

**AUTORITA' di BACINO del RENO**

**Piano Stralcio  
per l'Assetto Idrogeologico**

*art. 1 c. 1 L. 03.08.98 n. 267 e s.m.i.*

**II - RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA**

**II.4 - BACINO DEL TORRENTE SANTERNO**

**PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI**

**INDIRIZZI E CRITERI PROGETTUALI**

**Il Presidente**  
**dell'Autorità di Bacino del Reno**  
*Prof. Marioluigi Bruschini*

**Il Progettista**  
*Ing. Gabriele Strampelli*

**Il Segretario Generale**  
**dell'Autorità di Bacino del Reno**  
*Dott. Ferruccio Melloni*

*Bologna, 6 dicembre 2002*

Progettista del piano: Ing. Gabriele Strampelli

Agli studi ed alle analisi i cui risultati hanno costituito la base per l'elaborazione del piano hanno contribuito:

- per gli studi idrologici,
  - Ing. Gabriele Strampelli (*coordinatore*)
  - Ing. Greta Moretti
  - Ing. Rosa Vignoli (*ET&P s.r.l.*)*Supervisione scientifica del Prof. Ing. Ezio Todini*

- per gli studi idraulici,
  - Ing. Gabriele Strampelli (*coordinatore*)
  - Ing. Stefania Ferrante
  - Ing. Greta Moretti
  - Ing. Carla Pasquali
  - Ing. Rosa Vignoli (*ET&P s.r.l.*)*Supervisione scientifica del Prof. Ing. Ezio Todini*

- per la predisposizione di ipotesi progettuali relative agli interventi strutturali,
  - Ing. Gabriele Strampelli (*coordinatore*)
  - Geom. Enrico Cerioni
  - Ing. Stefania Ferrante
  - Ing. Carla Pasquali

Le elaborazioni grafiche e dei dati sono state curate dall'ing. *Carla Pasquali* e dai geometri. *Antonio Montanari* e *Rosaria Pizzonia*.

**Regione Emilia-Romagna**

**Regione Toscana**

**Autorità di Bacino del Reno**

**PIANO STRALCIO  
PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO**

**II – RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA**

**II.4 BACINO DEL TORRENTE SANTERNO**

**PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI**

**INDIRIZZI E CRITERI PROGETTUALI**

## Sommario

<b>PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI .....</b>	<b>1</b>
Tab.IS - Quadro riassuntivo interventi strutturali .....	2
<b>INDIRIZZI E CRITERI PROGETTUALI RELATIVI AGLI INTERVENTI STRUTTURALI .....</b>	<b>3</b>
Tab.DCI – Caratteristiche dimensionali e costi stimati interventi .....	3
INTERVENTO STRUTTURALE “R1” – RISEZIONAMENTO ASTA CON ARGINI DI II CATEGORIA .....	4
<i>Caratteristiche funzionali e criteri progettuali</i> .....	4
<i>Stato di fatto asta oggetto dell'intervento</i> .....	4
<i>Ipotesi progettuali</i> .....	5
INTERVENTO STRUTTURALE “C1” – CASSA D’ESPANSIONE .....	7
<i>Caratteristiche funzionali e criteri progettuali</i> .....	7
<i>Ipotesi progettuali</i> .....	8
RISEZIONAMENTO DELL’ALVEO E REALIZZAZIONE DI OPERE DI DIFESA DELLE AREE A RISCHIO DEI CENTRI ABITATI .....	10
Tab. IR – Interventi di risezionamento alveo .....	10

## PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI

Gli interventi strutturali previsti dal presente piano, riassunti nella tabella IS successivamente riportata e di cui è indicata schematicamente la localizzazione nella tavola “LI”, hanno come principale finalità specifica la riduzione della pericolosità del sistema con riferimento ad eventi di pioggia caratterizzati da tempi di ritorno di 50, 100 e 200 anni, mediante la realizzazione di casse di espansione, di adeguate sezioni di deflusso nei tronchi del reticolo idrografico ed il recupero funzionale delle opere nei principali nodi idraulici.

Gli Enti od Uffici attuatori degli interventi strutturali previsti dovranno far riferimento, nella progettazione di tali interventi, agli indirizzi ed ai criteri progettuali successivamente indicati.

