

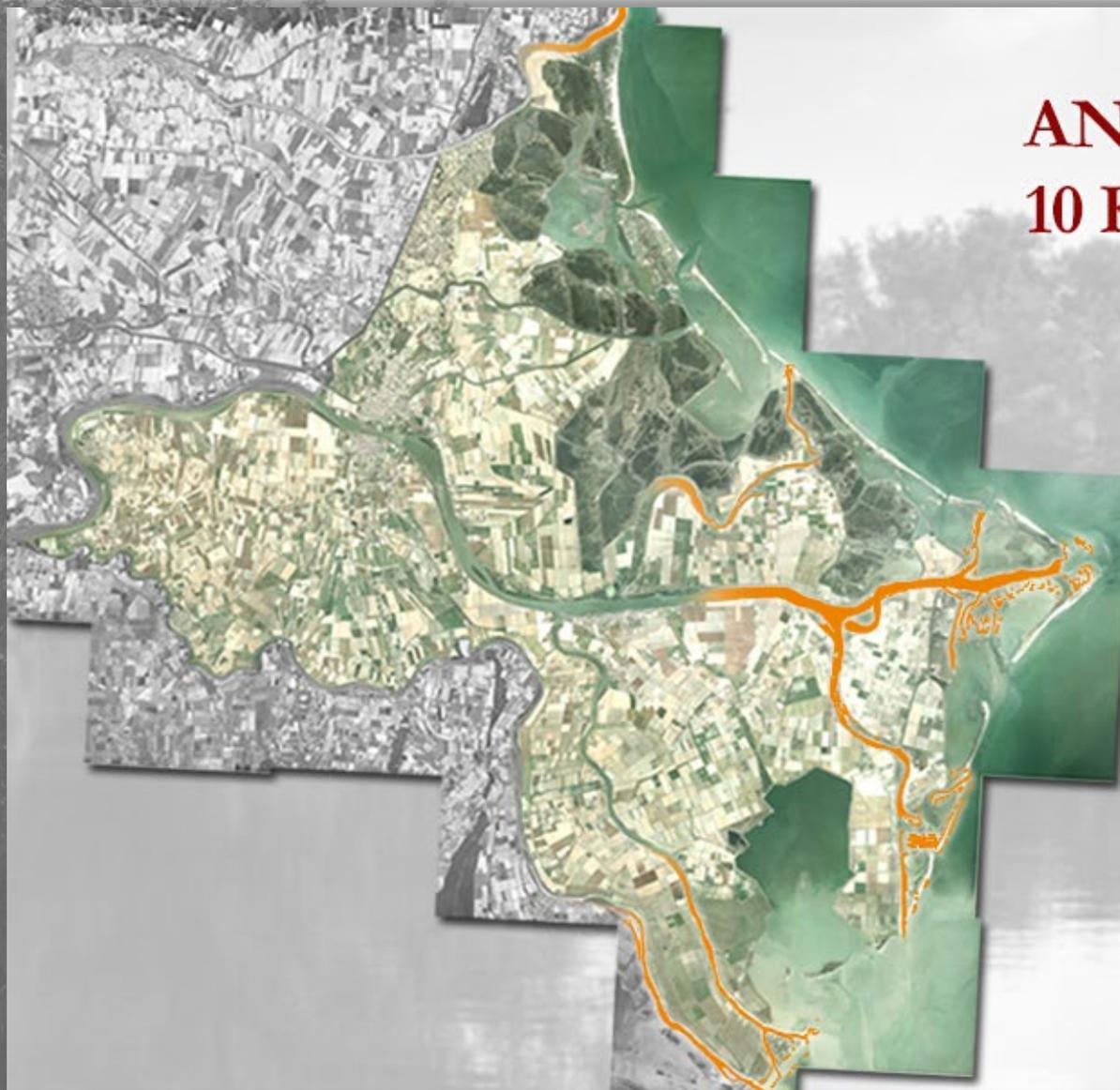


IL CONTRASTO ALLA RISALITA DEL CUNEO SALINO

Soluzioni Adottate e proposte



ANNI 50' 60'
2-3 Km dalla foce



ANNI 70' 80'
10 Km dalla foce



ANNI 2000
oltre 30 Km dalla foce



LE CAUSE DEL CUNEO SALINO NEL DELTA DEL PO

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- Accentuazione delle magre del fiume Po

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici
 - Notevole aumento della portata derivata a monte del Delta

CAUSE DI CARATTERE GENERALE

- **Accentuazione delle magre del fiume Po**
 - Cambiamenti climatici
 - Notevole aumento della portata derivata a monte del Delta
 - Minore rilascio idrico dai laghi e dagli invasi idroelettrici

CAUSE DI CARATTERE LOCALE

CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- Subsidenza

CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- Subsidenza
- Eustatismo marino

CAUSE DI CARATTERE LOCALE

- **Subsidenza**
- **Eustatismo marino**
- **Opere di adeguamento delle foci fluviali**



