



**SAFE - Infrastrutture**  
*Parma*

**SAFE - Infrastrutture**

*2 ° Giornata di Lavoro*

*Parma, Palazzo Soragna, 25 Gennaio 2007*

# **ISPEZIONE MANUTENZIONE E RIABILITAZIONE DEI PONTI CON PILE IN ALVEO**

P. Giorgio Malerba

*Docente di Ponti*

*Dipartimento di Ingegneria Strutturale - Politecnico di Milano*

## SOMMARIO

<b>ASPETTI NORMATIVI</b>	riguardanti l'Idraulica		
	riguardanti la Struttura del Ponte		
<b>STRUTTURE</b>	Strutture Nuove		
	Strutture Esistenti	Idoneità statica	
		Interv. di adeguamento statico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Azioni</li> <li>• Tecniche di Intervento</li> </ul>
<b>ISPEZIONI</b>			
<b>MONITORAGGIO</b>			

## **ASPETTI NORMATIVI - IDRAULICA**

**Autorità di Bacino del Po. Deliberazione 11 maggio 1999, n.2/99.**

**Regole per la costruzione in sicurezza e la verifica dei ponti sui corsi d'acqua contenute**

*Contiene i criteri per lo studio idraulico a corredo dei progetti di ponti e i criteri di compatibilità per le opere che si inseriscono nelle fasce A (alveo di piena ordinaria) e B (espansione).*

### **§ 3.3. Criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso esistenti**

- portata di piena di progetto
- franco minimo
- posizionamento del ponte rispetto all'alveo
- effetti idraulici indotti dal ponte
- condizioni di sicurezza del ponte e delle opere collegate

### § 3.3. Criteri di compatibilità idraulica per i ponti e i rilevati di accesso esistenti

- *portata di piena di progetto*, non deve essere inferiore a quella assunta per la delimitazione della fascia B (per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione della fasce fluviali) e comunque non inferiore ai 100 anni (per i corsi d'acqua non interessati dalla delimitazione della fasce fluviali);
- *franco minimo*, il franco minimo (distanza tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte) non deve essere inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,0 m. Il valore del franco deve essere assicurato per almeno  $2/3$  della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tali valore. Il franco minimo tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di sommità del rilevato di accesso al ponte (piano viabile) deve essere non inferiore a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,0 m;
- *posizionamento del ponte rispetto all'alveo*, deve essere considerato l'orientamento delle pile e delle spalle rispetto alla corrente;
- *effetti idraulici indotti dal ponte*, relativamente alle modalità di deflusso durante la piena, in particolare riguardo al rigurgito (innalzamento della quota idrometrica per presenza di un ostacolo al deflusso) provocato dall'attraversamento, agli effetti indotti da possibili ostruzioni delle luci a opera di corpi flottanti trasportati dalla piena ovvero dal deposito anomalo di materiale derivante dal trasporto solido;
- *condizioni di sicurezza del ponte e delle opere collegate*, verifica di stabilità strutturale rispetto allo scalzamento massimo delle pile, delle spalle e dei rilevati di accesso, agli urti e abrasioni provocati dalla corrente, alla spinta idrodinamica per effetto del sovralzo indotto dalla struttura.

## ASPETTI NORMATIVI - STRUTTURE

Testo Unitario. Norme Tecniche per le Costruzioni. G.U. 23 Settembre 2005, n.222.

Capitolo 6 - AZIONI ANTROPICHE. §6.2 Opere Stradali.

### § 6.2.2.5. Compatibilità idraulica

Per opere in attraversamento di corsi d'acqua naturali o artificiali, il progetto dovrà essere corredato da una relazione riguardante i problemi idrologici, idrografici ed idraulici relativi alle scelte progettuali, alla costruzione ed all'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento delle indagini e della relativa relazione tecnica saranno commisurati all'importanza del problema ed al grado di elaborazione del progetto.

Va evitata la realizzazione di pile nell'alveo di piena ordinaria, salvo casi eccezionali, rigorosamente motivati e da sottoporre al parere preventivo delle competenti Autorità di Bacino. Qualora ciò si verificasse e, in ogni caso, per pile e spalle in zone golenali o in zone potenzialmente interessate da correnti idrauliche, sono richiesti uno studio dei potenziali fenomeni di erosione e di scalzamento e la definizione delle azioni idrauliche agenti sulle pile e sulle spalle interessate dalla corrente.

Per la valutazione dell'azione idraulica agente sulle pile e sulle spalle il periodo di ritorno sul quale va valutata la massima intensità dell'azione è assunto pari 200 anni.

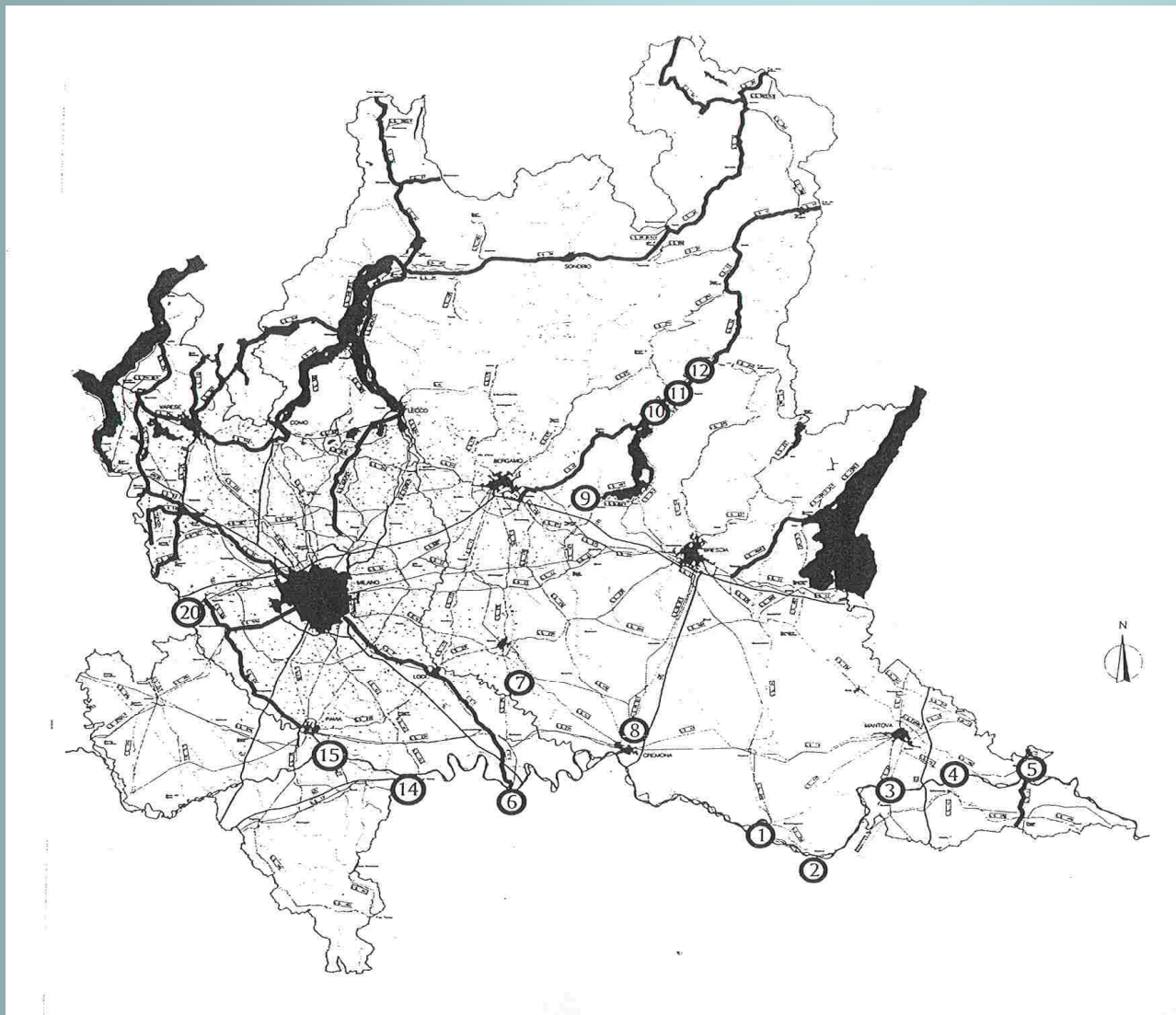
## ASPETTI DELL'ADEGUAMENTO STATICO DI STRUTTURE ESISTENTI

<b>1</b>	<b>RILIEVI E INDAGINI</b>	
<b>2</b>	<b>IDRAULICA</b>	Interventi sull'Alveo
<b>3</b>	<b>FONDO ALVEO</b>	Stabilizzazione del Fondo
<b>4</b>	<b>STRUTTURE DI FONDAZIONE</b>	Riprofilatura, Integrazione
<b>5</b>	<b>STRUTTURE IN ELEVAZIONE</b>	Riprofilatura, Rinforzo, Risanamento
<b>6</b>	<b>STRUTTURE DI IMPALCATO</b>	Adeguamento Sede Stradale, Rinforzo, Risanamento, Appoggi, Giunti, Opere di convogliamento e smaltimento delle Acque
<b>7</b>	<b>COLLAUDO. MONITORAGGIO</b>	

## RILIEVI E INDAGINI

1	Esame Preventivo dell'Opera
2	Esame di Interventi ed Indagini Precedenti
3	Ispezioni Visive
4	Rilievo Geometrico della struttura (Dati Dimensionali e Pesì necessari per le Analisi Strutturali)
5	Rilievo della livelletta stradale e letture inclinometriche
6	Rilievo batimetrico
7	Ispezioni subacquee
8	Prove ecometriche
9	Sondaggi e Prove Geotecniche

## Principali ponti esaminati a seguito degli eventi alluvionali dell'Ottobre 2000



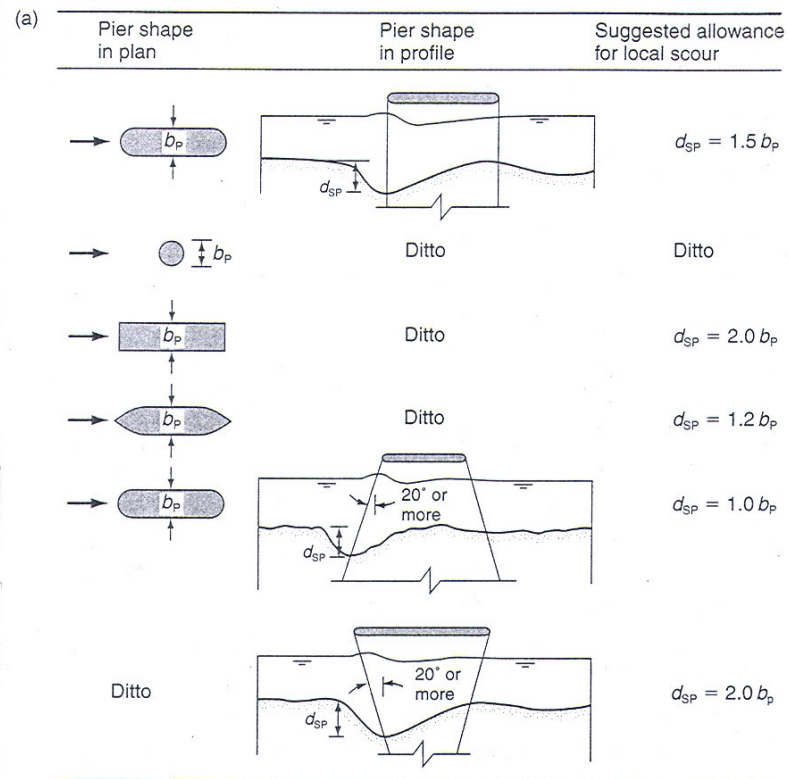
1. Casalmaggiore
2. Viadana
3. Borgoforte
4. (San Benedetto Po)
5. Ostiglia
6. Piacenza
7. Montodine
8. Pontevico
9. Sarnico
10. Montecchio 1
11. Montecchio 2
12. Breno
14. Pieve Porto Morone
15. Becca
20. (Turbigo)