La realizzazione degli interventi strutturali contraddistinti, nella tabella IS, dal codice “R1” è da considerarsi prioritaria in quanto necessaria per ridurre gli attuali gravi rischi connessi con eventi di pioggia con tempi di ritorno anche inferiori a 50 anni.

Come previsto dall’art. 24 delle norme di piano, la realizzazione dell’intervento di risezionamento dell’asta arginata (contraddistinto, nella tabella IS, dal codice “R.1”) comporta, a seguito della verifica della sua efficacia idraulica, la messa in sicurezza delle aree ad alta probabilità di inondazione indicate nella tavola “LI”.

**Tab.IS - Quadro riassuntivo interventi strutturali**

<b>COD</b>	<b>Corso d'acqua</b>	<b>Tipo intervento</b>	<b>Localizzazione</b>	<b>Finalità</b>	<b>Fase di realizzazione</b>
R.1	Santerno	Risezionamento e sistemazione asta arginata	Da inizio argini II cat. a immissione in Reno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=50</math> anni</li> <li>• Incremento capacità di autodepurazione</li> </ul>	fase 1
Ros.3	Santerno	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	Zona industriale di Casalfiumanese	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 1
Ros.4	Santerno	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	Centro abitato di Imola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 2
Ros.5	Santerno	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	Centro abitato di San Prospero	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 2
C.1	Santerno	Cassa di espansione	A monte autostrada A14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laminazione piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 2
Rr.1	Santerno	Risezionamento alveo con creazione golene	Dalla ferrovia BO-AN alla cassa C.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> <li>• Incremento capacità di autodepurazione</li> </ul>	fase 3
Ra.1	Santerno	Risezionamento alveo e sistemazione argini	Da autostrada A14 a inizio argini II cat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> <li>• Incremento capacità di autodepurazione</li> </ul>	fase 3
Ros.1	Santerno	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	Zona industriale di Firenzuola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 4
Ros.2	Santerno	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	Centro abitato di Borgo Tossignano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deflusso in condizioni di sicurezza di piene per eventi con <math>T_R=200</math> anni</li> </ul>	fase 4

## INDIRIZZI E CRITERI PROGETTUALI RELATIVI AGLI INTERVENTI STRUTTURALI

La progettazione degli interventi strutturali dovrà avere carattere di unitarietà nel senso che nella progettazione definitiva di ogni singolo intervento dovranno essere valutati e tenuti in considerazione gli effetti sul funzionamento idraulico del sistema della realizzazione di tutti gli interventi in oggetto, anche quando tale realizzazione è prevista in momenti successivi.

Nella progettazione degli interventi dovranno essere tenuti in debita considerazione anche gli aspetti paesaggistico-ambientali oltre a quelli più propriamente idraulici.

Nella progettazione delle casse di espansione, la definizione delle aree d'intervento e dello schema funzionale delle opere dovrà essere finalizzata anche alla minimizzazione degli impatti negativi sull'ambiente e sul tessuto economico-sociale.

Le caratteristiche dimensionali degli interventi ed i loro costi stimati sono sinteticamente indicati nella seguente tabella "DCI"