Ansa di Volta Vaccari

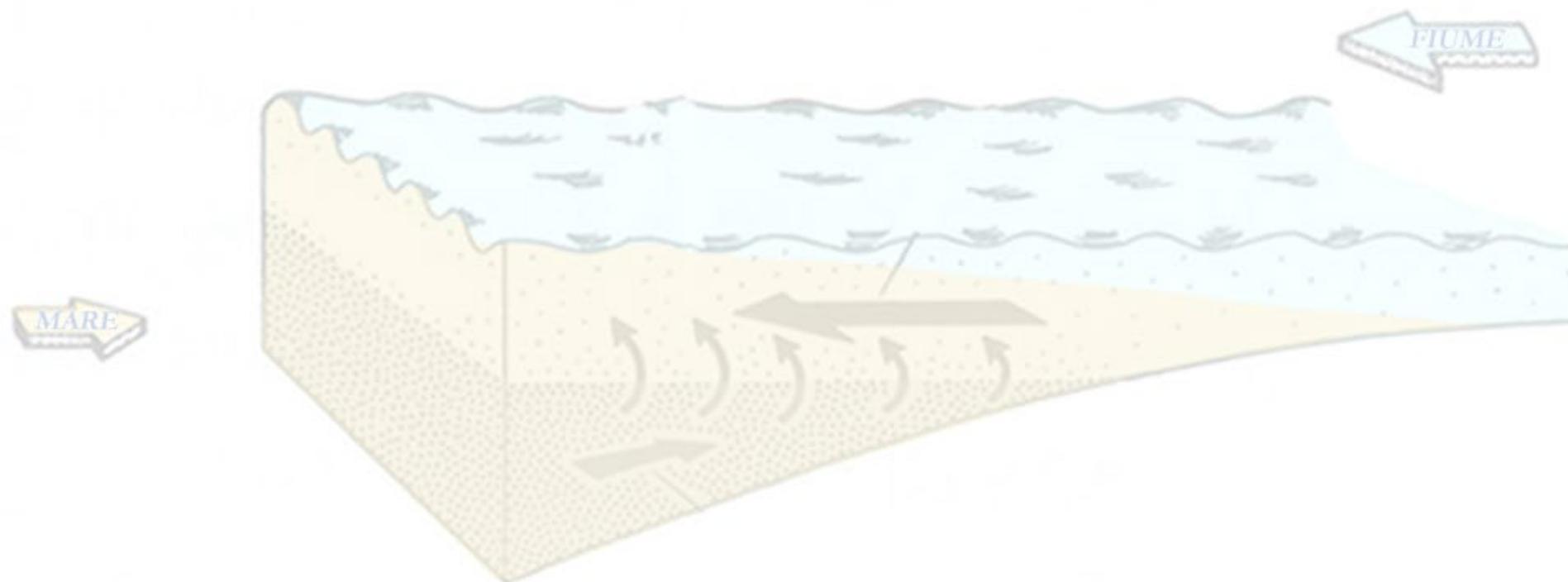


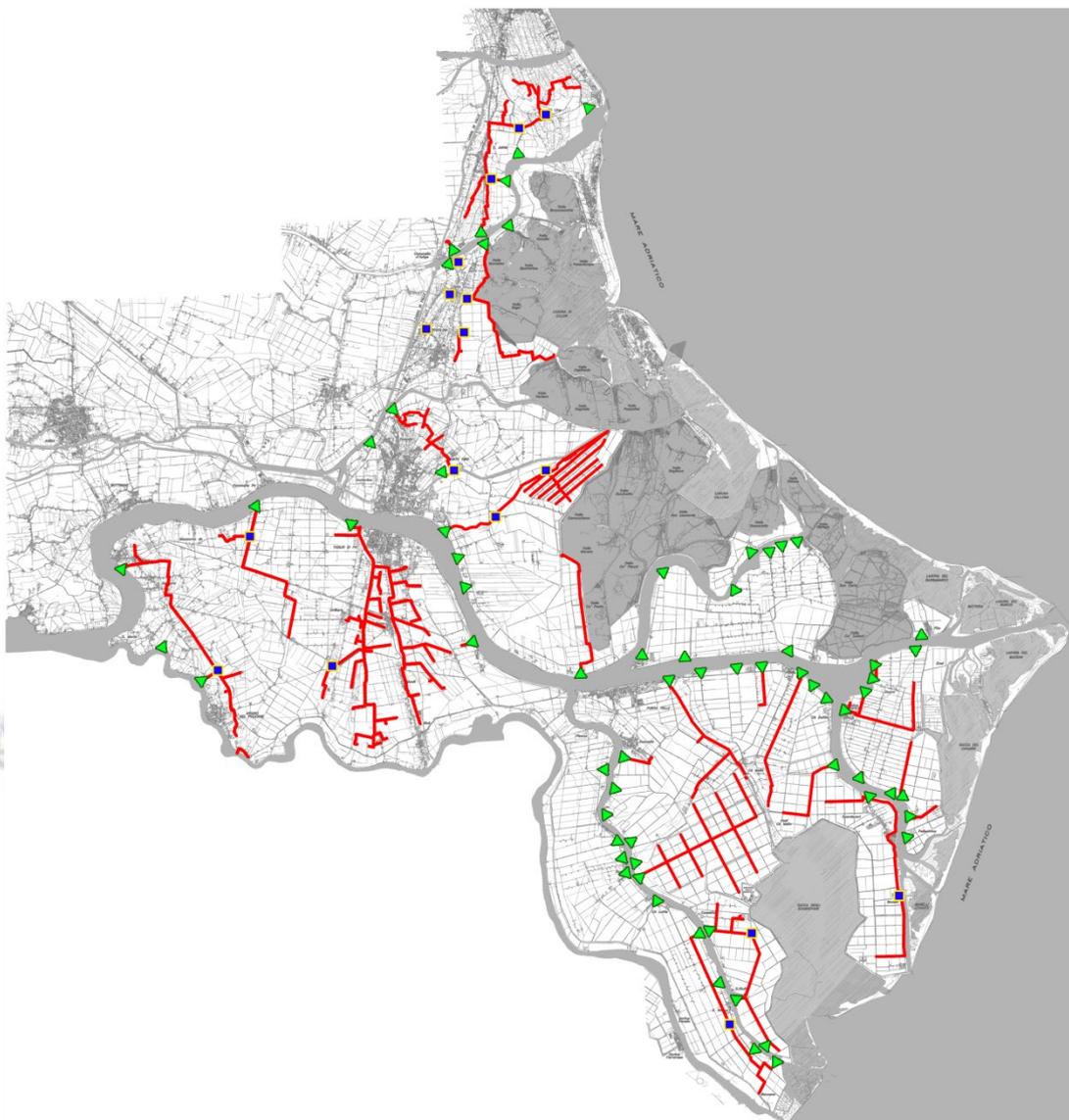
Ansa di Volta Vaccari

GLI EFFETTI PRODOTTI DAL CUNEO SALINO

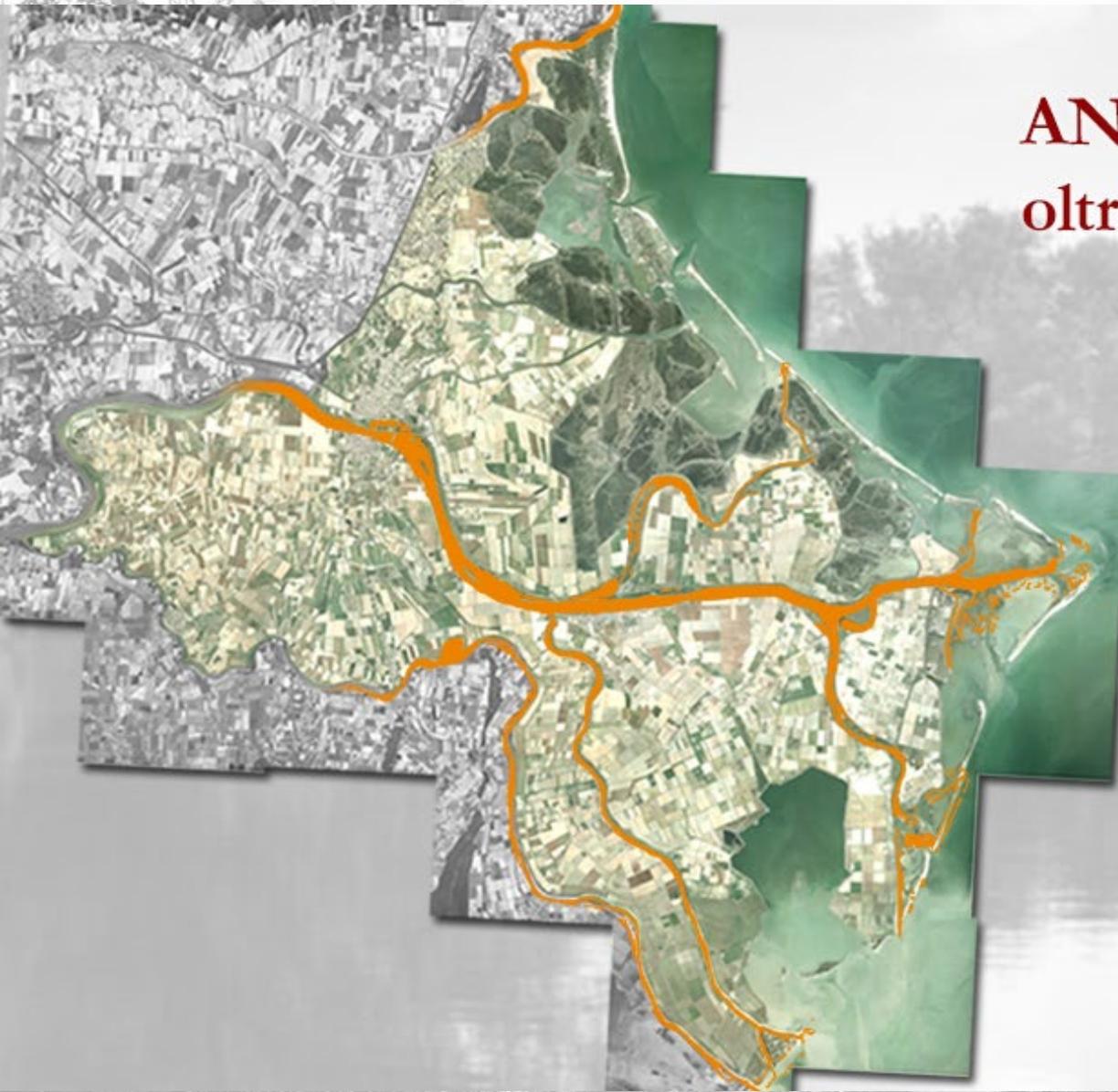
EFFETTI DEL CUNEO SALINO

o Interruzione delle derivazioni irrigue





-  CANALI IRRIGUI CONSORZIALI
-  IMPIANTI IRRIGUI CONSORZIALI
-  OPERE DI PRESA CONSORZIALI

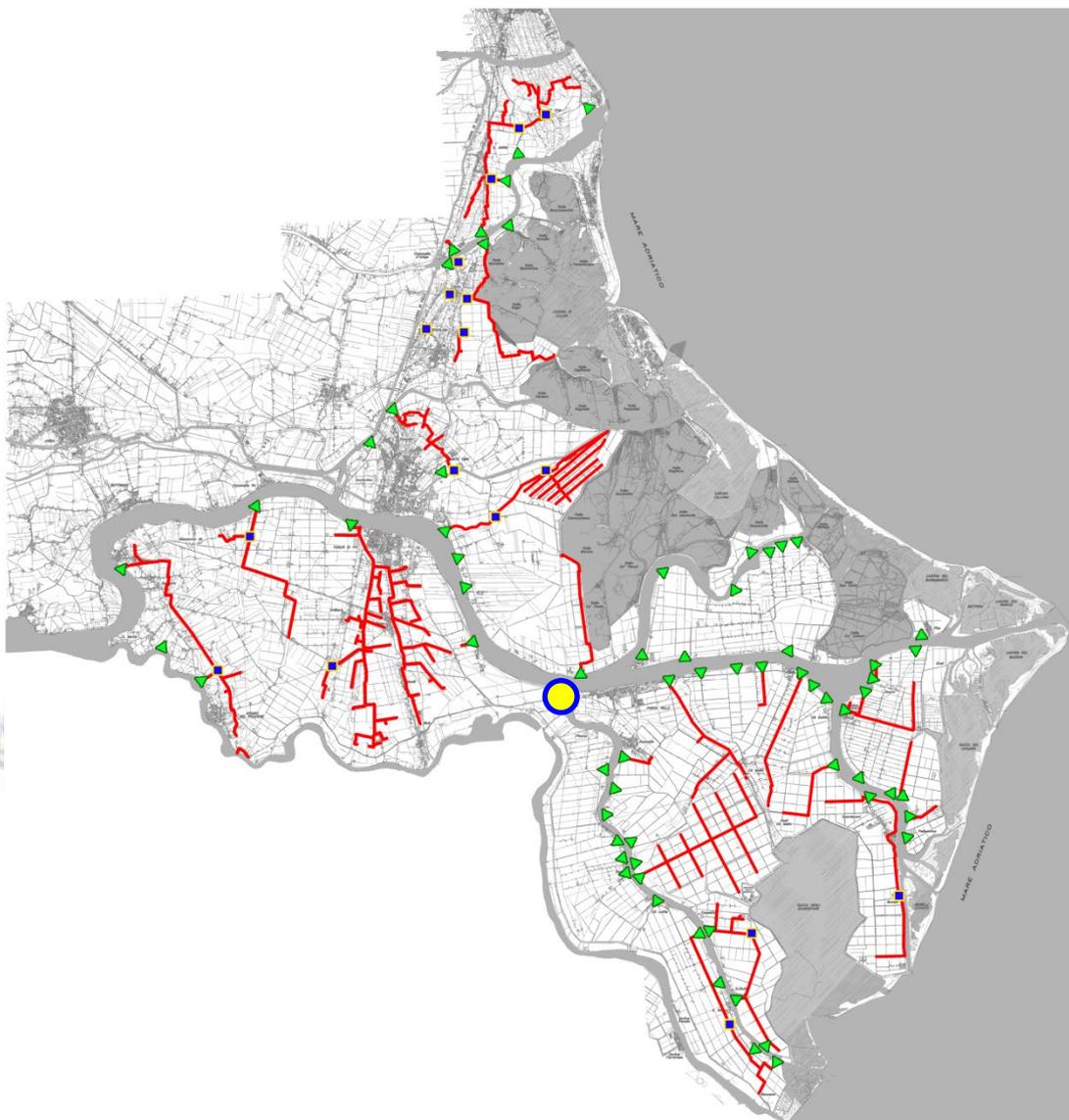


ANNI 2000
oltre 30 Km dalla foce

EFFETTI DEL CUNEO SALINO

- o Interruzione delle derivazioni irrigue
- o Interruzione degli approvvigionamenti acquedottistici





-  CENTRALE DI POTABILIZZAZIONE 'PONTE MOLO'
-  CANALI IRRIGUI CONSORZIALI
-  IMPIANTI IRRIGUI CONSORZIALI
-  OPERE DI PRESA CONSORZIALI

EFFETTI DEL CUNEO SALINO

- o Interruzione delle derivazioni irrigue
- o Interruzione degli approvvigionamenti acquedottistici
- o Salinizzazione delle falde





BACINO SCARDOVARI



EFFETTI DEL CUNEO SALINO

Effetto complessivo:

EMERGENZA AMBIENTALE













SOLUZIONI ADOTTATE

SOLUZIONI ADOTTATE

AZIONI CONDIVISE

RESISTENZA

RESILIENZA

AZIONI CONDIVISE

- AUMENTO DEI **RILASCI** D'ACQUA DAGLI **INVASI** NEI MOMENTI DI CRISI
- AUMENTO DEI **RILASCI** D'ACQUA DAI **LAGHI** NEI MOMENTI DI CRISI
- RIDUZIONE DEI **PRELIEVI** DA MONTE NEI MOMENTI DI CRISI

AZIONI CONDIVISE

- RIDUZIONE DEI PRELIEVI DA MONTE**



AZIONI CONDIVISE

- RIDUZIONE DEI PRELIEVI DA MONTE**



AZIONI CONDIVISE

- RIDUZIONE DEI PRELIEVI DA MONTE**

*Garantire a Pontelagoscuro
una portata non inferiore a 450 m³/s*



RESILIENZA

a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali



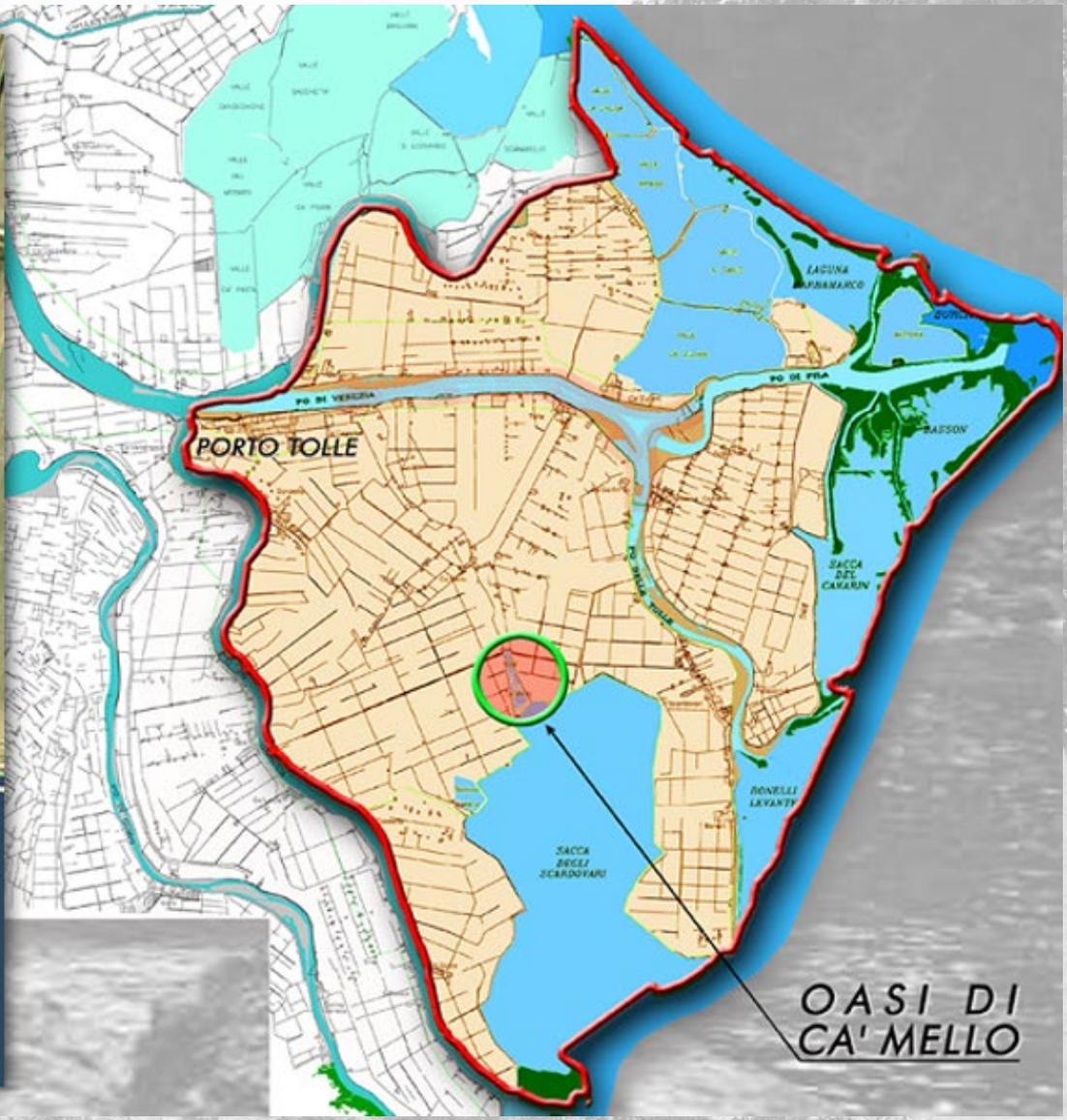
BACINI DI ACCUMULO IN AREE FLUVIALI





RESILIENZA

- a) **Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali**
- b) **Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali**