## Principali ponti esaminati nel corso delle indagini

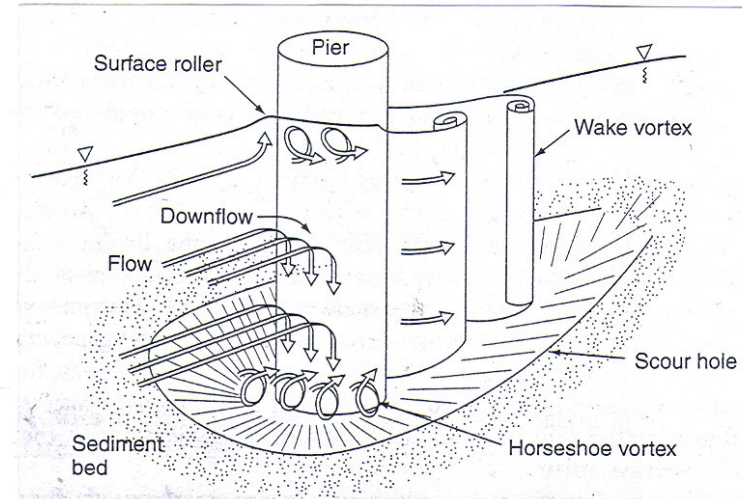
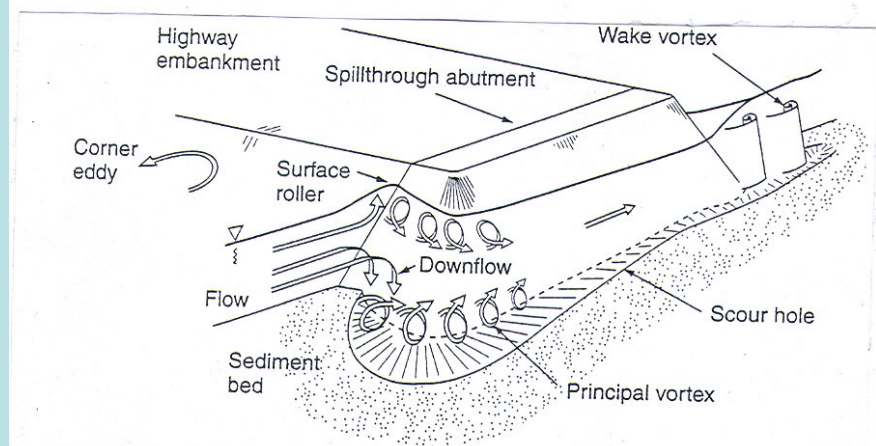
	Strada Statale	Progressiva Km	Fiume	Località	Lunghezza [m]				Numero pile in Golena	Numero pile in Alveo	Tipologia Pile e Fondazioni in Alveo
					Accesso in Sponda Sinistra	Sul Fiume	Accesso in Sponda Destra	Totale			
1	617	4+500	Po	Becca	0.00	1,040.00	0.00	1,040.00	3	9	Setti in muratura
2	412	40+000	Po	Pieve Porto Morone	0.00	1,250.00	0.00	1,250.00	10	5	Colonne rettangolari in c.a. su pali
3	9	262+387	Po	Piacenza	208.00	607.00	281.00	1,096.00	12 + 5 + 3	2	Setti in muratura
4	343	23+500	Po	Casalmaggiore	0.00	580.00	625.38	1,205.38	3 + 25	6	Pali - Pila
5	358	20+150	Po	Viadana	936.00	734.00	0.00	1,670.00	36 + 6	5	Colonne esagonali su pali
6	62	168+700	Po	Borgoforte	165.33	471.83	500.05	1,137.21	9 + 3 + 0	4	Pali - Pila
7	413	12+800	Po	San Benedetto Po	0.00	613.00	0.00	613.00	5	4	Setti in c.a. su pali
8	12	238+050	Po	Ostiglia	0.00	511.00	0.00	511.00	1	5	Setti in muratura
1	42	88+200	Oglio	Breno	0.00	403.00	0.00	403.00	15	2	Pila circolare su pali
2	42	75+800	Oglio	Montecchio 1	0.00	270.00	0.00	270.00	9	2	Pila circolare su pali
3	42	77+500	Oglio	Montecchio 2	0.00	90.00	0.00	90.00	1	2	Pila circolare su pali
4	469	26+250	Oglio	Sarnico	0.00	87.00	0.00	87.00	0	5	Pali - Pila
5	45bis	75+800	Oglio	Pontevico	0.00	90.00	0.00	90.00	0	2	Pali - Pila
1	591	47+500	Serio	Montodine	0.00	64.00	0.00	64.00	0	1	Setti in muratura



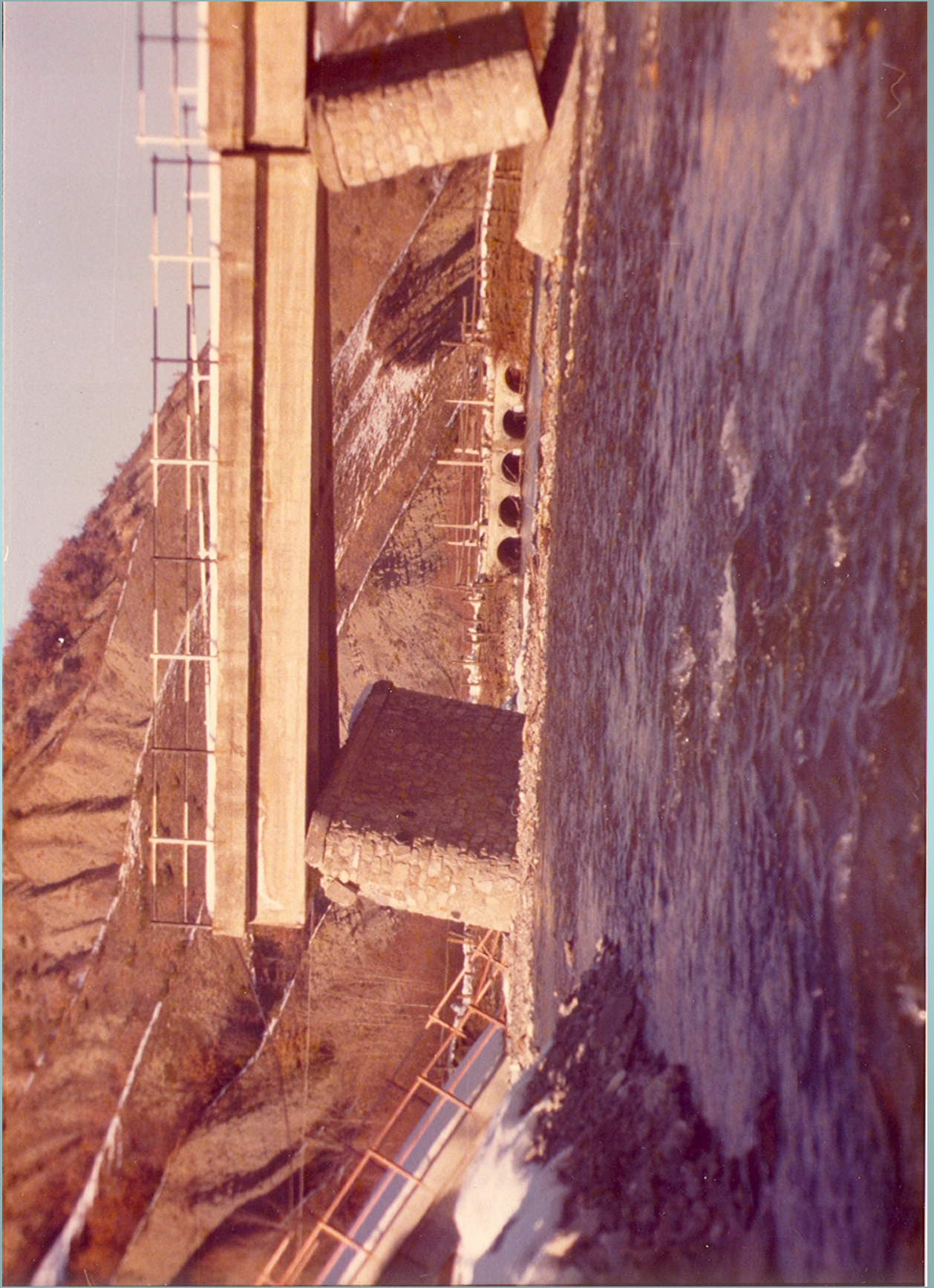


(b) **Multiplying factors for local scour at skewed piers\***  
(to be applied to local scour allowances of part a).

Angle of attack	Length-to-width ratio of pier in plan		
	4	8	12
0°	1.0	1.0	1.0
15°	1.5	2.0	2.5
30°	2.0	2.5	3.5
45°	2.5	3.5	4.5



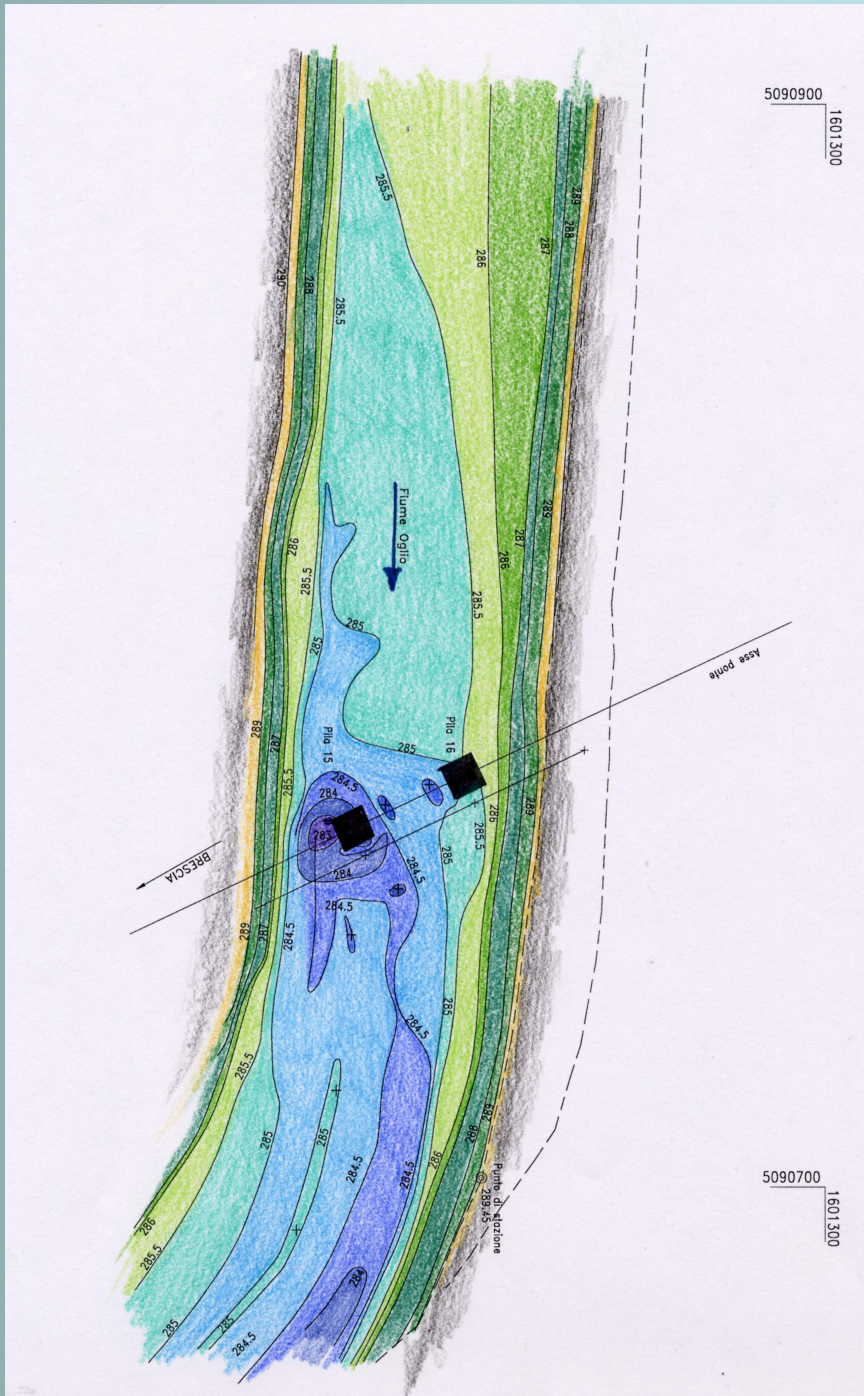
(Da Les Hamil, Bridge Hydraulics, E & FN Spon, 1999 – Figs. by B.W. Melville 1988)