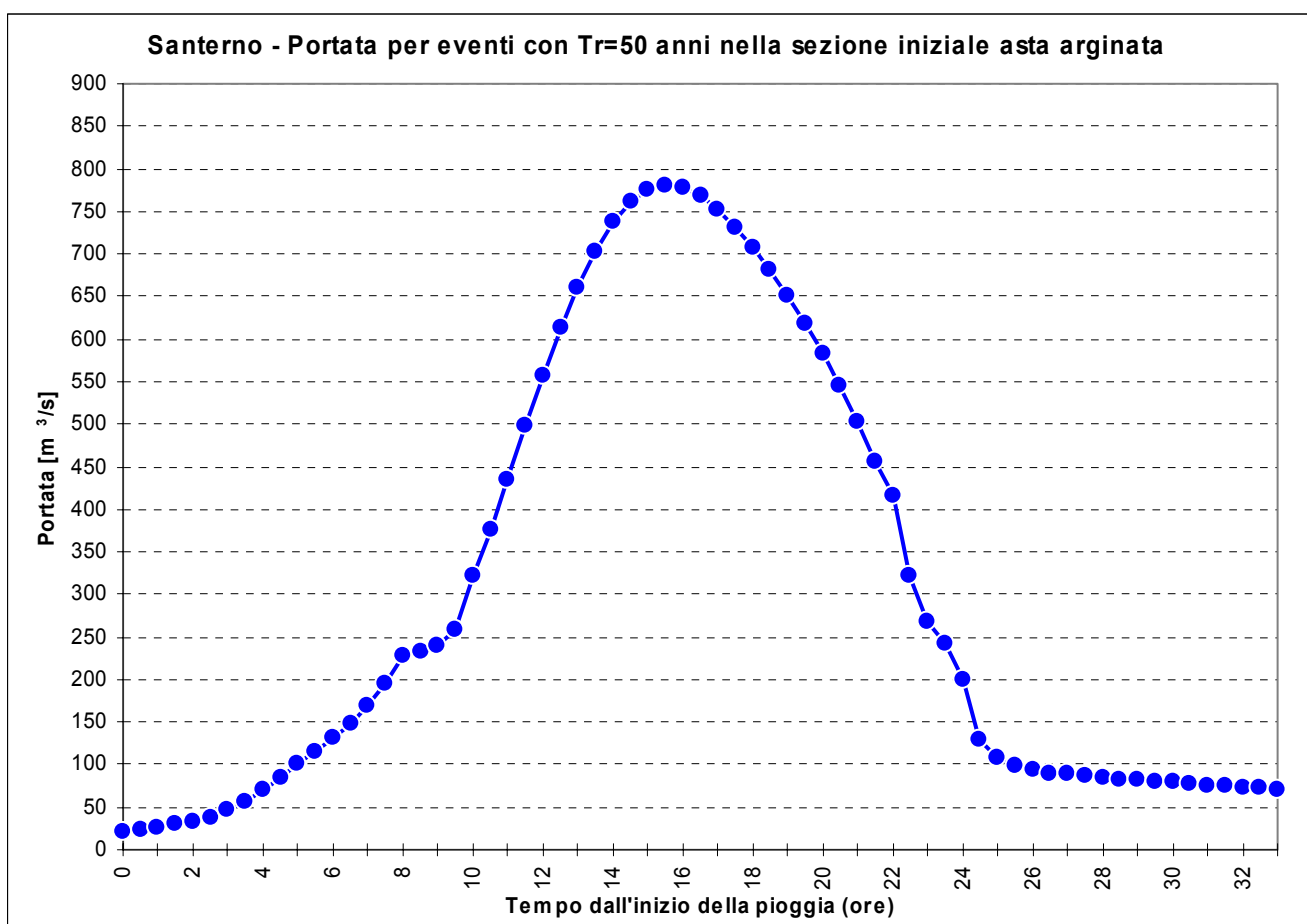
***Tab.DCI – Caratteristiche dimensionali e costi stimati interventi***

CODICE	TIPO INTERVENTO	DIMENSIONI STIMATE INTERVENTO			COSTO STIMATO TOTALE ( in EURO)
		LUNGHEZZA [km]	SUPERFICIE AREA LOCALIZZAZIONE [ha]	VOLUME D'INVASO RICHIESTO [m <sup>3</sup> ]	
R.1	Risezionamento asta arginata	30			Costo complessivo: <b>6.000.000</b>
Ra.1	Risezionamento alveo e sistemazione argini	2			
C.1	Cassa di espansione		140	5.000.000	<b>5.500.000</b>
Ros.1	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	2,5			Costo complessivo: <b>6.000.000</b>
Ros.2	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	1			
Ros.3	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	1,5			
Ros.4	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	2			
Ros.5	Risezionamento alveo e opere difesa spondale	1			
Rr.1	Risezionamento alveo con creazione golene	3			

### Caratteristiche funzionali e criteri progettuali

Il risezionamento del tratto arginato del torrente Santerno è finalizzato alla realizzazione di un alveo all'interno del quale possano con sicurezza essere fatte defluire le portate indotte da eventi di pioggia con tempi di ritorno di almeno 50 anni. La portata massima nella sezione iniziale del tratto arginato è pari in questo caso a circa 800 m<sup>3</sup>/s.