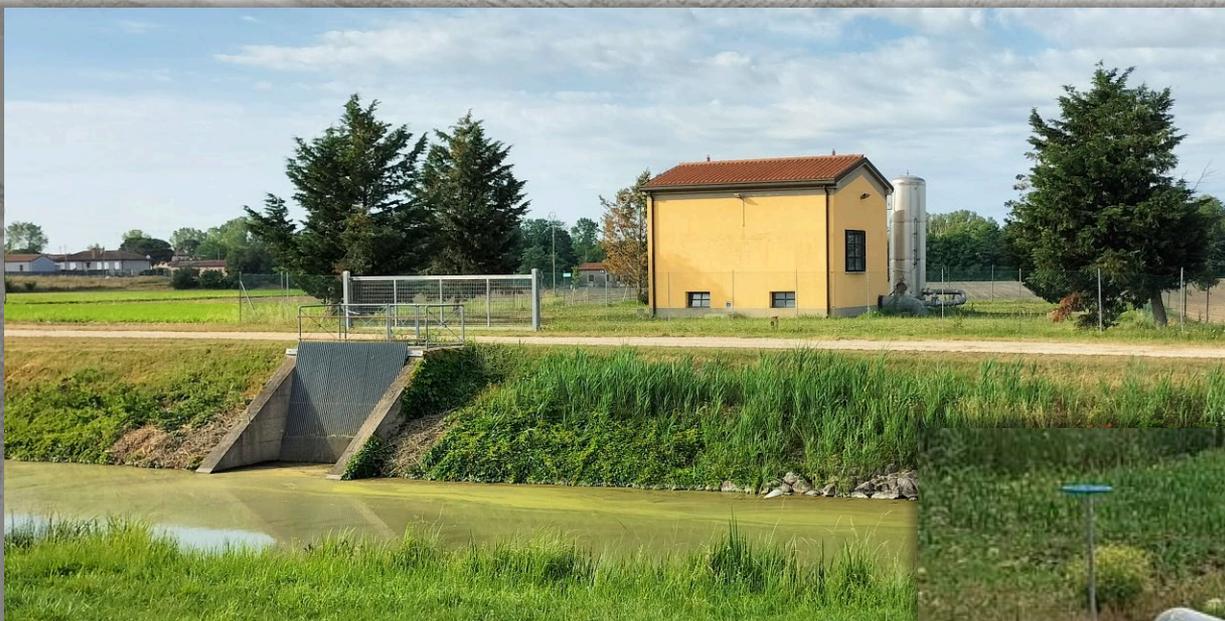
RESILIENZA

- a) Realizzazione di bacini di accumulo in aree fluviali
- b) Realizzazione di bacini di accumulo in aree umide residuali
- c) **Utilizzo acque di bonifica**









Impianto Irriguo
Marchiona



RESISTENZA

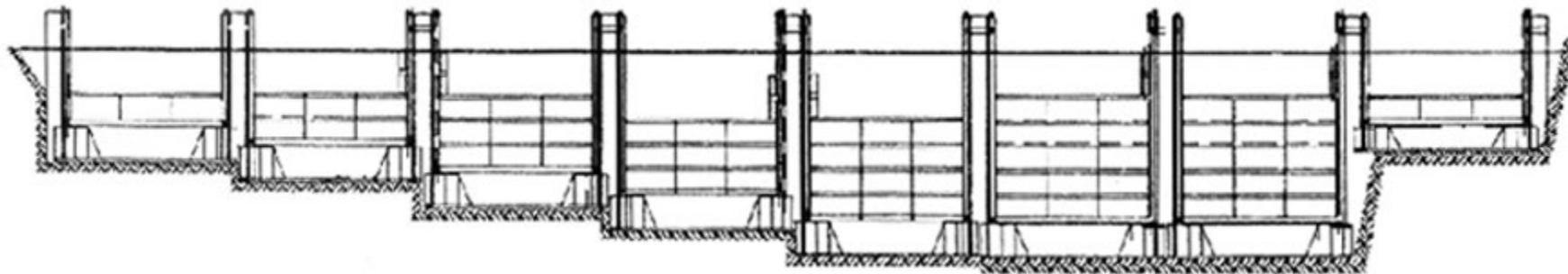
BARRIERE MOBILI CONTRO LA RISALITA DEL CUNEO SALINO

REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

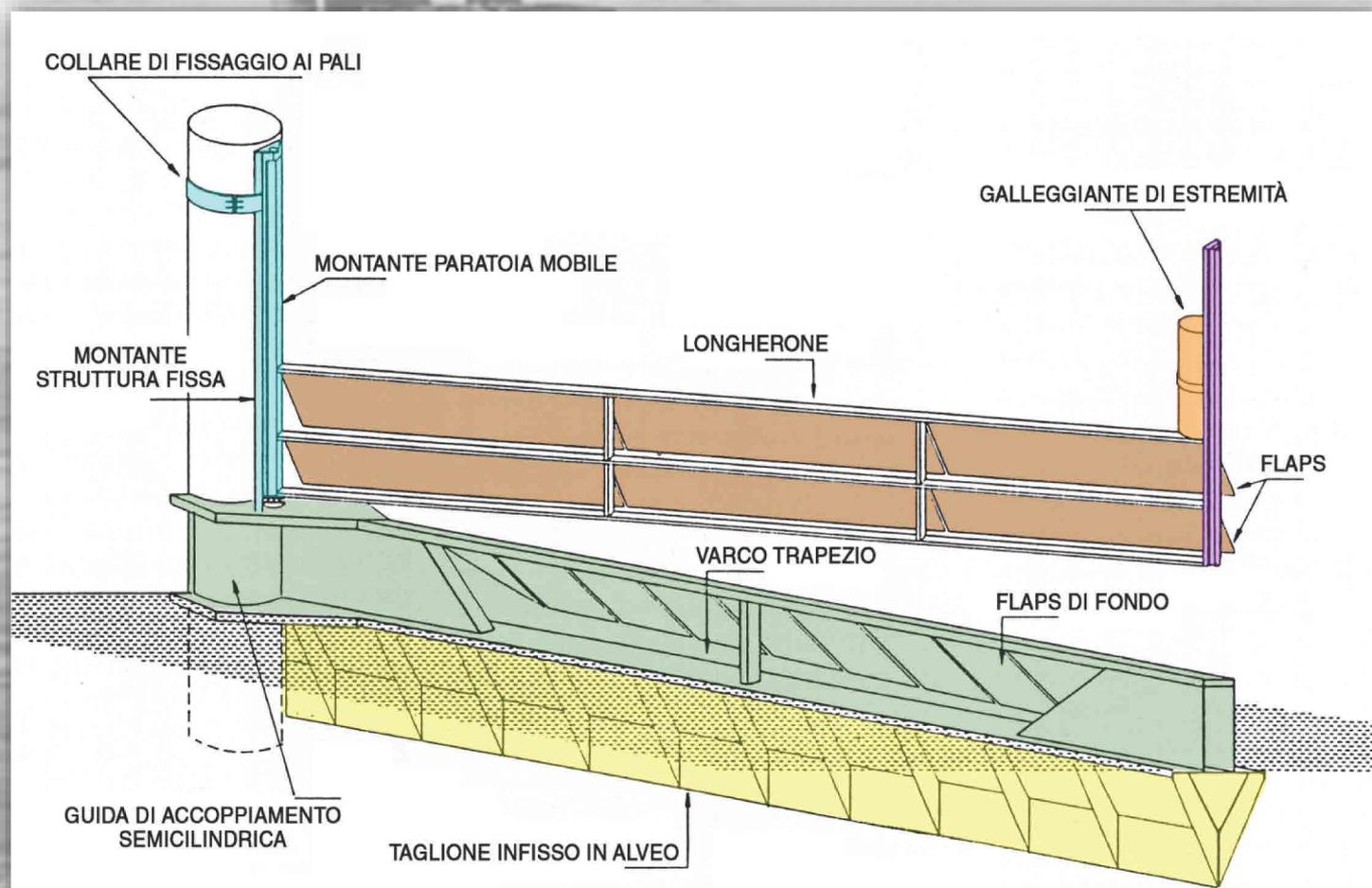


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

PROPOSTA n° 3

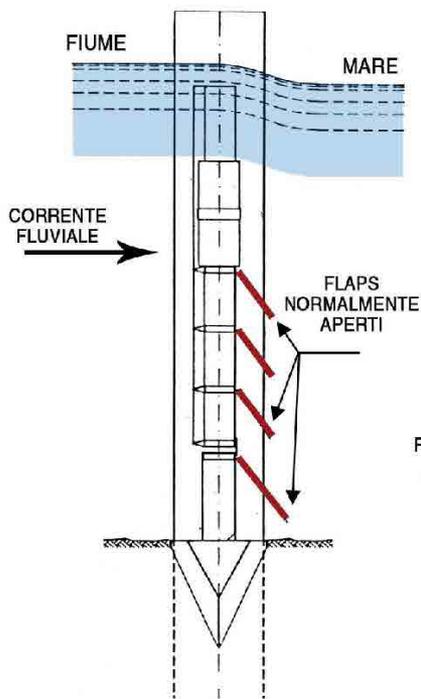


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

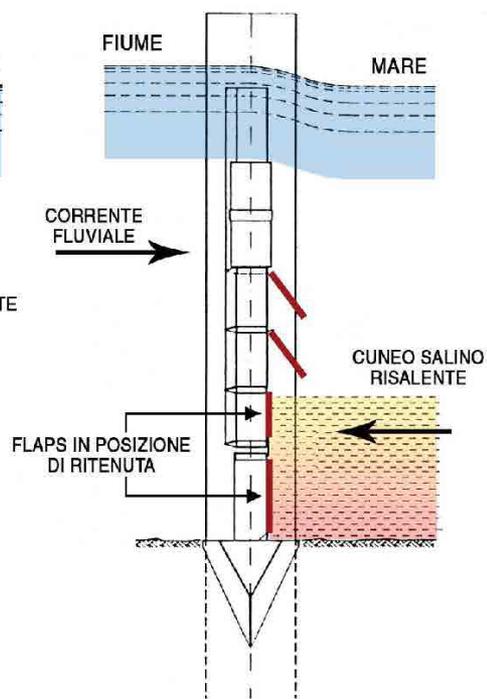


REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE

FLUSSO NORMALE
DA FIUME A MARE



CONDIZIONI DI RITNUTA
DEL CUNEO SALINO



REALIZZAZIONE DI BARRIERE ANTISALE



LA FASE DI GESTIONE DEGLI SBARRAMENTI “MOBILI” HA DIMOSTRATO CHE :

