza:

<b>fornice</b>	<b>q</b> sommità presidio [msm]	<b>q</b> Q TR=200 anni [msm]	<b>F</b> [m]
1	97.15	96.15	1.00
2	97.15	96.15	1.00
3	97.15	96.15	1.00
4	97.15	96.15	1.00

Tab.5.1 valori del franco rispetto ai livelli del fiume Bormida sui presidi dei fornici

Il valore minimo del franco idraulico risulta essere superiore al limite minimo fissato dalla "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche all'interno delle fasce A e B" pari ad 1.00 m.