L'andamento delle portate in oggetto è rappresentato nell'idrogramma **Graf.a.1**.



**Graf.a.1 – Andamento portate di progetto nella sezione iniziale asta arginata (II cat.)**

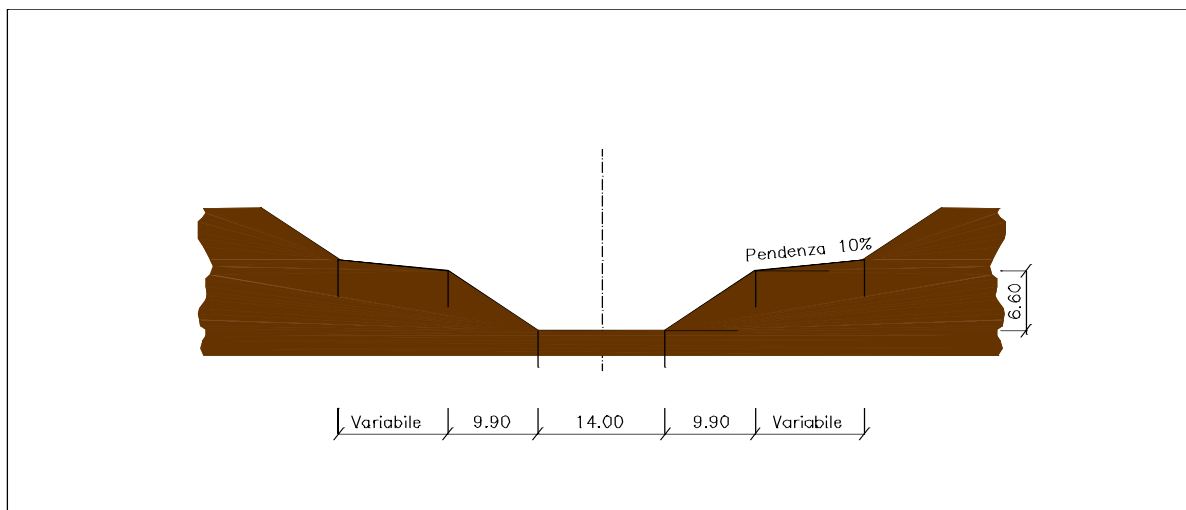
### Stato di fatto asta oggetto dell'intervento

Per quanto attiene allo stato di fatto si fa riferimento alla tavola “PLR.01” in cui è rappresentato il profilo longitudinale del corso d'acqua con argini di II categoria, la pensilità degli argini destro e sinistro, l'andamento dei livelli massimi per eventi con tempi di ritorno di 50 anni, il superamento dei livelli ammissibili che in corrispondenza dei ponti sono considerati pari alla quota del sottotrave.