- **IL CONTENIMENTO DEL CUNEO SALINO E' EFFICACE PER PORTATE NON INFERIORI A 450 m³/s A PONTELAGOSCURO**



MONTE

VALLE

RESISTENZA

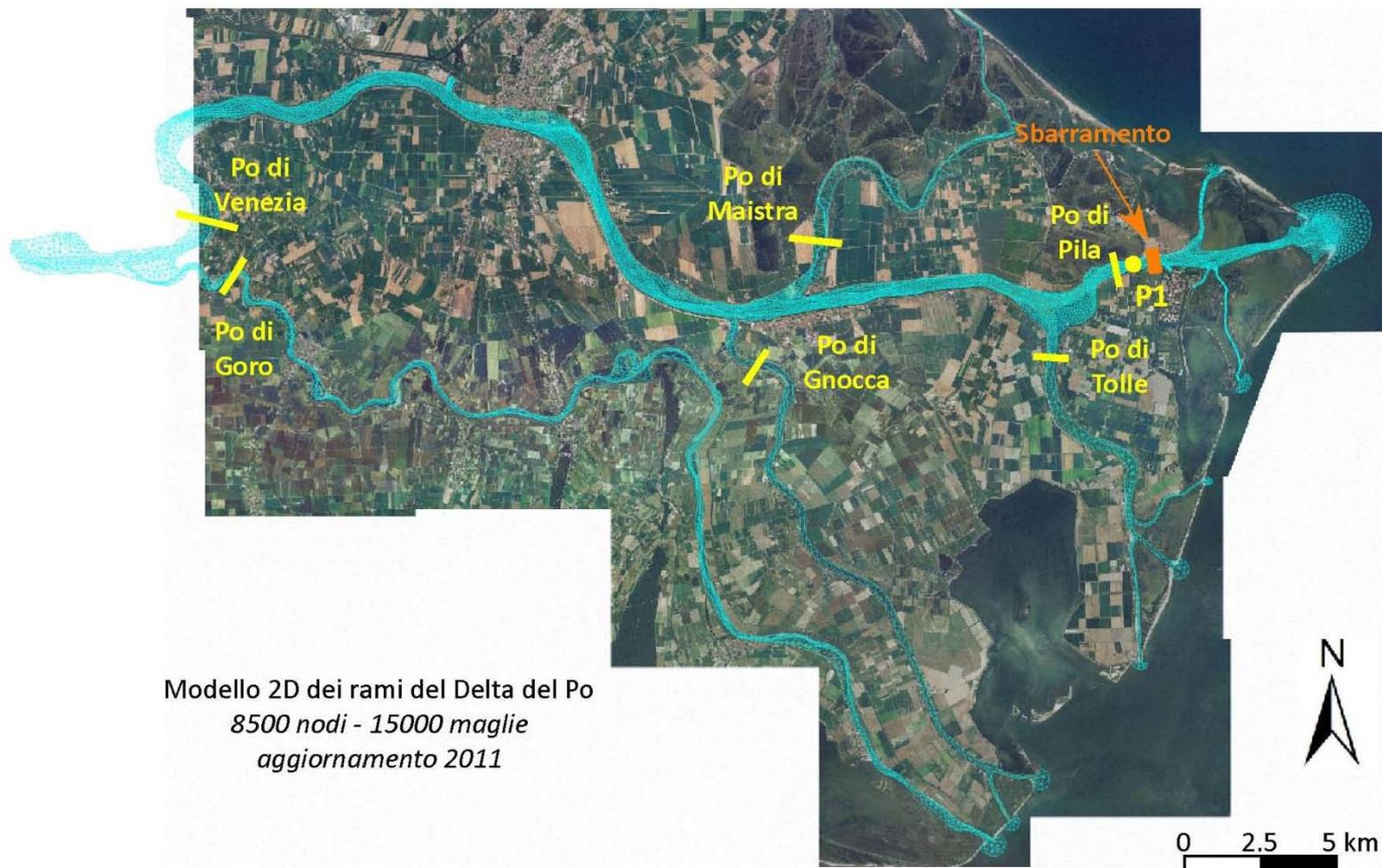
Realizzazione

di

BARRIERA ANTISALE

INNOVATIVA

NUOVA BARRIERA ANTISALE PO DI PILA



ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ATTI DEI CONVEGNI LINCEI
279

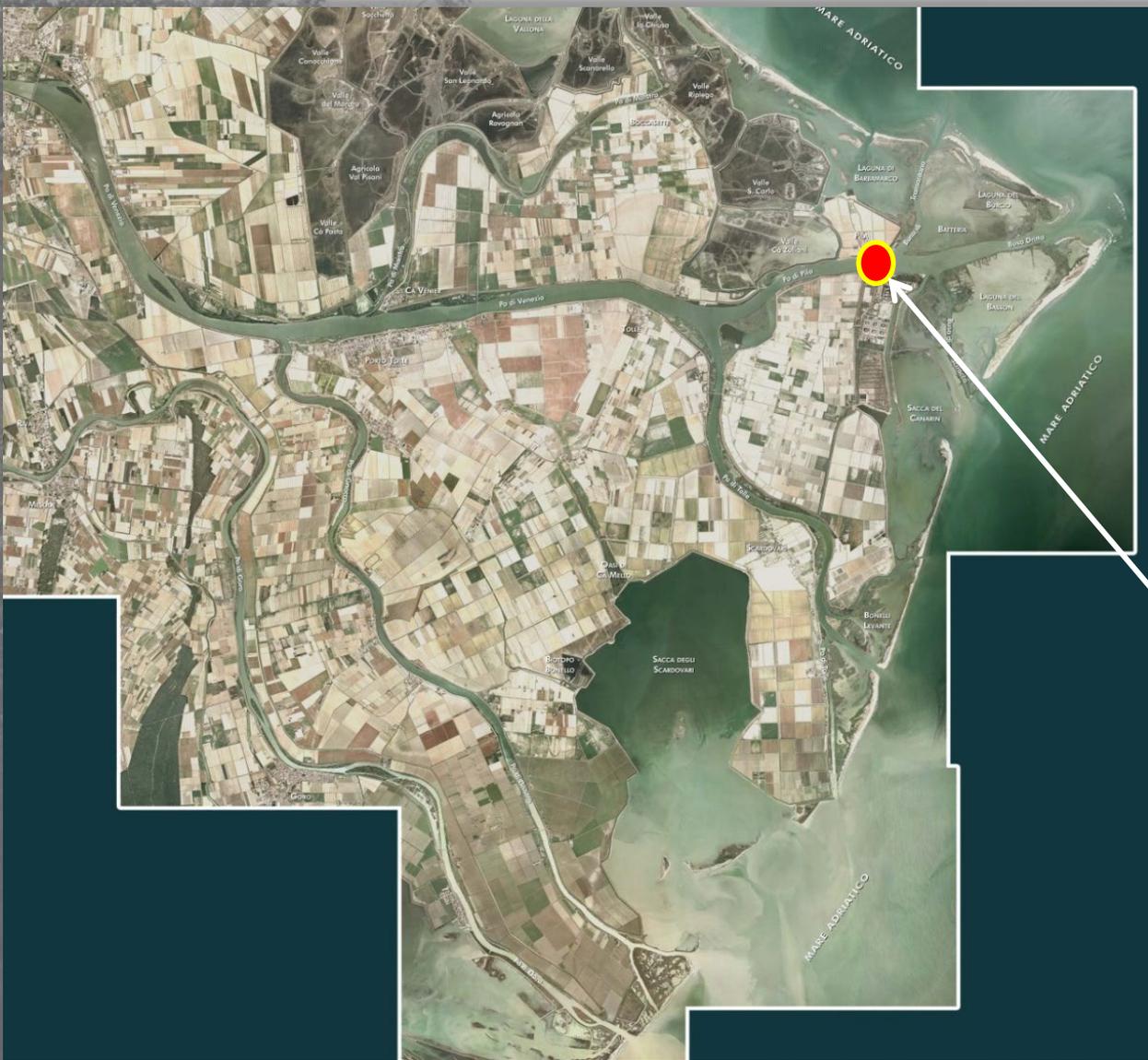
XII GIORNATA MONDIALE DELL'ACQUA
IL BACINO DEL PO
(Roma, 22 marzo 2012)

ESTRATTO



ROMA 2014
SCIENZE E LETTERE
EDITORE COMMERCIALE





**NUOVA BARRIERA ANTISALE
PO DI PILA ?**

NUOVA BARRIERA ANTISALE SUL FIUME PO DI PILA?



Condizioni al contorno:

- Portata costante nel Po a monte dell'incile del Po di Goro
- Livello alla foce di ciascun ramo variabile nel tempo, secondo l'andamento di una marea reale (registrazione del giugno 2010)
- Le simulazioni sono state estese per una durata di 10 giorni estraendo i risultati ogni 0.5 ore

Simulazioni effettuate

- Diverse portate a monte: 200 – 400 - 600 - 800 m³/s
- Scenario 1 – Stato di fatto
- Scenario 2 – Realizzazione di uno sbarramento nel Po di Pila a monte dell'incile della Busa di Scirocco

Ripartizione delle portate tra i rami del Delta del Po

Da «IL DELTA DEL PO E L'OFFICIOSITA' IDRAULICA DI RAMI E BOCCHIE A MARE – STATO DELL'ARTE DEGLI STUDI E DELLE CONOSCENZE»
Zasso M., Saccardo I., Mantovani G., Matticchio B., Agnetti A., Pecora S., Settin T.

DATA	Po di Goro (S0)		Po di Venezia (S1)		Po di Gnocca (S2)		Po di Maistra (S3)		Po di Tolle (S4)		Po di Pila (S4b)		Pontelagoscuro
	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	
14 Sept 2002	542	23.5	1782	76.5	338	14.7	77	3.3	390	16.9	954	40.5	2300
30 May 2007	34	5.2	623	94.8	74	11.2	9	1.4	103	15.7	437	66.6	657
27 Nov 2007	282	11.6	2140	88.4	387	15.9	102	4.2	492	20.3	1158	47.8	2422
22 June 2010	668	13.8	4093	84.4	743	15.3	208	4.3	1037	21.4	2193	45.2	4936
6 Nov 2010	655	13.6	4139	86.3	789	16.45	215	4.5	993	20.7	2141	44.7	5102
11 Nov 2011*	748	13.5	4785	86.5									5803
media		13.54		86.08		14.71		3.54		18.675		48.96	

Modello 2D ad elementi finiti - Ripartizione delle portate tra i rami del Delta del Po