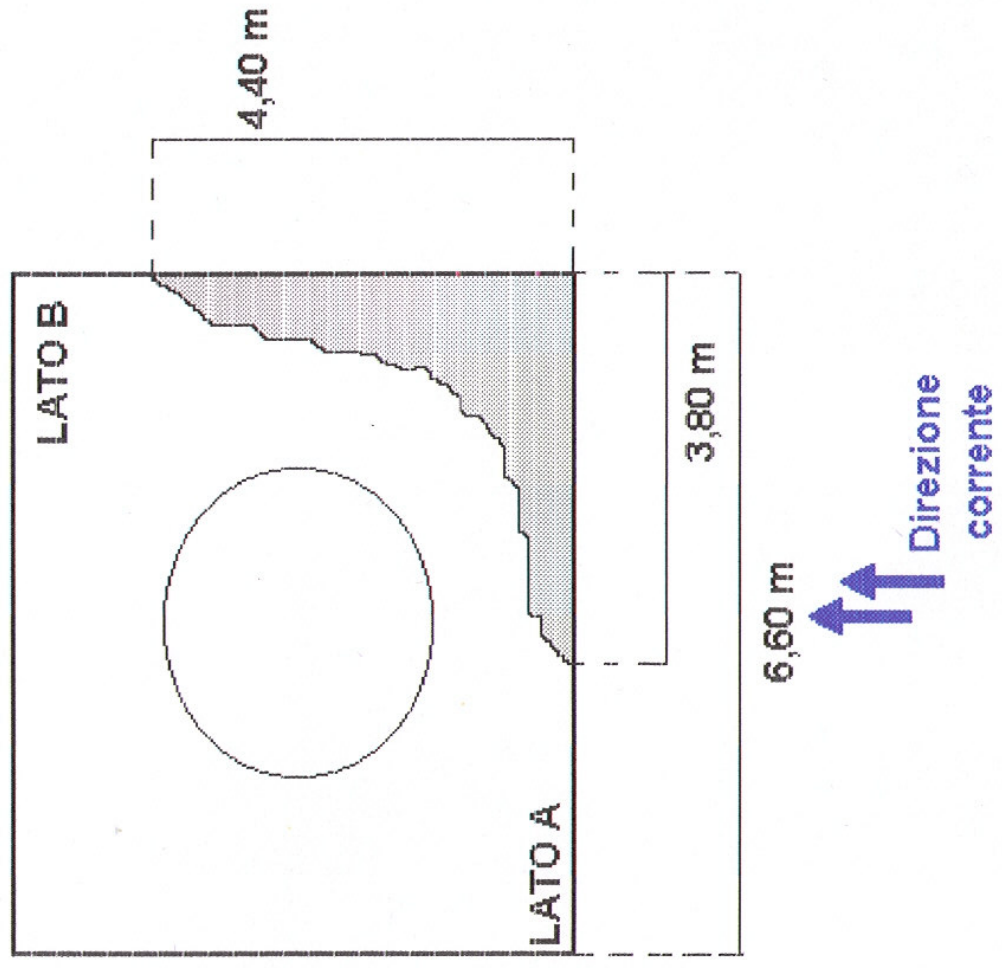
La batimetria mette in evidenza l'interferenza tra strutture di fondazione e corrente. (Ing. Cristina Passoni)

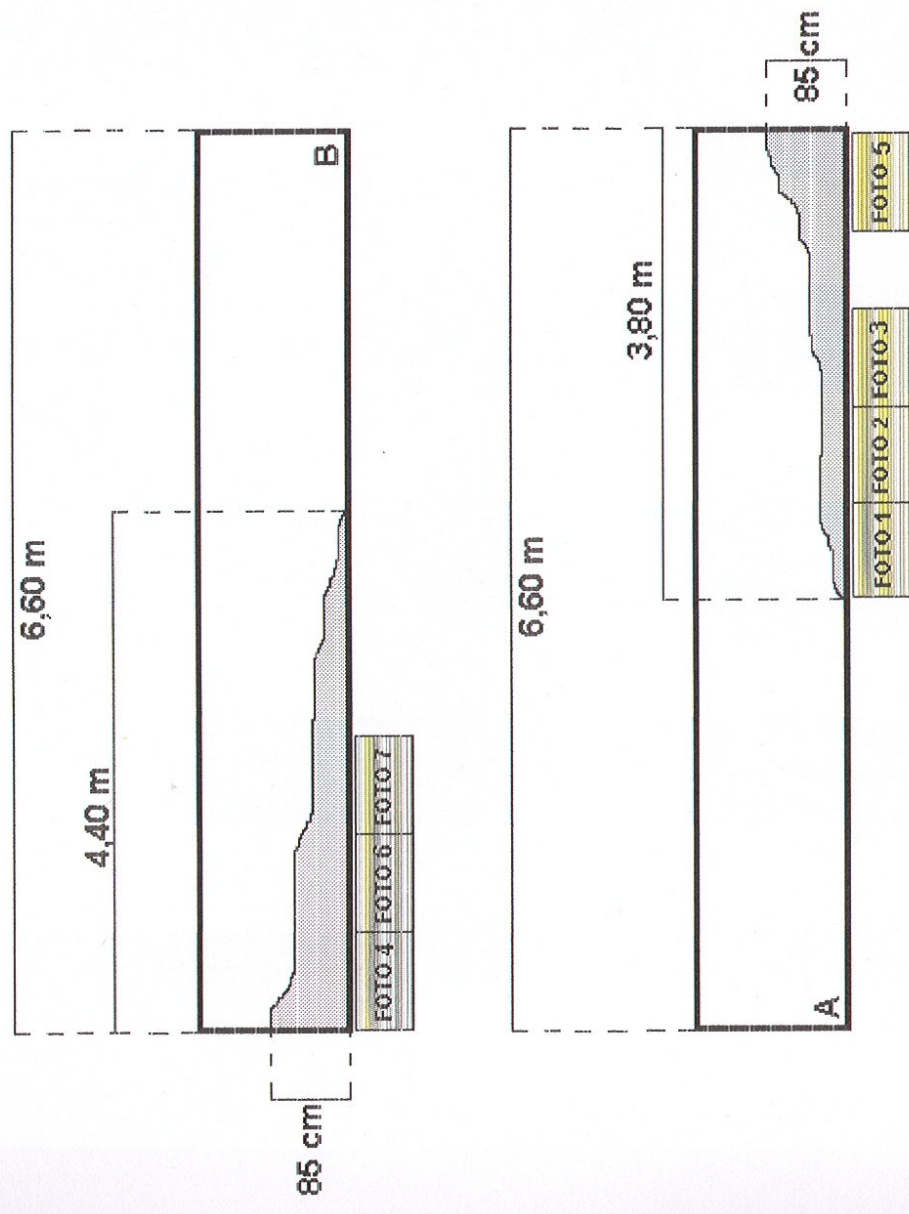




Riprese subacquee in fondazione







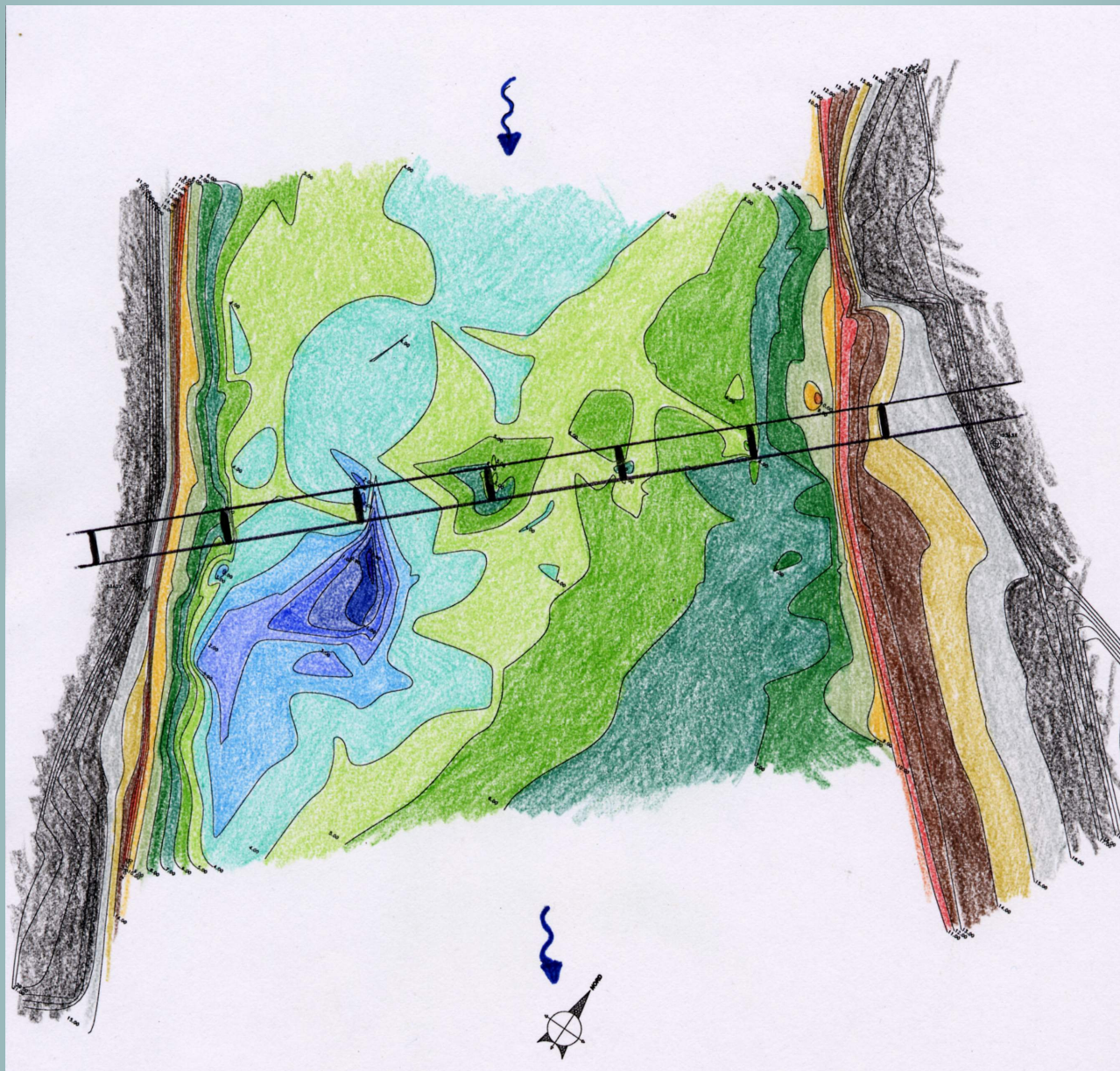
## Orientamento delle pile rispetto al flusso

Per le opere di maggior importanza, quali appunto i ponti sul Po, la forma e l'orientamento delle pile rispetto al flusso della corrente principale sono tendenzialmente corretti.

In opere minori e su corsi d'acqua a regime più irregolare, il plinto di fondazione e di collegamento ai pali affiora in corrispondenza del flusso della corrente principale e costituisce un evidente causa di erosione locale.



Plinto di fondazione affiorante.