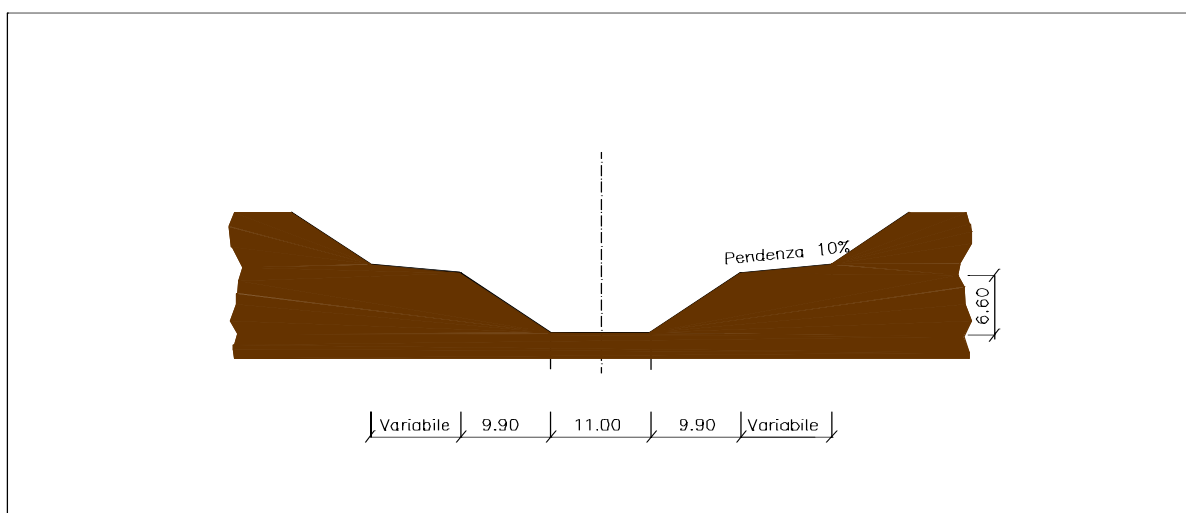


## Ipotesi progettuali

Gli interventi strutturali previsti per la riduzione delle pericolosità dell'asta consistono nel risezionamento dell'intero tratto. La sagoma di riferimento per il risezionamento è quella schematizzata in figura "Is\_1". In alcune situazioni specifiche, come nel caso dei ponti, tale sagoma è stata ristretta come descritto nella figura "Is\_2".



**Fig. IS\_1** – Schema sezione di deflusso principale



**Fig. IS\_2** – Schema sezione di deflusso principale in corrispondenza dei ponti

E' opportuno precisare che nella *sezione di deflusso principale* non viene presa in considerazione la *cunetta di magra*.

La verifica dell'efficacia del risezionamento è stata effettuata simulando la propagazione di onde di piena conseguenti ad eventi con tempi di ritorno di 50 anni.

Le scabrezze, rappresentate dal coefficiente di Manning, adottate nelle simulazioni sono state poste generalmente pari a  $0,05 \text{ m}^{-1/3} \text{ sec}$  (canali in terra poco curati e con vegetazione) per l'alveo inciso e pari a  $0,07 \text{ m}^{-1/3} \text{ sec}$  per l'alveo golenale.

Il livello in Reno nelle simulazioni è stato posto pari a 12 metri.

Gli effetti previsti degli interventi di risezionamento sono rappresentati nella tavola "IST.01" dove vengono messi in evidenza: il livello idrico prima e dopo i risezionamenti per eventi di pioggia aventi tempi di ritorno di 50 anni, le sommità arginali destra e sinistra, la quota di fondo<sup>1</sup> prima e dopo gli interventi strutturali di risezionamento.

Si evidenzia che maggiori margini di sicurezza possono essere ottenuti mediante la riattivazione di vecchie aree golenali.

Connesso con l'intervento sopra descritto risulta essere quello (contraddistinto dal codice "Ra.1") di risezionamento dell'alveo e di sistemazione degli argini del tratto del Santerno compreso tra l'autostrada A14 e l'inizio degli argini di II categoria.

Il costo stimato complessivo degli interventi in oggetto è circa di 6.000.000 di euro.