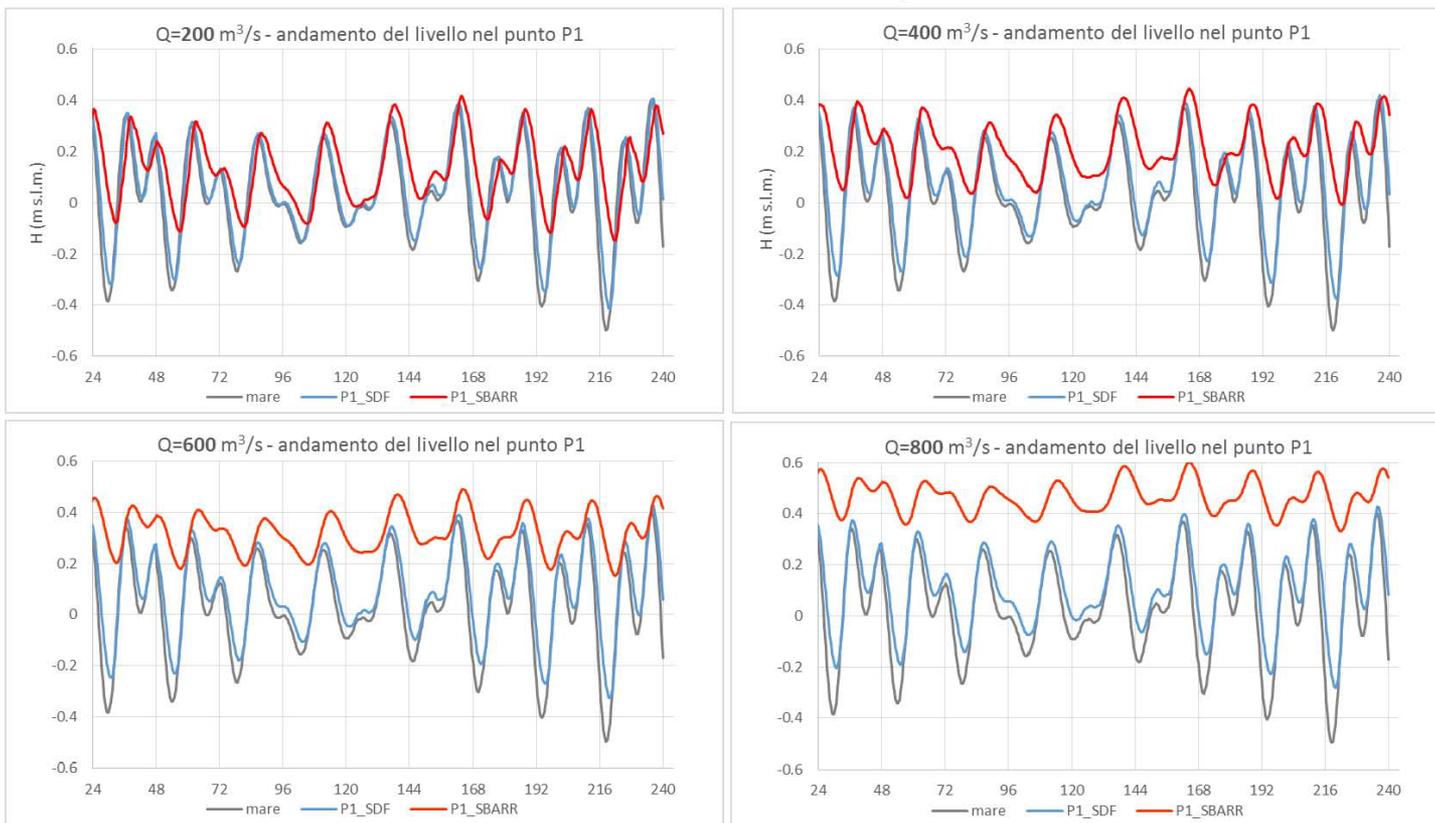
Simulazioni a moto vario con diverse portate a monte e marea reale alla foce. I valori calcolati sono la media di 10 giorni di simulazione

	Po di Goro (S0)		Po di Venezia (S1)		Po di Gnocca (S2)		Po di Maistra (S3)		Po di Tolle (S4)		Po di Pila (S4b)		Pontelagoscuro
	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	m ³ /s	%	
Stato di fatto	95.57	11.95	704.29	88.04	138.45	17.31	26.22	3.28	161.12	20.14	381.61	47.70	800.00
	69.02	11.50	530.80	88.47	102.81	17.14	20.58	3.43	121.15	20.19	290.54	48.42	600.00
	43.20	10.80	356.60	89.15	65.24	16.31	15.28	3.82	79.68	19.92	202.08	50.52	400.00
	19.42	9.71	180.32	90.16	28.94	14.47	9.56	4.78	37.57	18.79	110.55	55.27	200.00
		10.99		88.95		16.31		3.83		19.76		50.48	media
Sbarramento	98.84	12.35	701.06	87.63	262.32	32.79	52.83	6.60	385.98	48.25	-0.01	0.00	800.00
	70.95	11.83	528.93	88.16	199.33	33.22	38.77	6.46	291.19	48.53	-0.01	0.00	600.00
	44.36	11.09	355.42	88.85	135.19	33.80	25.78	6.44	195.09	48.77	-0.01	0.00	400.00
	19.83	9.91	179.78	89.89	67.09	33.54	14.32	7.16	99.92	49.96	-0.01	-0.01	200.00
		11.30		88.63		33.34		6.67		48.88		0.00	media

Commenti

- Nello scenario Stato di fatto il modello riproduce abbastanza bene la ripartizione della portata del Po tra i diversi rami, valutata in base ai dati sperimentali nello studio di Zasso e altri. La ripartizione si mantiene sostanzialmente la medesima per tutte le portate considerate
- Nello stato di fatto la portata media che fluisce nel Po di Pila a monte della Busa di Scirocco è pari a circa il 50% di quella totale a Pontelagoscuro
- Nella configurazione con lo sbarramento tale portata non può defluire verso il mare e si distribuisce nei rami di monte (Goro, Gnocca, Maistra e Tolle), incrementandone il contributo sul totale.
- L'incremento maggiore si verifica per il Po di Tolle che vede il suo contributo aumentare da circa 20% a circa 49% del totale a Pontelagoscuro
- L'effetto è molto significativo anche per Po di Tolle e Po di Maistra che vedono quasi raddoppiate le loro portate. E' invece minimo per Po di Goro, che evidentemente è idraulicamente troppo lontano dalla zona di intervento per esserne influenzato in modo rilevante

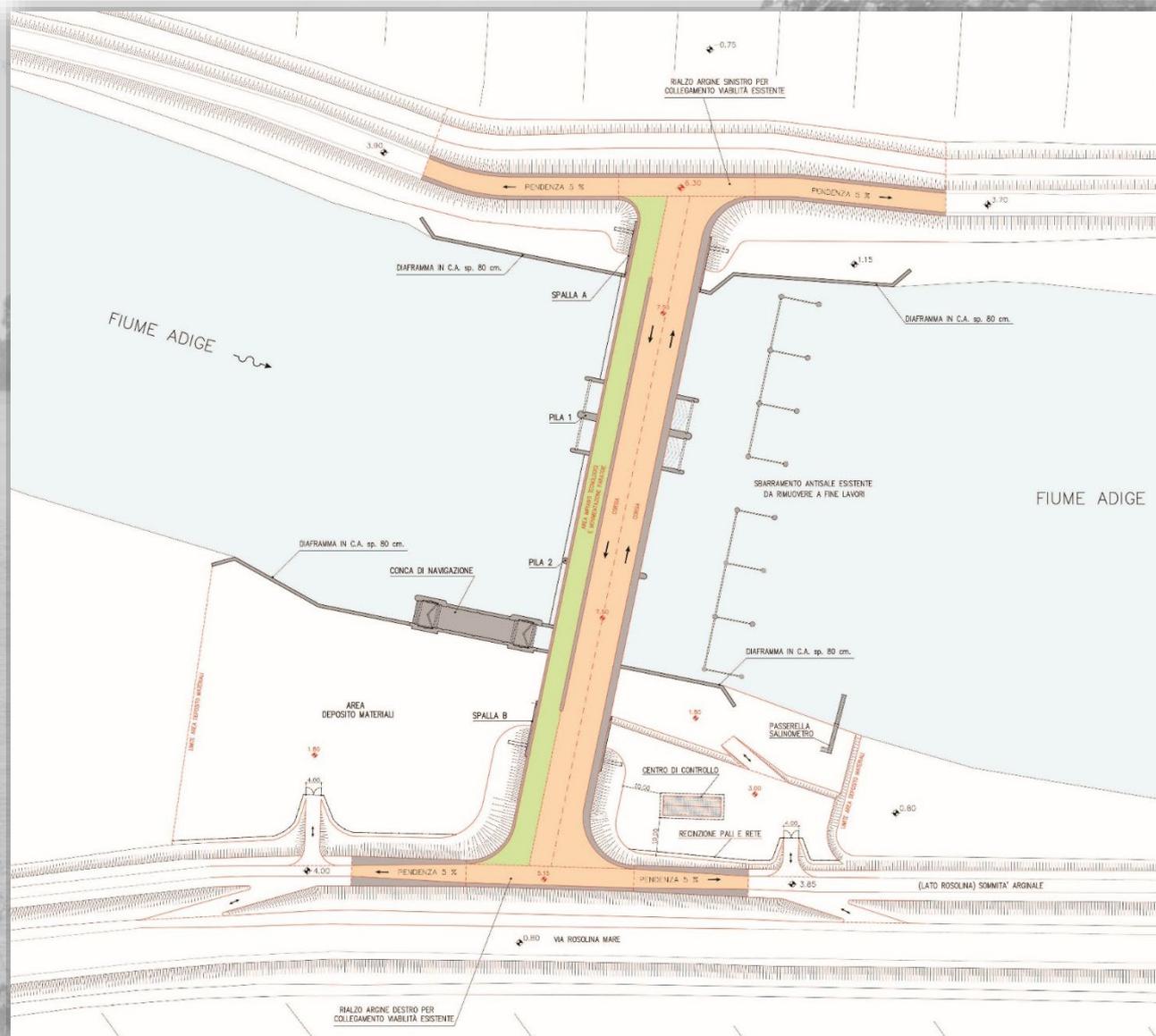
Modello 2D ad elementi finiti - Andamento del livello in mare nel punto P1 a monte dello sbarramento