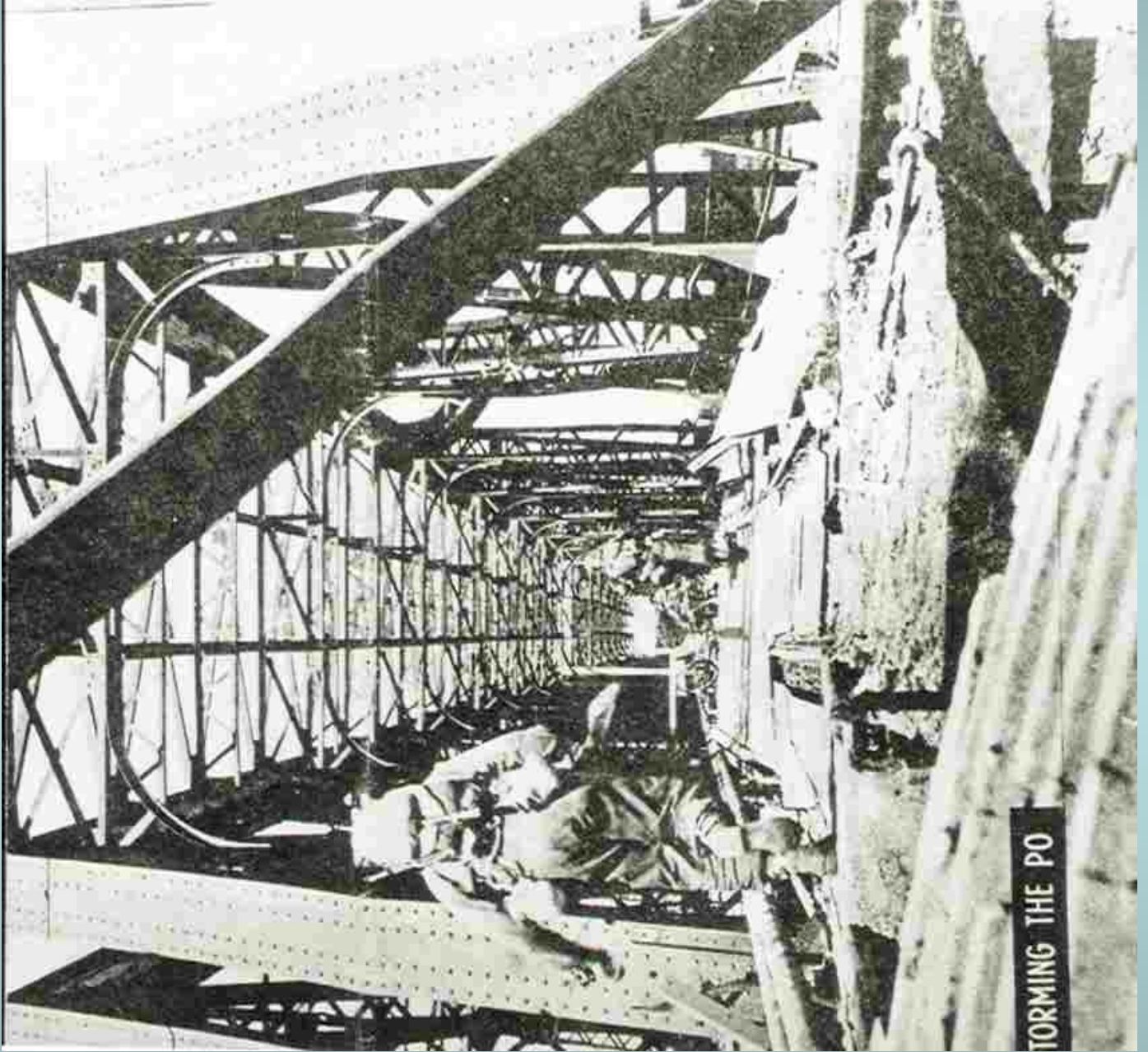


Elaborazione grafica di un rilievo batimetrico. Ostiglia (Ing. C.Passoni)