---

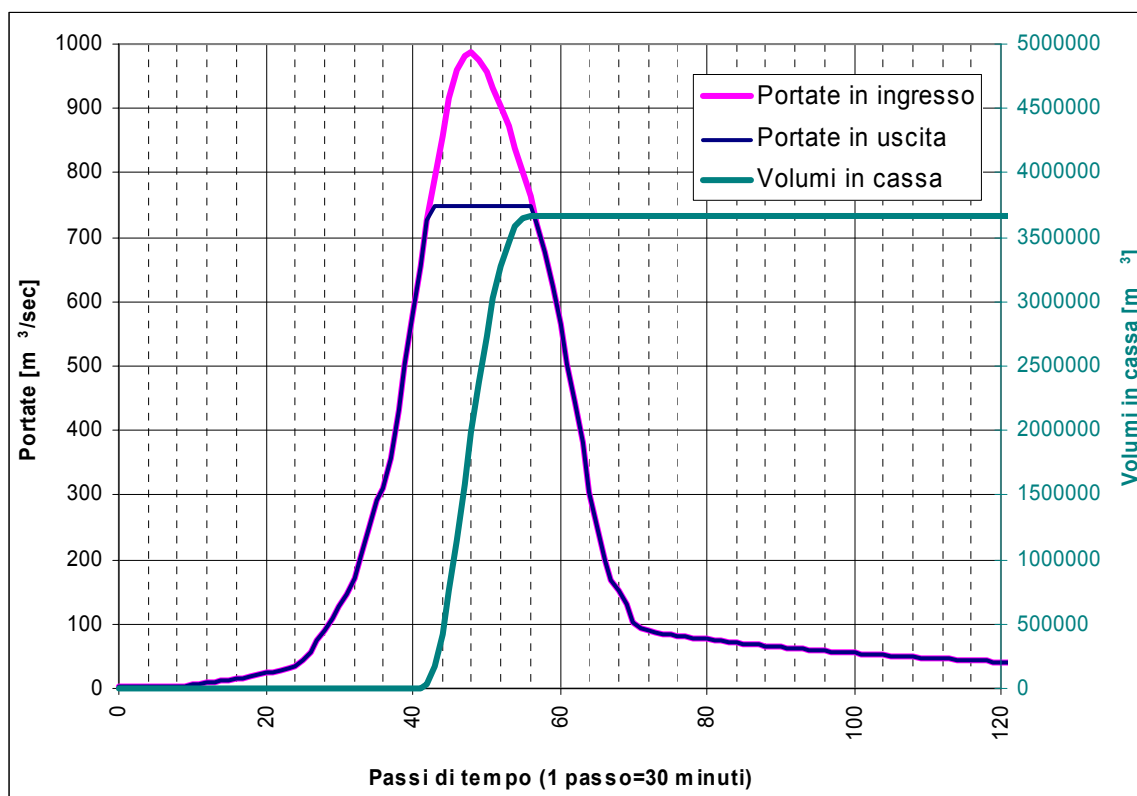
<sup>1</sup> La quota di fondo prima degli interventi di risezionamento si riferisce al fondo della cunetta di magra, dopo gli interventi al fondo della sezione di deflusso principale di progetto.

## INTERVENTO STRUTTURALE “C1” – CASSA D’ESPANSIONE

La cassa d’espansione in oggetto è finalizzata a far fronte ad eventi con tempo di ritorno di 200 anni.

### Caratteristiche funzionali e criteri progettuali

Le caratteristiche funzionali dell’opera in oggetto dovranno essere tali da limitare la portata a valle dell’opera medesima a  $750 \text{ m}^3/\text{sec}$ . A tal fine, il volume utile della cassa dovrà essere, con riferimento ad eventi di pioggia caratterizzati da un tempo di ritorno di 200 anni, almeno di circa  $3.500.000$  metri cubi, come risulta dal grafico C1 di seguito riportato.



Graf. C1

E’ opportuno evidenziare che, al fine di ottenere un volume utile di  $3.500.000 \text{ m}^3$ , è necessario disporre di un volume d’invaso di circa  $5.000.000 \text{ m}^3$ .