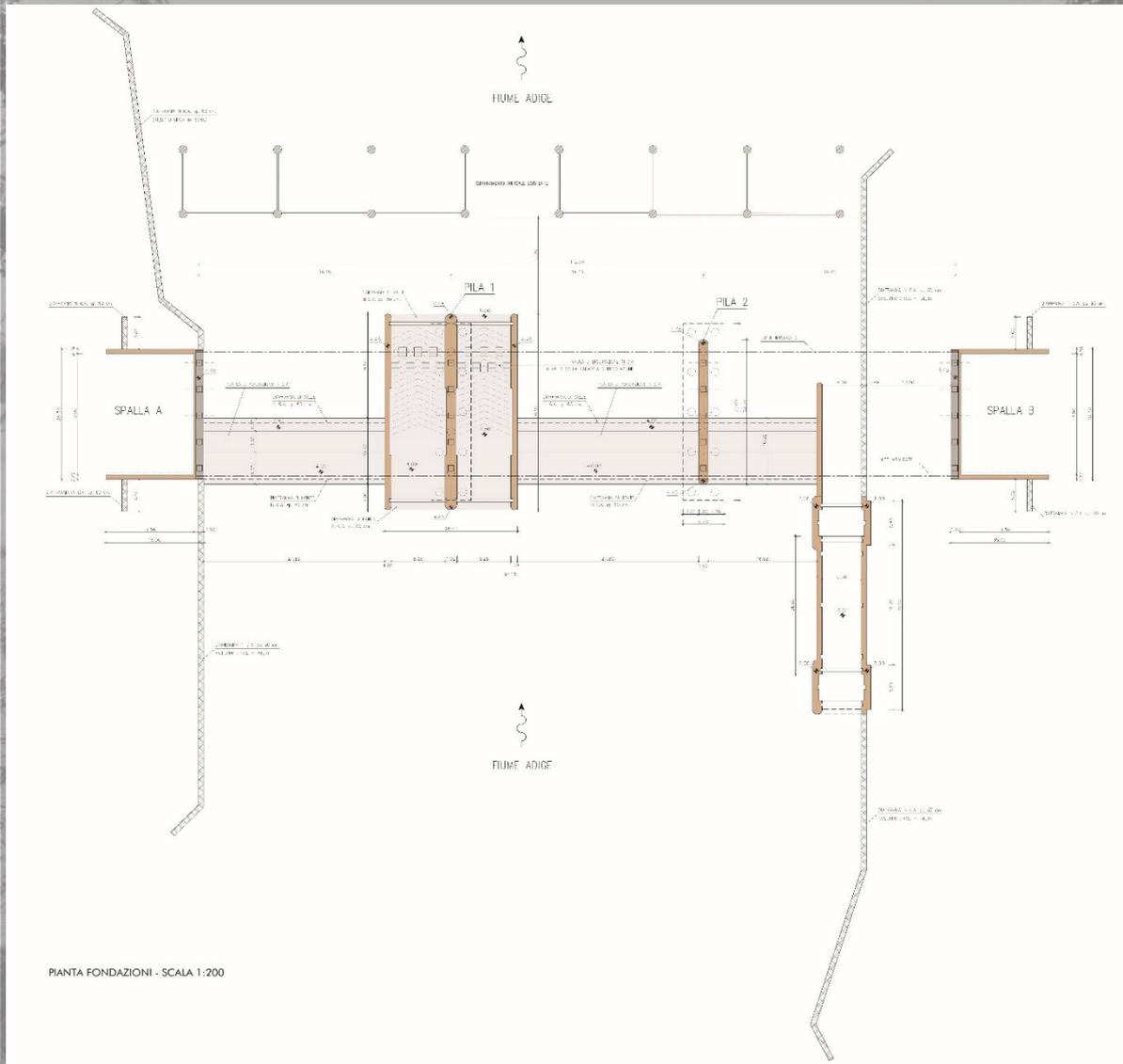


Q Pontelagoscuro <i>m³/s</i>	Stato di fatto			Sbarramento			Δ Hmed <i>m</i>
	Hmin	Hmax	Hmed	Hmin	Hmax	Hmed	
200	-0.41	0.41	0.05	-0.15	0.42	0.13	0.08
400	-0.37	0.42	0.07	-0.01	0.45	0.21	0.14
600	-0.33	0.43	0.09	0.15	0.49	0.32	0.23
800	-0.28	0.43	0.11	0.33	0.60	0.47	0.36

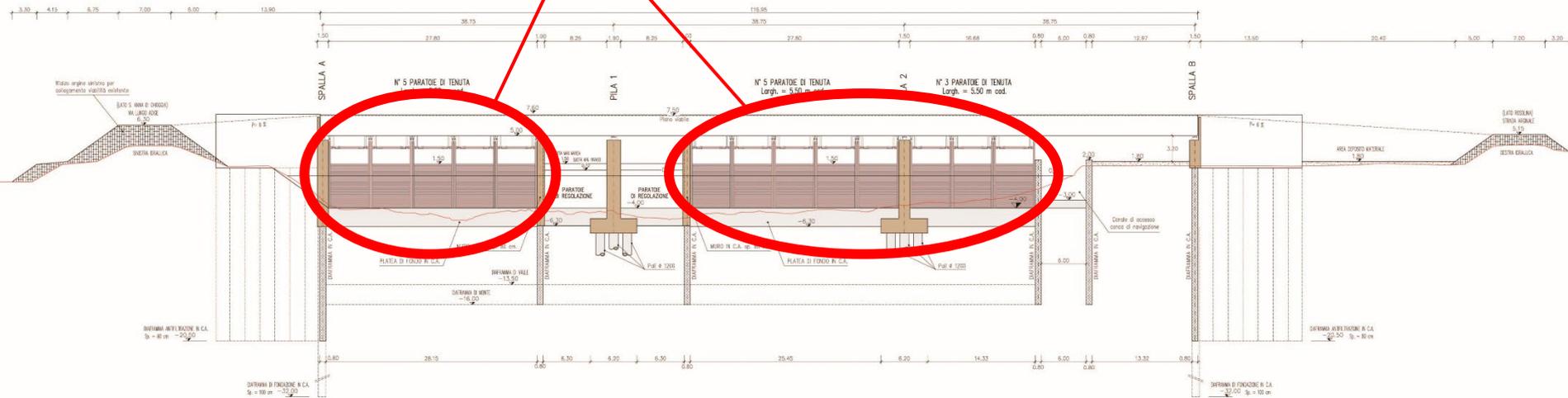
Commenti

- Nello scenario Stato di fatto il livello di marea a monte della sezione dello sbarramento è quasi coincidente con quello in mare. In particolare per la portata di 800 m³/s il sovrizzo medio nel punto P1 rispetto al mare è di soli 11 cm. Questo significa che, per le portate in gioco, le perdite di carico sono modeste
- Nello scenario con sbarramento le perdite di carico aumentano considerevolmente perché l'intera portata deve transitare per i rami minori, e quindi il livello a monte dello sbarramento si incrementa
- Per la portata di 200 m³/s l'incremento di livello a monte dello sbarramento, rispetto allo stato di fatto, è di 8 cm. Per la portata di 800 m³/s l'incremento è di 36 cm
- L'incremento di livello si attenua progressivamente procedendo verso monte. Nella sezione iniziale del modello, posta a monte dell'incile del Po di Goro, il sovrizzo è praticamente nullo (2-4 cm per la portata di 800 m³/s).