Impoverimento dei corsi di malta della pila





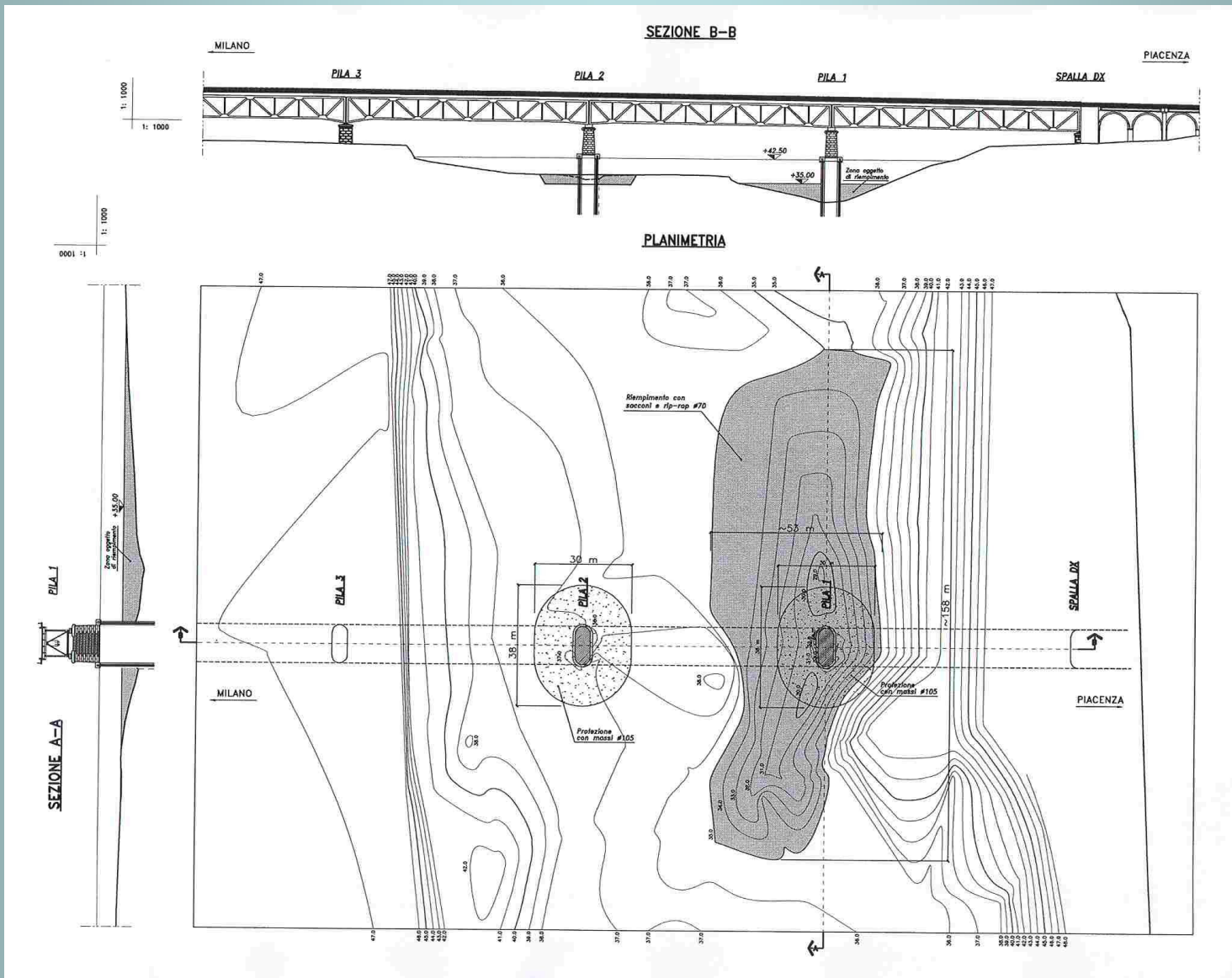
TORMING THE PO





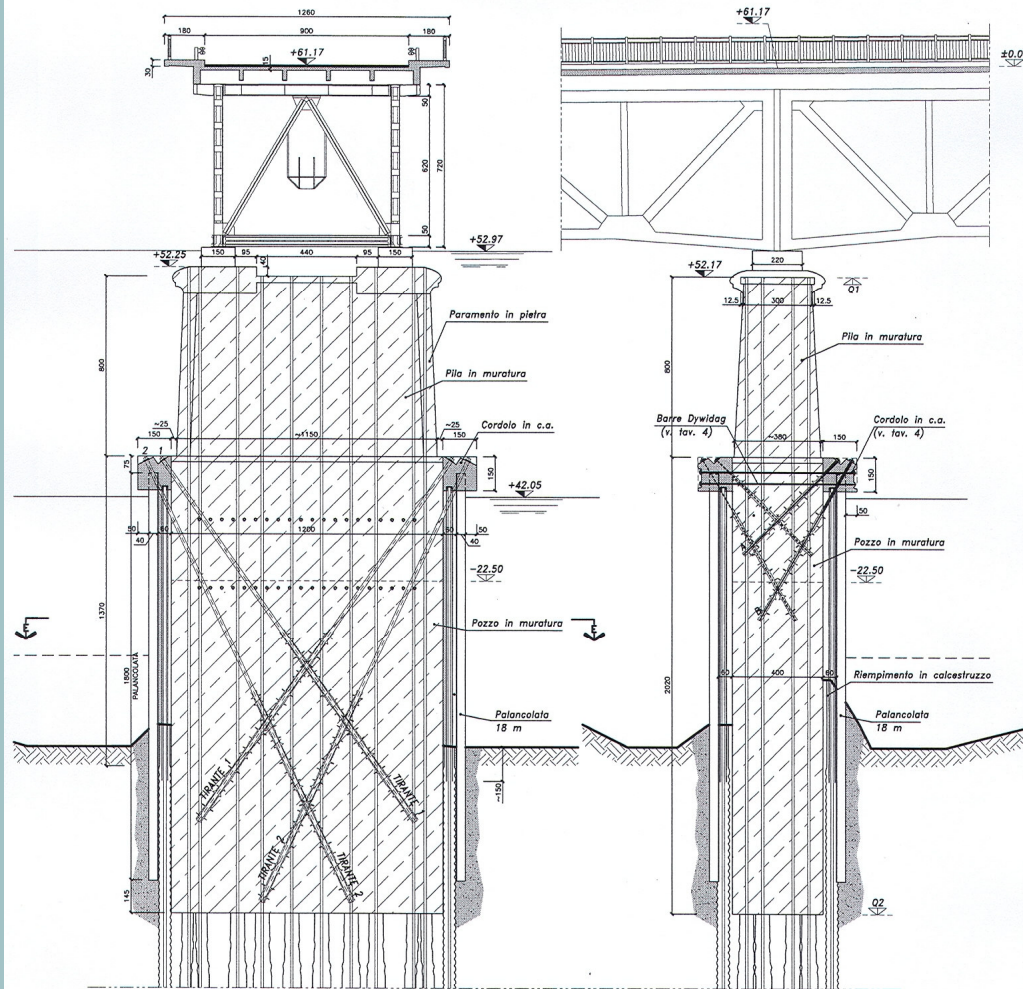




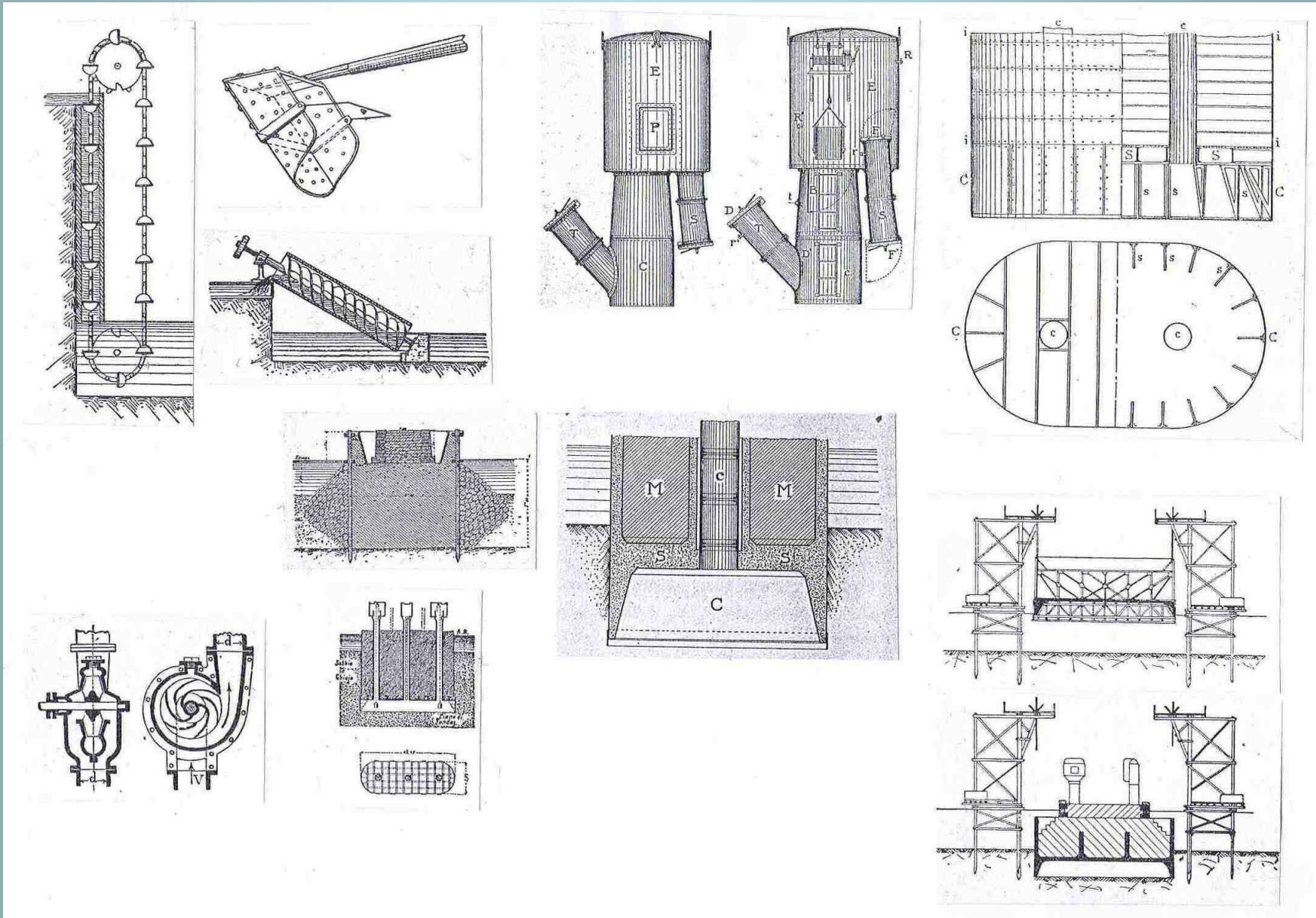


Batimetria rilevata

# INTERVENTO SULLE PILE IN ALVEO



Stralcio dell'intervento sulla pila 1.



(Da C. Levi – Costruzioni, Hoepli 1937)

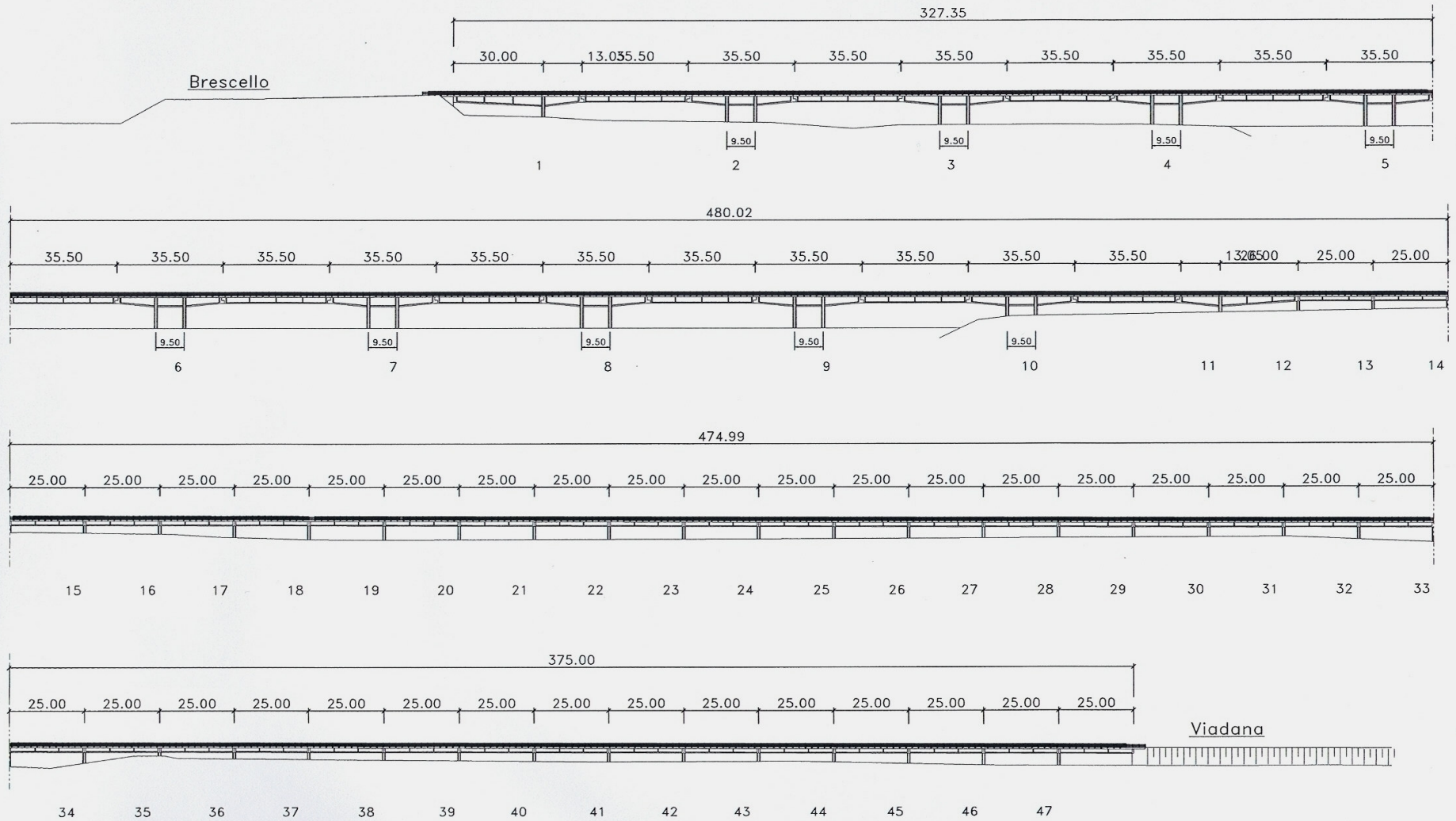
St. Louis Bridge 1867-1874





Accumulo di trasporto solido a ridosso delle pile.

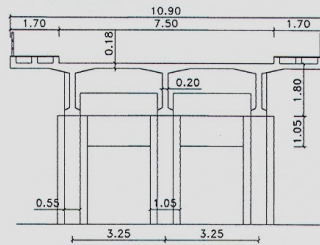
# PROFILO LONGITUDINALE



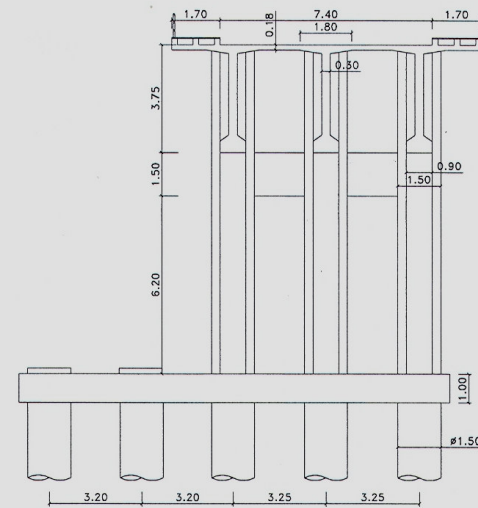
Rilievo del prospetto del Ponte di Viadana.