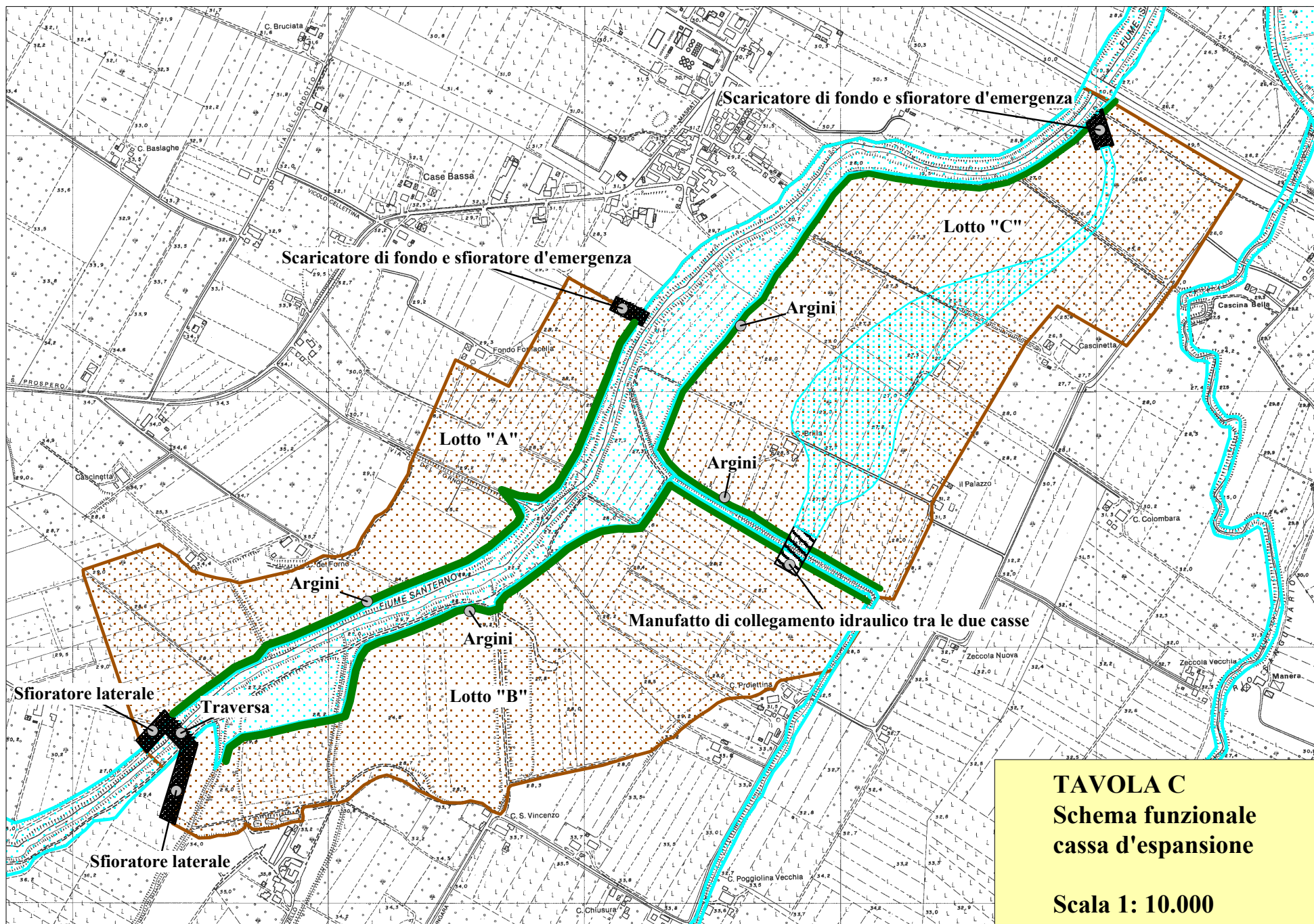
## **Ipotesi progettuali**

Le ipotesi progettuali di seguito riportate sono tratte da uno studio di fattibilità eseguito dal Prof. Ing. Alberto Bizzarri nel 1998.

Lo schema funzionale dell'opera in oggetto (vedi Tav. "C") prevede:

- la suddivisione della cassa in tre lotti (lotto "A" a sinistra del Santerno, lotti "B" e "C" a destra);
- una traversa e due sfioratori laterali (uno per il lotto "A" e uno per i lotti "B" e "C");
- uno scaricatore di fondo e uno sfioratore d'emergenza per il lotto "A" e uno scaricatore di fondo e uno sfioratore d'emergenza per i lotti "B" e "C";
- un manufatto di collegamento idraulico tra i lotti "B" e "C";
- opere arginali di confinamento dei volumi d'invaso dei tre lotti in cui è suddivisa la cassa.

Il costo complessivo stimato dell'intervento in oggetto è circa di 5.500.000 di euro.



**TAVOLA C**  
**Schema funzionale**  
**cassa d'espansione**

**Scala 1: 10.000**

RISEZIONAMENTO DELL'ALVEO E REALIZZAZIONE DI OPERE DI DIFESA DELLE AREE A RISCHIO  
DEI CENTRI ABITATI

Gli interventi strutturali previsti prevalentemente consistono in questo caso nell'adeguamento delle sezioni di deflusso per eventi di pioggia con tempi di ritorno fino a 200 anni e in alcuni casi nella realizzazione di opere di difesa spondale che potranno avere anche lo scopo di definire con certezza il livello massimo ammissibile.

Le opere in oggetto (la cui localizzazione è indicata nella tavola "LI") sono riportate, in ordine di priorità, nella seguente tabella "IR" dove sono indicate anche le portate massime di riferimento.