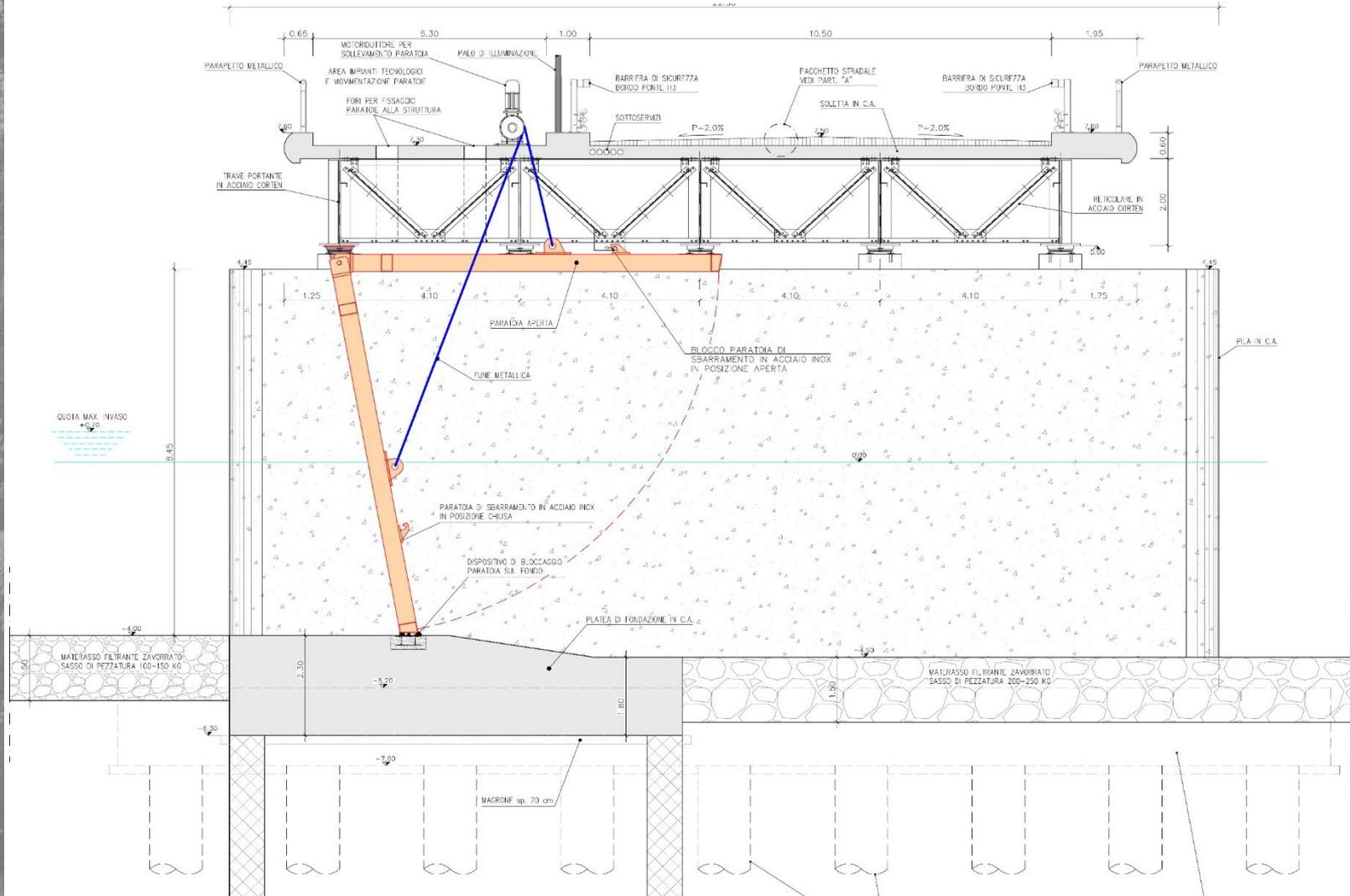




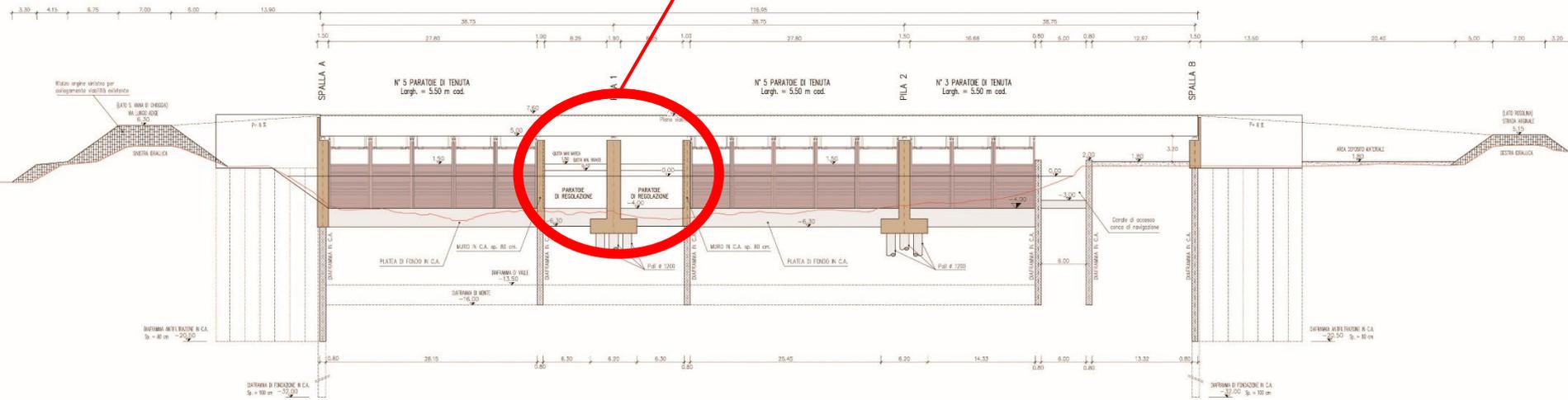
PARATOIE DI TENUTA



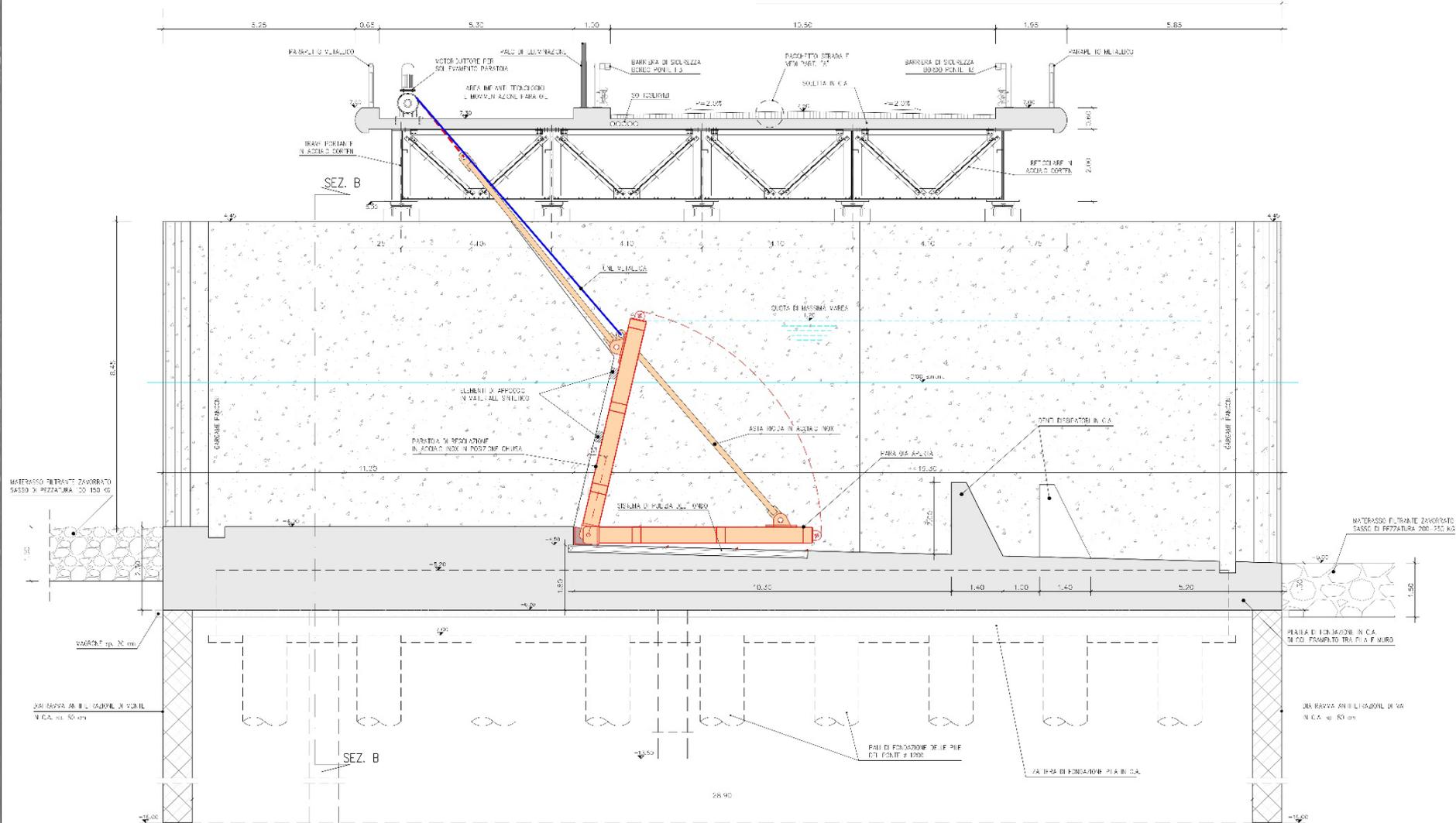
PARATOIE DI TENUTA



PARATOIE DI REGOLAZIONE



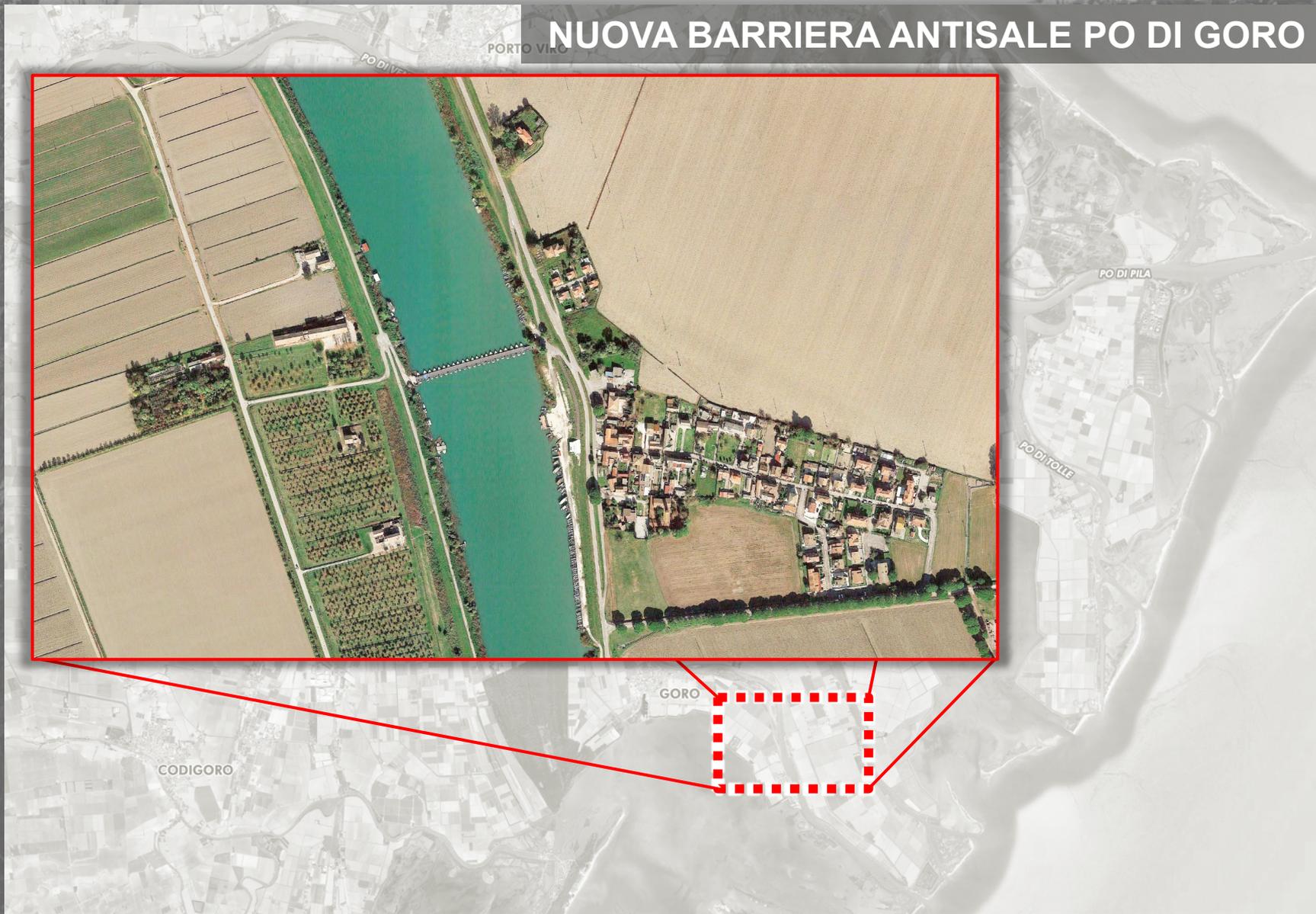
PARATOIE DI REGOLAZIONE



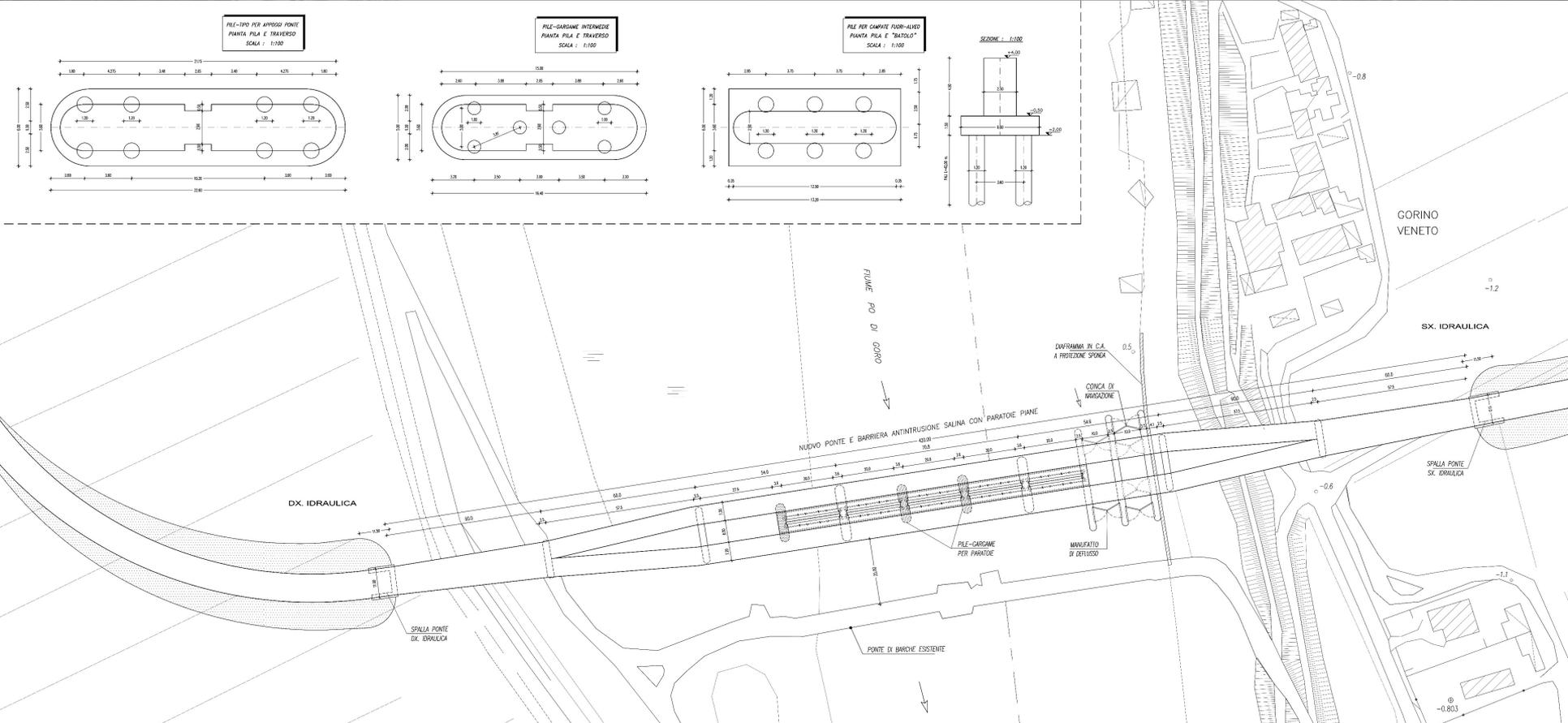
NUOVA BARRIERA ANTISALE PO DI GORO



NUOVA BARRIERA ANTISALE PO DI GORO



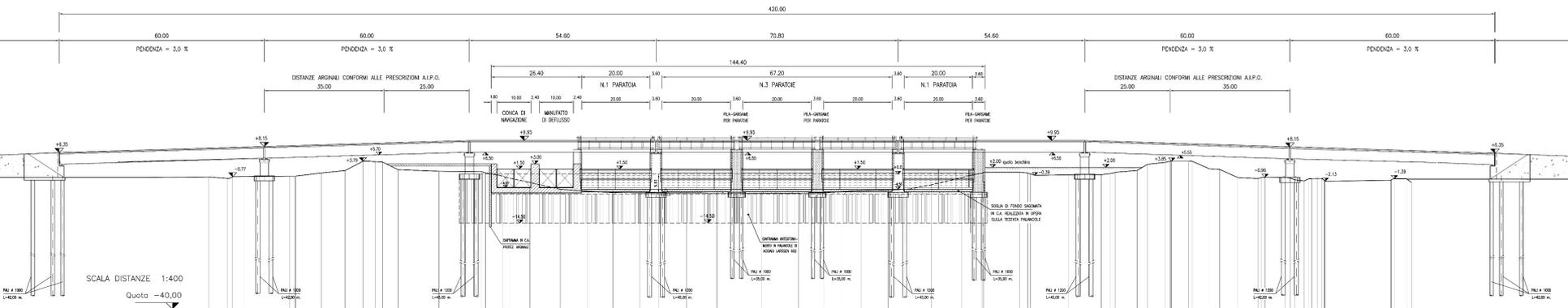
NUOVA BARRIERA ANTISALE PO DI GORO



NUOVA BARRIERA ANTISALE PO DI GORO

SX. IDRAULICA

DX. IDRAULICA



NOME PUNTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
QUOTE TERRENO	4.98	5.05	5.12	5.20	5.28	5.35	5.42	5.50	5.58	5.65	5.72	5.80	5.88	5.95	6.02	6.10	6.18	6.25	6.32	6.40	6.48	6.55	6.62	6.70	6.78	6.85	6.92	7.00	7.08	7.15	7.22	7.30	7.38	7.45	7.52	7.60	7.68	7.75	7.82	7.90	7.98	8.05	8.12	8.20	8.28	8.35	8.42	8.50	8.58	8.65	8.72	8.80	8.88	8.95	9.02	9.10	9.18	9.25	9.32	9.40	9.48	9.55	9.62	9.70	9.78	9.85	9.92	10.00	10.08	10.15	10.22	10.30	10.38	10.45	10.52	10.60	10.68	10.75	10.82	10.90	10.98	11.05	11.12	11.20	11.28	11.35	11.42	11.50	11.58	11.65	11.72	11.80	11.88	11.95	12.02	12.10	12.18	12.25	12.32	12.40	12.48	12.55	12.62	12.70	12.78	12.85	12.92	13.00	13.08	13.15	13.22	13.30	13.38	13.45	13.52	13.60	13.68	13.75	13.82	13.90	13.98	14.05	14.12	14.20	14.28	14.35	14.42	14.50	14.58	14.65	14.72	14.80	14.88	14.95	15.02	15.10	15.18	15.25	15.32	15.40	15.48	15.55	15.62	15.70	15.78	15.85	15.92	16.00	16.08	16.15	16.22	16.30	16.38	16.45	16.52	16.60	16.68	16.75	16.82	16.90	16.98	17.05	17.12	17.20	17.28	17.35	17.42	17.50	17.58	17.65	17.72	17.80	17.88	17.95	18.02	18.10	18.18	18.25	18.32	18.40	18.48	18.55	18.62	18.70	18.78	18.85	18.92	19.00	19.08	19.15	19.22	19.30	19.38	19.45	19.52	19.60	19.68	19.75	19.82	19.90	19.98	20.05	20.12	20.20	20.28	20.35	20.42	20.50	20.58	20.65	20.72	20.80	20.88	20.95	21.02	21.10	21.18	21.25	21.32	21.40	21.48	21.55	21.62	21.70	21.78	21.85	21.92	22.00	22.08	22.15	22.22	22.30	22.38	22.45	22.52	22.60	22.68	22.75	22.82	22.90	22.98	23.05	23.12	23.20	23.28	23.35	23.42	23.50	23.58	23.65	23.72	23.80	23.88	23.95	24.02	24.10	24.18	24.25	24.32	24.40	24.48	24.55	24.62	24.70	24.78	24.85	24.92	25.00	25.08	25.15	25.22	25.30	25.38	25.45	25.52	25.60	25.68	25.75	25.82	25.90	25.98	26.05	26.12	26.20	26.28	26.35	26.42	26.50	26.58	26.65	26.72	26.80	26.88	26.95	27.02	27.10	27.18	27.25	27.32	27.40	27.48	27.55	27.62	27.70	27.78	27.85	27.92	28.00	28.08	28.15	28.22	28.30	28.38	28.45	28.52	28.60	28.68	28.75	28.82	28.90	28.98	29.05	29.12	29.20	29.28	29.35	29.42	29.50	29.58	29.65	29.72	29.80	29.88	29.95	30.02	30.10	30.18	30.25	30.32	30.40	30.48	30.55	30.62	30.70	30.78	30.85	30.92	31.00	31.08	31.15	31.22	31.30	31.38	31.45	31.52	31.60	31.68	31.75	31.82	31.90	31.98	32.05	32.12	32.20	32.28	32.35	32.42	32.50	32.58	32.65	32.72	32.80	32.88	32.95	33.02	33.10	33.18	33.25	33.32	33.40	33.48	33.55	33.62	33.70	33.78	33.85	33.92	34.00	34.08	34.15	34.22	34.30	34.38	34.45	34.52	34.60	34.68	34.75	34.82	34.90	34.98	35.05	35.12	35.20	35.28	35.35	35.42	35.50	35.58	35.65	35.72	35.80	35.88	35.95	36.02	36.10	36.18	36.25	36.32	36.40	36.48	36.55	36.62	36.70	36.78	36.85	36.92	37.00	37.08	37.15	37.22	37.30	37.38	37.45	37.52	37.60	37.68	37.75	37.82	37.90	37.98	38.05	38.12	38.20	38.28	38.35	38.42	38.50	38.58	38.65	38.72	38.80	38.88	38.95	39.02	39.10	39.18	39.25	39.32	39.40	39.48	39.55	39.62	39.70	39.78	39.85	39.92	40.00	40.08	40.15	40.22	40.30	40.38	40.45	40.52	40.60	40.68	40.75	40.82	40.90	40.98	41.05	41.12	41.20	41.28	41.35	41.42	41.50	41.58	41.65	41.72	41.80	41.88	41.95	42.02	42.10	42.18	42.25	42.32	42.40	42.48	42.55	42.62	42.70	42.78	42.85	42.92	43.00	43.08	43.15	43.22	43.30	43.38	43.45	43.52	43.60	43.68	43.75	43.82	43.90	