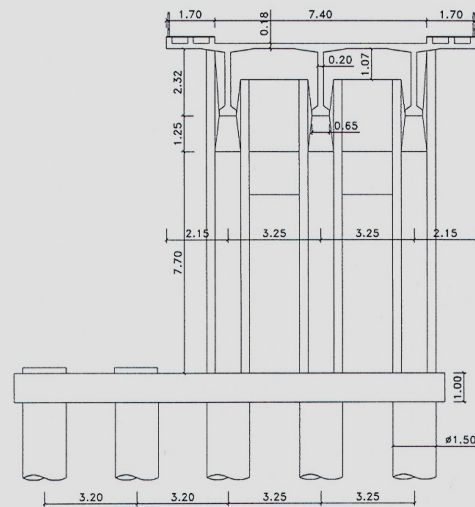
SEZIONE VIADOTTO D'ACCESSO



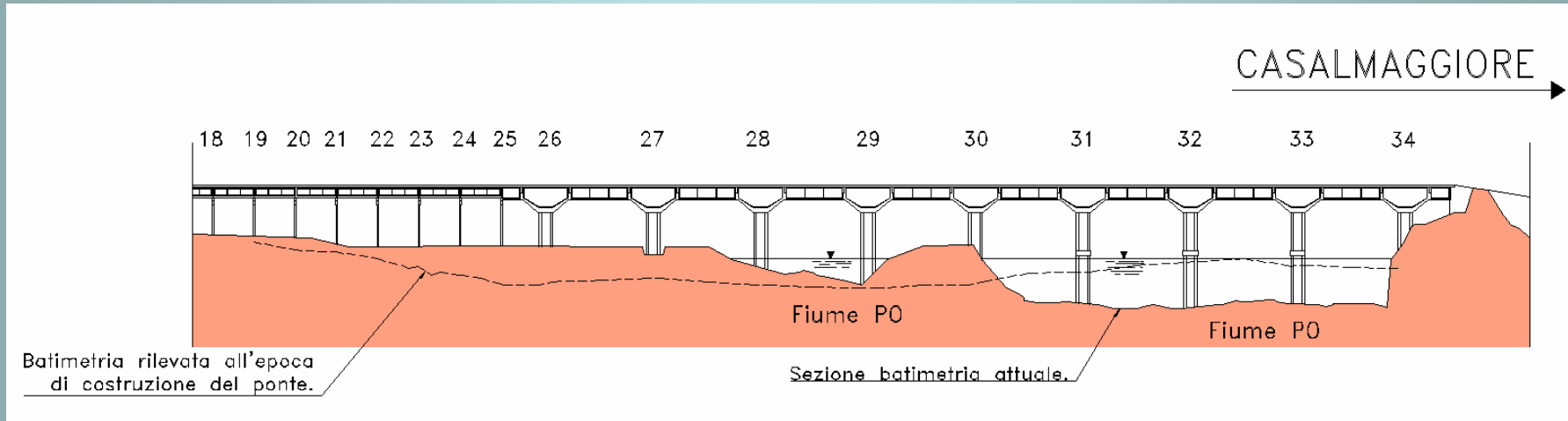
SEZIONE CANTILEVER



SEZIONE TRAVE TAMPONE CANTILEVER

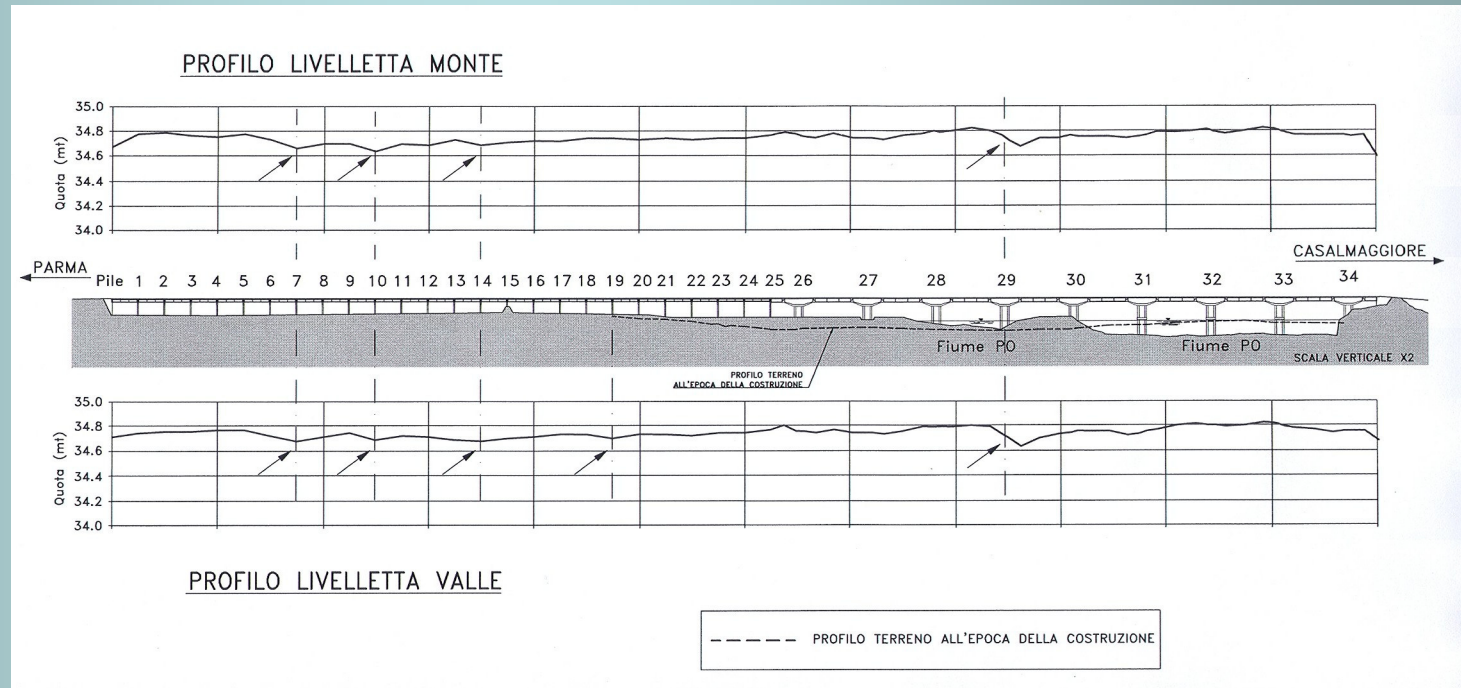


Rilievo di alcune Sezioni del Ponte di Viadana



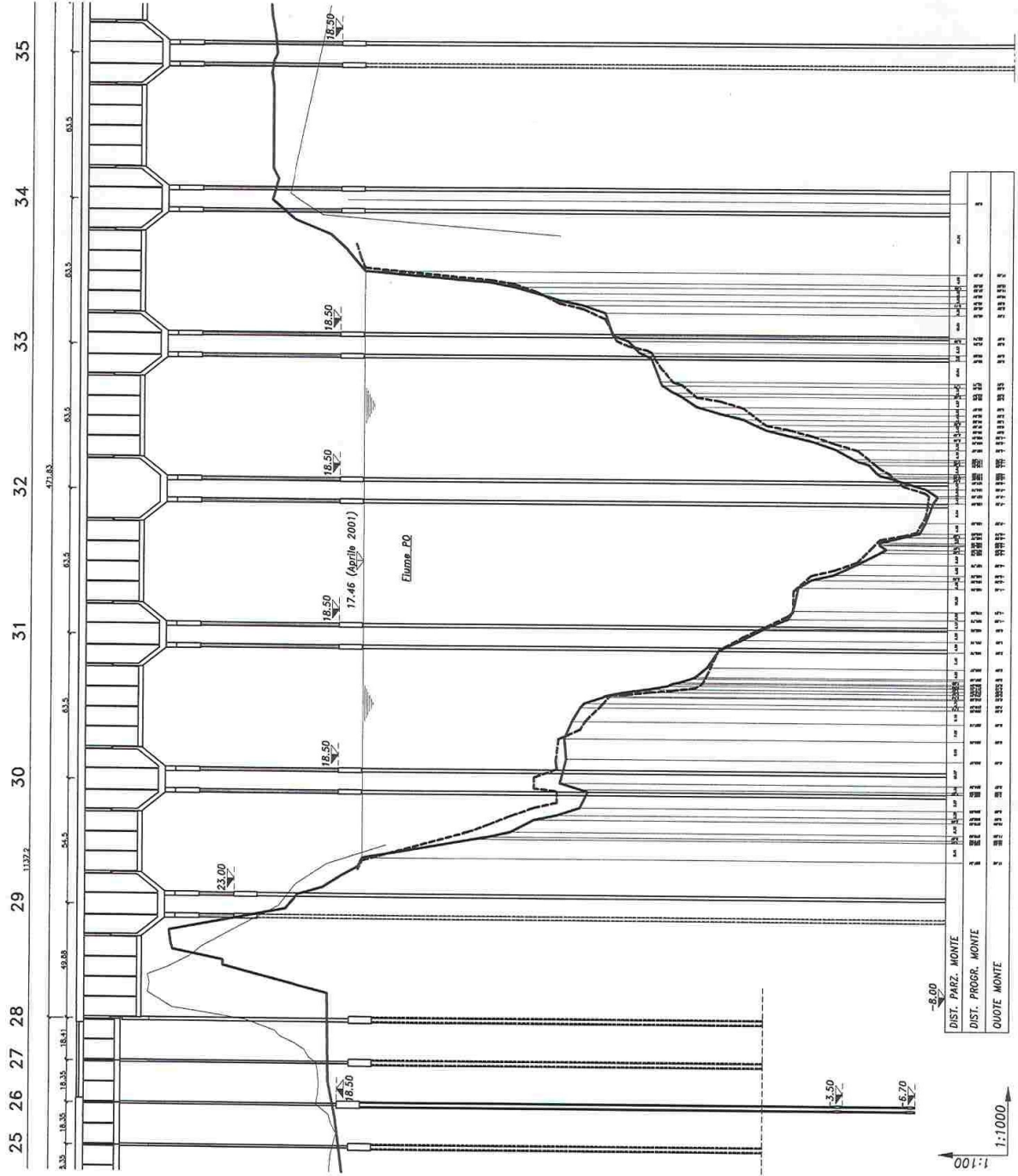
**Confronto fra batimetria al momento della costruzione del Ponte e batimetria attuale**

**Rilievo della livelletta**





# PROFILO LONGITUDINALE PONTE DI BORGOFORTE



DIST. PARZ. MONTE	DIST. PROGR. MONTE	QUOTE MONTE
1	18.35	18.35
2	18.41	18.41
3	49.08	18.50
4	113.72	23.00
5	154.2	18.50
6	195.5	18.50
7	237.83	18.50
8	280.1	18.50
9	322.4	18.50
10	364.7	18.50

1:1000





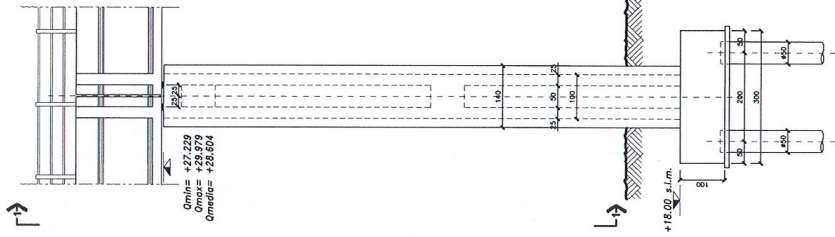




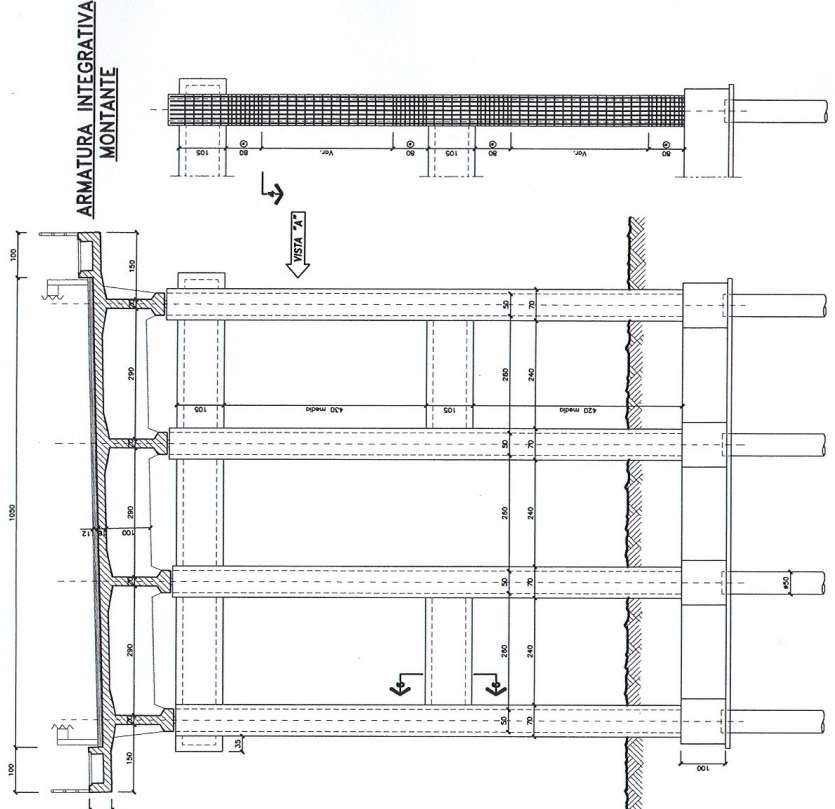




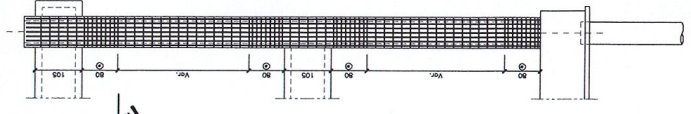
VISTA A - CARPENTERIA



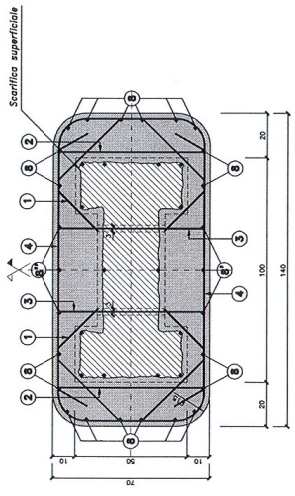
SEZIONE 1-1 - CARPENTERIA



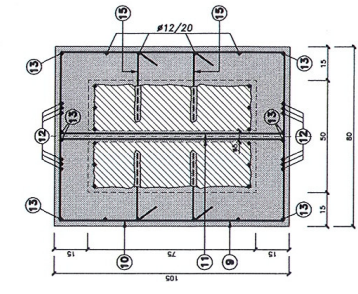
ARMATURA INTEGRATIVA MONTANTE



SEZIONE 4-4 MONTANTE



SEZIONE 6-6 TRAVERSO













## **ASPETTI IDRAULICI**

### *Tendenza dei fenomeni alluvionali negli ultimi secoli*

L'integrazione di dati storici con dati recenti ha permesso di tracciare un andamento tendenziale dei livelli raggiunti dal Po in piene successive, che mette in evidenza un andamento nettamente crescente dei massimi registrati a partire del 1800.

Ciò è dovuto a diversi fattori, quali:

- maggiore impermeabilizzazione del bacino
- sottrazione di zone d'espansione ed estensione dei tratti arginati provocata
- espansione dell'urbanizzazione.
- evoluzione tendenziale delle variazioni climatiche.