43.98	44.05	44.12	44.20	44.28	44.35	44.42	44.50	44.58	44.65	44.72	44.80	44.88	44.95	45.02	45.10	45.18	45.25	45.32	45.40	45.48	45.55	45.62	45.70	45.78	45.85	45.92	46.00	46.08	46.15	46.22	46.30	46.38	46.45	46.52	46.60	46.68	46.75	46.82	46.90	46.98	47.05	47.12	47.20	47.28	47.35	47.42	47.50	47.58	47.65	47.72	47.80	47.88	47.95	48.02	48.10	48.18	48.25	48.32	48.40	48.48	48.55	48.62	48.70	48.78	48.85	48.92	49.00	49.08	49.15	49.22	49.30	49.38	49.45	49.52	49.60	49.68	49.75	49.82	49.90	49.98	50.05	50.12	50.20	50.28	50.35	50.42	50.50	50.58	50.65	50.72	50.80	50.88	50.95	51.02	51.10	51.18	51.25	51.32	51.40	51.48	51.55	51.62	51.70	51.78	51.85	51.92	52.00	52.08	52.15	52.22	52.30	52.38	52.45	52.52	52.60	52.68	52.75	52.82	52.90	52.98	53.05	53.12	53.20	53.28	53.35	53.42	53.50	53.58	53.65	53.72	53.80	53.88	53.95	54.02	54.10	54.18	54.25	54.32	54.40	54.48	54.55	54.62	54.70	54.78	54.85	54.92	55.00	55.08	55.15	55.22	55.30	55.38	55.45	55.52	55.60	55.68	55.75	55.82	55.90	55.98	56.05	56.12	56.20	56.28	56.35	56.42	56.50	56.58	56.65	56.72	56.80	56.88	56.95	57.02	57.10	57.18	57.25	57.32	57.40	57.48	57.55	57.62	57.70	57.78	57.85	57.92	58.00	58.08	58.15	58.22	58.30	58.38	58.45	58.52	58.60	58.68	58.75	58.82	58.90	58.98	59.05	59.12	59.20	59.28	59.35	59.42	59.50	59.58	59.65	59.72	59.80	59.88	59.95	60.02	60.10	60.18	60.25	60.32	60.40	60.48	60.55	60.62	60.70	60.78	60.85	60.92	61.00	61.08	61.15	61.22	61.30	61.38	61.45	61.52	61.60	61.68	61.75	61.82	61.90	61.98	62.05	62.12	62.20	62.28	62.35	62.42	62.50	62.58	62.65	62.72	62.80	62.88	62.95	63.02	63.10	63.18	63.25	63.32	63.40	63.48	63.55	63.62	63.70	63.78	63.85	63.92	64.00	64.08	64.15	64.22	64.30	64.38	64.45	64.52	64.60	64.68	64.75	64.82	64.90	64.98	65.05	65.12	65.20	65.28	65.35	65.42	65.50	65.58	65.65	65.72	65.80	65.88	65.95	66.02	66.10	66.18	66.25	66.32	66.40	66.48	66.55	66.62	66.70	66.78	66.85	66.92	67.00	67.08	67.15	67.22	67.30	67.38	67.45	67.52	67.60	67.68	67.75	67.82	67.90	67.98	68.05	68.12	68.20	68.28	68.35	68.42	68.50	68.58	68.65	68.72	68.80	68.88	68.95	69.02	69.10	69.18	69.25	69.32	69.40	69.48	69.55	69.62	69.70	69.78	69.85	69.92	70.00	70.08	70.15	70.22	70.30	70.38	70.45	70.52	70.60	70.68	70.75	70.82	70.90	70.98	71.05	71.12	71.20	71.28	71.35	71.42	71.50	71.58	71.65	71.72	71.80	71.88	71.95	72.02	72.10	72.18	72.25	72.32	72.40	72.48	72.55	72.62	72.70	72.78	72.85	72.92	73.00	73.08	73.15	73.22	73.30	73.38	73.45	73.52	73.60	73.68	73.75	73.82	73.90	73.98	74.05	74.12	74.20	74.28	74.35	74.42	74.50	74.58	74.65	74.72	74.80	74.88	74.95	75.02	75.10	75.18	75.25	75.32	75.40	75.48	75.55	75.62	75.70	75.78	75.85	75.92	76.00	76.08	76.15	76.22	76.30	76.38	76.45	76.52	76.60	76.68	76.75	76.82	76.90	76.98	77.05	77.12	77.20	77.28	77.35	77.42	77.50	77.58	77.65	77.72	77.80	77.88	77.95	78.02	78.10	78.18	78.25	78.32	78.40	78.48	78.55	78.62	78.70	78.78	78.85	78.92	79.00	79.08	79.15	79.22	79.30	79.38	79.45	79.52	79.60	79.68	79.75	79.82	79.90	79.98	80.05	80.12	80.20	80.28	80.35	80.42	80.50	80.58	80.65	80.72	80.80	80.88	80.95	81.02	81.10	81.18	81.25	81.32	81.40	81.48	81.55	81.62	81.70	81.78	81.85	81.92	82.00	82.08	82.15	82.22	82.30	82.38	82.45	82.52	82.60	82.68	82.75	82.82	82.90	82.98	83.05	83.12	83.20	83.28	83.35	83.42	83.50	83.58	83.65	83.72	83.80	83.88	83.95	84.02	84.10	84.18	84.25	84.32	84.40	84.48	84.55	84.62	84.70	84.78	84.85	84.92	85.00	85.08	85.15	85.22	85.30	85.38	85.45	85.52	85.60	85.68	85.75	85.82	85.90	85.98	86.05	86.12	86.20	86.28	86.35	86.42	86.50	86.58	86.65	86.72	86.80	86.88	86.95	87.02	87.10	87.18	87.25	87.32	87.40	87.48	87.55	87.62	87.70	87.78	87.85	87.92	88.00	88.08	88.15	88.22	88.30	88.3





IL CONTRASTO ALLA RISALITA DEL CUNEO SALINO

Soluzioni Adottate e proposte

... grazie per l'attenzione