## SONDAGGI E PROVE GEOTECNICHE

1	Standard Penetration Test
2	Analisi Granulometrica per Vagliatura
3	Determinazione Massa Volumica
4	Determinazione Limiti di Atterberg
5	Analisi Campioni, Descrizione Geotecnica, Pocket Penetrometer e Vane Test.
6	Prova di Compressione Semplice
7	Prova di Taglio Diretto
8	Prova Triassiale Drenata
9	Prova di compressibilità edometrica

## Tipologia e numero di indagini geotecniche effettuate

Standard Penetration Test	740
Analisi Granulometrica per vagliatura	616
Determinazione massa volumica	616
Determinazione Limiti di Atterberg	616
Analisi Campioni. Descriz.geot. Pocket penetrometer, Vane test	128
Prova di compressione semplice	128
Prova di taglio diretto	128
Prova triassiale drenata	76
Prova di compressibilità edometrica	76

<b>1</b>	<b>IMPALCATO</b>	<p>Franco (sufficiente, appena sufficiente, insufficiente).</p> <p>Rischio Intasamento (alto, medio, basso).</p> <p>Rigurgito (elevato, medio, basso).</p>
<b>2</b>	<b>PILE</b>	<p>Forma delle pile.</p> <p>Larghezza minima libera tra i pali di fondazione di una pila o tra le pile, se piene [m].</p> <p>Orientamento delle pile rispetto al flusso.</p> <p>Vulnerabilità delle pile (urti e deposito di materiale).</p> <p>Giudizio sul Rischio Intasamento (alto, medio, basso).</p>
<b>3</b>	<b>FONDAZIONI, PROTEZIONE</b>	<p>Evoluzione storica della pendenza media del fondo.</p> <p>Posizione del ponte rispetto al flusso.</p> <p>Granulometria fondo alveo (eventuale presenza di materiale coerente).</p> <p>Presenza di soglie di fondo o protezioni.</p> <p>Giudizio sulla Vulnerabilità Fondo Alveo (alta, media, bassa).</p>
<b>4</b>	<b>FONDAZIONI - SITUAZIONE ATTUALE</b>	<p>Descrizione situazione generale batimetrica rilevata.</p> <p>Profondità della buca rilevata rispetto all'estradosso della fondazione [m].</p> <p>Quota minima del fondo misurato (m s.m.) al ponte o immediatamente a monte o valle. Quota media del fondo "indisturbato" (m s.m.) a monte o valle.</p> <p>Profondità della buca rilevata rispetto alla condizione indisturbata [m].</p>
<b>5</b>	<b>FONDAZ. - SITUAZ. TRANS. RAPIDA</b>	<p>Ampiezza della buca stimata, range [m].</p> <p>Profondità della buca stimata rispetto all'estradosso della fondazione [m].</p> <p>Caratteristiche granulometriche del fondo (qualitativo, vulnerabilità) in profondità.</p>
<b>6</b>	<b>RILEVATO</b>	<p>Ampiezza della golena in assenza di ponte [m].</p> <p>Ampiezza della luce complessiva del ponte (campate + fornici rilevato) al livello di piena [m] (escludendo l'area compresa tra i pali se &lt; 10 m).</p> <p>Percentuale di luce libera rispetto a quella totale.</p> <p>Inclinazione del rilevato rispetto al flusso.</p>
<b>7</b>	<b>SITUAZIONE ALVEO</b>	<p>Analisi dell'Evoluzione Storica della situazione nell'alveo</p>

## ANALISI E VERIFICHE STRUTTURALI

<b>1</b>	Impalcato (in rapporto alla piena di progetto);
<b>2</b>	Pile (in relazione al flusso);
<b>3</b>	Fondazioni delle pile in termini di caratteristiche del fondo alveo;
<b>4</b>	Fondazioni delle pile in rapporto al fondo alveo rilevato;
<b>5</b>	Fondazioni delle pile in rapporto allo scalzamento massimo atteso;
<b>6</b>	Rilevato (posizione e influenza sulla corrente di piena in golena);
<b>7</b>	Situazione generale ed evoluzione dell'alveo.

## MONITORAGGIO

RILIEVI IN ALVEO	Sonar Ecoscandagli Fissi
	Corpi Colorati Galleggianti Corpi Pesanti scorrevoli lungo una guida verso il fondo
	Sedimetri
	Radar
	Metodi geofisici
RILIEVI SULLE STRUTTURE	Rilievo Capisaldi Topografici Inclinometri

## CONCLUSIONI

Esaminando le cause dei danneggiamenti subiti e la natura degli interventi eseguiti si traggono infatti utili indicazioni sui criteri informativi da seguire in nuove progettazioni.

Secondo i moderni criteri di progettazione integrale, un ponte deve avere forme e proporzioni efficaci sotto il profilo statico, non invasive sotto il profilo estetico e paesaggistico, durevoli e riciclabili sotto l'aspetto economico e ambientale.

1. Nello specifico, la concezione delle fondazioni dovrà tener conto degli assestamenti a lungo termine, delle possibili variazioni delle caratteristiche geomorfologiche dell'ambiente nell'intorno del ponte, della stabilità del fondo alveo, delle caratteristiche della corrente e degli effetti delle azioni idrauliche.
2. Le strutture principali in elevazione, oltre alle doti di robustezza statica, dovranno essere sagomate in modo da non costituire ostruzioni al flusso della corrente, evitare l'accumulo di detriti ed essere adeguatamente protette nei riguardi delle azioni erosive e ablativo della corrente.
3. Le strutture principali e secondarie di impalcato, oltre alle doti di rigidità e di capacità portante, dovranno risultare poco sensibili alle cause ammaloranti.

1. Ora, ripercorrendo questi passi in modo costruttivo, si riconosce che i problemi riguardanti le fondazioni si riducono se il ponte è dotato di un numero limitato di strutture che portano i carichi a terra.
2. Queste avranno un impianto di fondazione importante, saranno collocate nelle zone di minor interazione con la corrente fluida, ben radicate nel terreno, ben sagomate idraulicamente e dotate di superfici adeguatamente protette.
3. I problemi riguardanti le strutture orizzontali si riducono a loro volta se le sezioni dell'impalcato, oltre alle doti di leggerezza e di resistenza, presentano superfici esposte ben avviate e facilmente proteggibili, racchiudendo in profili chiusi ed avvolgenti tutte gli elementi dell'orditura secondaria.
4. I danneggiamenti dovuti ai carichi ripetuti si riducono, limitando il numero di giunti a pochi elementi di grande efficienza cinematica ed a perfetta tenuta idraulica. La continuità e la regolarità del piano stradale consentono inoltre una drastica riduzione del rumore ambientale.
5. Lo scolo delle acque è da affidare ad impianto di facile manutenzione ed ispezionabilità, realizzato in modo da evitare ogni dilavamento delle pareti ed il formarsi di zone di ristagno.



## CONCLUSIONE FINALE

La sintesi di questi criteri, riferita ai ponti di lunghezza maggiore, porta a configurare un ponte avente un **limitato numero di campate di luce medio-grande** (100 ÷ 300 m), ad impalcato continuo, da inquadrare nelle tipologie dei ponti costruiti in avanzamento per fasi successive o meglio dei ponti strallati, per i quali sono attualmente disponibili tecniche di prefabbricazione e procedure di montaggio che assicurano il raggiungimento degli obiettivi prima esposti in termini di grande economia e rapidità esecutiva.

# RINGRAZIAMENTI

Questo lavoro ha preso l'avvio dalle intuizioni e dagli insegnamenti del Prof. Francesco Martinez y Cabrera.

Le indagini sono state coordinate dall'Ispettore Generale Giuseppe Troccoli (ANAS, Roma) e dirette dall'Ing. Capo Vincenzo Petrarolo (Compartimento ANAS, Milano), con la collaborazione degli Ingg. Michele Ricci e Fabrizio Cardone.

Con ANAS hanno collaborato lo scrivente, con gli Ingg. Emanuele Barbera, Gianpaolo Medici e Paolo Galli, con funzioni di coordinamento generale in situ e di consulente per la parte strutturale, il Prof. Ing. Gianfelice Gatti per gli aspetti geotecnici ed il Prof. Alessandro Paoletti, con gli Ingg. Floreale e Cristina Passoni per l'esame degli aspetti idraulici.

La realizzazione dei lavori di ripristino è sotto la direzione dell'Ing. Eutimio Mucilli, attuale Capo Compartimento ANAS, Milano e dell'Ing. Capo Salerno con la collaborazione degli Ingg. Michele Ricci e Fabrizio Cardone.

I rilievi sono stati effettuati delle Società Structura (rilievo geometrico, batimetrie, restituzione grafica), Celotti, RCT, SOGETEC (sondaggi, carotaggi, prove di laboratorio), CND (Ecometrie), Ecotec (ispezioni subacquee).



**SAFE - Infrastrutture**  
*Parma*

**ISPEZIONE MANUTENZIONE E RIABILITAZIONE  
DEI PONTI CON PILE IN ALVEO**

P. Giorgio Malerba

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**



## Dati sul il Fiume Po.

Estensione del bacino idrografico del Po: 74.000 km<sup>2</sup> circa,  
Costituito da 4.500 km di corsi d'acqua,  
costituiti da 43 affluenti principali  
con un'estensione di arginature di 3.564 km.

Al regime idraulico del Fiume Po concorrono 7 Regioni:

- Valle d'Aosta
- Liguria
- Emilia Romagna
- Trentino Alto Adige
- Piemonte
- Lombardia
- Veneto

In tutto: 24 Province  
3.200 Comuni.

La piena del 1926. Piena primaverile, originatasi nell'alto bacino del Fiume e propagatasi con violenza a valle. Massimo storico registrato al Ponte della Becca. Provocò numerose rotte, fra le quali le più distruttive riguardarono la Provincia di Piacenza.

La piena del 1951. Piena caratterizzata da un primo colmo, che superò di oltre un metro il livello di guardia al Ponte della Becca, e da un successivo e maggior colmo, che raggiunse nella stessa sezione il massimo di 7.85 m. Caratteristica dell'evento, fu la sovrapposizione di due colmi successivi a breve distanza tra loro, con i maggiori contributi da parte degli affluenti emiliani. I volumi di piena e la permanenza dei livelli furono i più alti tra quelli registrati per le quattro maggiori piene del secolo.

La piena del 1994. Ebbe origine da precipitazioni fortemente concentrate sulla parte occidentale del bacino, in particolare sull'asta del Tanaro. L'onda di piena fu caratterizzata da una propagazione con apporti concentrati. Sia i volumi di piena, sia le permanenze dei livelli furono limitati sul medio e basso corso.

## La piena del 2000

La piena fu originata in prevalenza dai contributi

- dell'Alto Po e
- degli affluenti Nord occidentali,

accompagnati da un costante elevato apporto

- del Lago Maggiore, tramite il Ticino e
- del Lago di Como, tramite l'Adda.

Trascurabile fu l'apporto degli affluenti Emiliani.

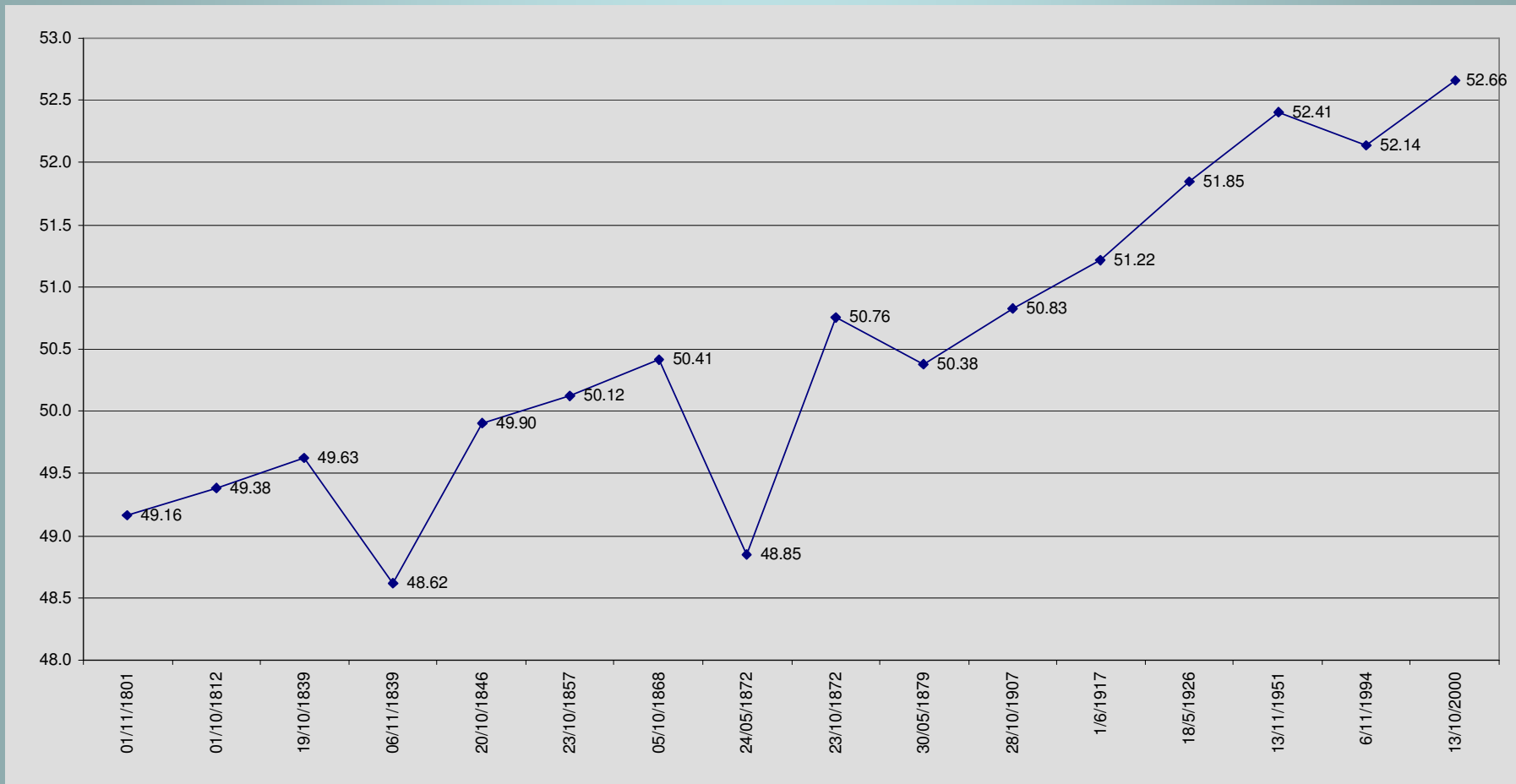
Per livelli idrometrici la piena del 2000 si colloca in posizione confrontabile o leggermente superiore a quella alla piene del 1951.

Per volumi e permanenze si pone in posizione intermedia tra le piene del 1951 e del 1954.

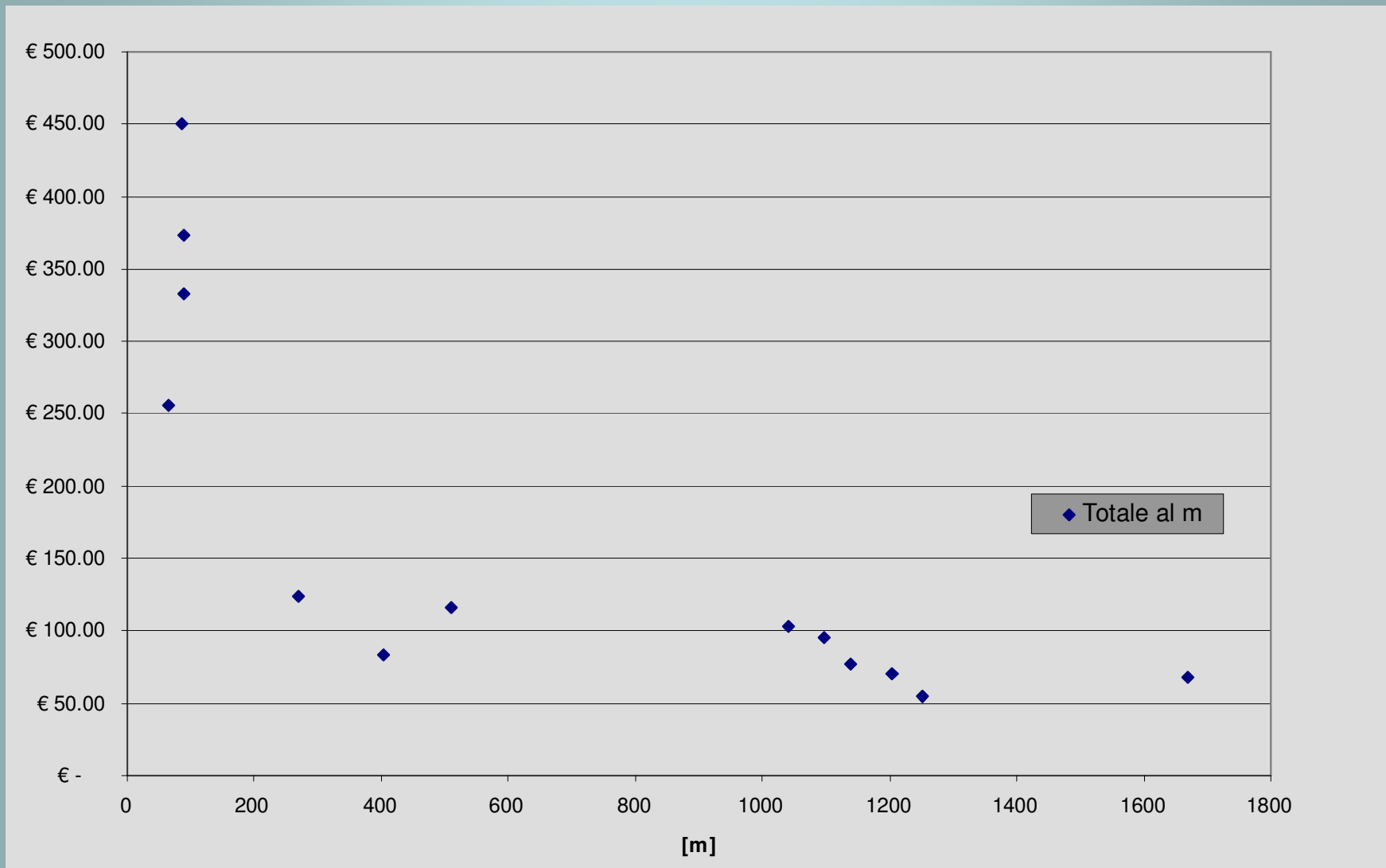
## Livelli di piena negli anni 1926, 1951, 1994 e 2000

	Zero idrometrico	1926	1951	1994	2000	Livello di guardia
Stazione		[m] s.z.i.	[m] s.z.i.	[m] s.z.i.	[m] s.z.i.	[m] s.z.i.
Cardè	250.780	-	-	4.10	6.04	2.00
Carignano	-	-	-	4.61	6.29	2.50
Torino Murazzi	210.000	-	-	5.19	5.72	2.70
Crescentino	146.080	-	-	-	6.45	4.00
Casale Monferrato	107.220	-	-	4.15	5.39	2.50
Ponte Valenza	84.650	-	6.74	5.90	5.56	3.50
Isola S. Antonio	68.540	-	-	12.00	9.30	6.50
Ponte Becca	55.100	7.88	7.85	7.60	7.81	4.50
Piacenza	42.160	9.63	10.25	9.98	10.50	6.00
Cremona	34.340	5.2	5.94	5.87	6.15	4.19
Casalmaggiore	23.490	6.37	7.64	7.58	8.01	4.61
Boretto	19.950	-	8.59	8.43	9.06	5.50
Borgoforte	14.700	-	9.96	9.28	9.93	6.00
Sermide	8.030	-	10.38	-	10.71	5.50
Castelmassa	0.000	-	-	15.65	16.06	13.03
Pontelagoscuro	8.210	3.7	4.28	3.04	3.66	1.00
Polesella	0.000	-	12.6	8.51	10.05	9.27
Cavanella	0.000	-	7.19	5.03	5.28	3.40
Ariano (Po di Goro)	0.000	-	7.86	5.80	6.08	3.55
Pila	0.000	-	2.86	1.39	1.34	1.00

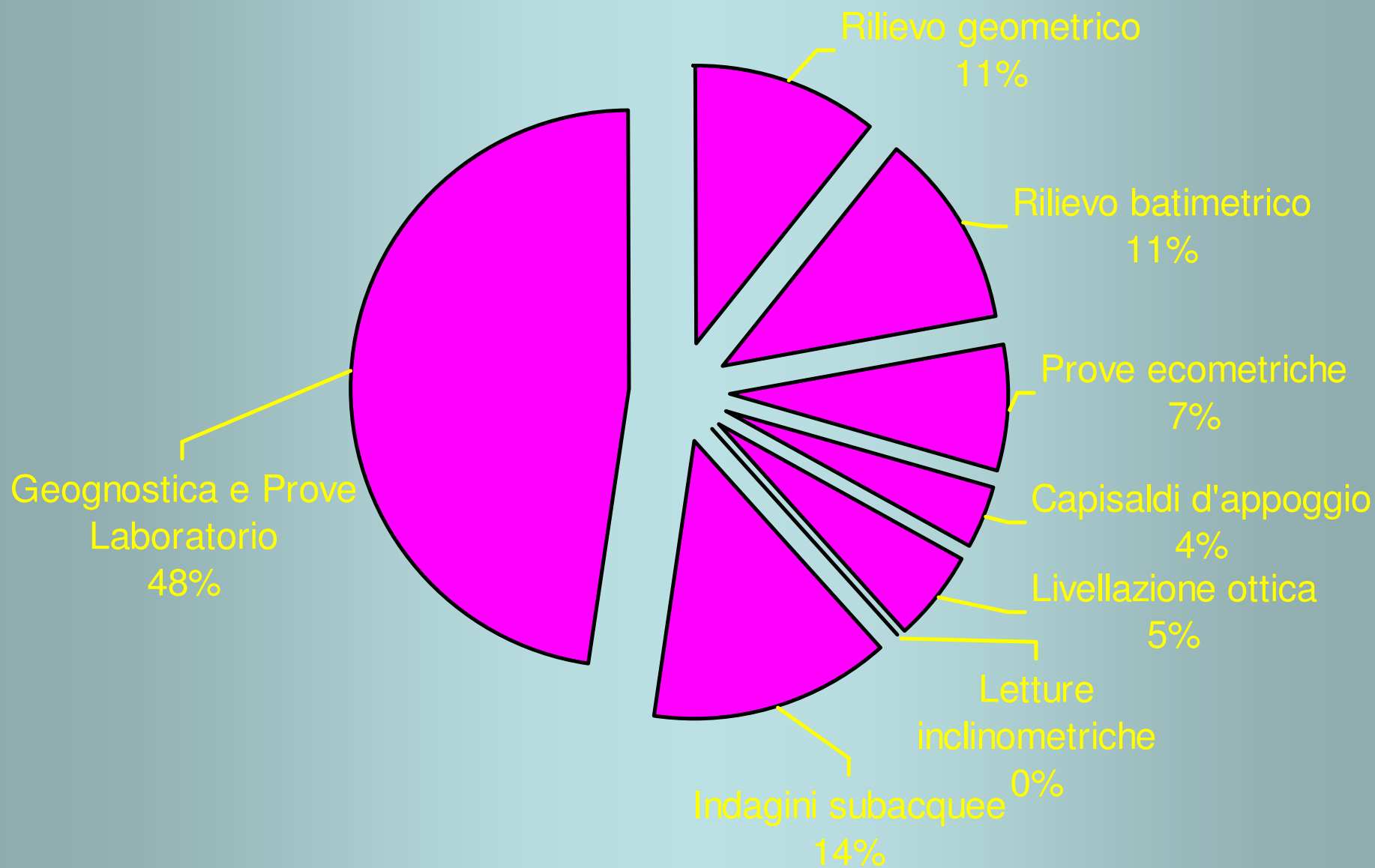




Massimi livelli idrometrici registrati alla Stazione di Piacenza negli ultimi due secoli



Costo medio indagini/ metro lineare, in funzione della lunghezza complessiva del ponte



Ripartizione dei costi per tipo di indagine