**Tab. IR – Interventi di risezionamento alveo**

LOCALIZZAZIONE (CODICE)	TIPO OPERA	PORTATE MASSIME [m <sup>3</sup> /s]		
		TR=50	TR=100	TR=200
Casalfiumanese (Ros.3)	Risezionamento alveo e opere di difesa spondale	820	920	1020
Imola (Ros.4)	Risezionamento alveo e opere di difesa spondale	820	930	1030
San Prospero (Ros.5)	Risezionamento alveo e opere di difesa spondale	780	870	950
A valle ferrovia BO-AN (Rr.1)	Risezionamento alveo con creazione golene	820	930	1040
Firenzuola (Ros.1)	Risezionamento alveo e opere di difesa spondale	410	470	520
Borgo Tossignano (Ros.2)	Risezionamento alveo e opere di difesa spondale	810	910	1020

Per ciò che concerne Firenzuola, si segnala che è attualmente in corso di progettazione una sistemazione dell'area in cui sono presenti insediamenti produttivi e che risulta passibile di inondazione per eventi con tempi di ritorno di 200 anni. In tale sistemazione sono anche previste opere che dovrebbero mettere idraulicamente in sicurezza tale area per i suddetti

eventi estremi. Prima di procedere alla progettazione di tale intervento sarà pertanto necessario verificarne l'utilità.

Anche per l'intervento previsto a Borgo Tossignano risulta necessaria una verifica dell'utilità e del tipo di intervento da realizzare.

La progettazione degli interventi in oggetto dovrà essere finalizzata anche a realizzare una conformazione dell'alveo tale da permettere, per quanto possibile, lo sviluppo delle capacità di depurazione naturale dell'acqua. A tale scopo gli interventi di sagomatura dell'alveo dovranno essere finalizzati, compatibilmente con gli obiettivi più propriamente idraulici, a:

- a) creare un alveo sinuoso che "condizioni" le acqua veicolate e le porti a contatto con substrati di diversa natura e granulometria;
- b) creare zone a diversa velocità di corrente;
- c) avere acqua a diversa profondità ed una diversificata distribuzione delle zone di trasporto e deposito;
- d) diversificare il materiale sedimentato;
- e) facilitare il contatto e lo scambio acqua-sedimento, acqua-aria e acqua-vegetazione con zone laterali a minore profondità e minore velocità di corrente (lagunaggio);
- f) rimboschire le rive per creare zone d'ombra che limitino la produzione primaria nelle acque e per fornire materiale organico di grosse dimensioni (foglie) che serva al sostentamento di alcuni gruppi di organismi macro zoobentonici ed, infine, per creare una zona "filtro" e "spugna" rispettivamente nei confronti del territorio circostante e dei nutrienti disciolti nelle acque;
- g) gestire e controllare la fauna ittica sia nella composizione qualitativa sia nella quantità al fine di favorire la presenza di invertebrati acquatici.

Al fine di affrontare idoneamente l'insieme delle problematiche riguardanti le questioni ambientali, si ritiene opportuno che all'attività di progettazione partecipino anche figure professionali specializzate per ciò che concerne gli aspetti idrobiologici e paesaggistico-ambientali.

Il costo stimato complessivo degli interventi in oggetto è circa di 6.000.000 di euro.



Regione Emilia Romagna

Regione Toscana

AUTORITA' di BACINO del RENO

Piano Stralcio

per l'Assetto Idrogeologico

art. 1 c. 1 L. 03.08.98 n. 267 e s.m.i.

II - RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA

II.4 - BACINO DEL TORRENTE SANTERNO

PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI

TAVOLA "LI"

AREE AD ALTA PROBABILITA' DI INONDAZIONE INTERESSATE DAL PROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

LOCALIZZAZIONE INTERVENTI STRUTTURALI

Scala 1:30.000


Il Presidente  
dell'Autorità di Bacino del Reno  
Prof. Marioluigi Bruschini

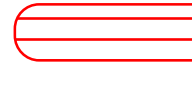
Il Progettista  
Ing. Gabriele Strampelli

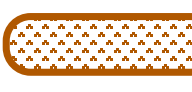
Il Segretario Generale  
dell'Autorità di Bacino del Reno  
Dott. Ferruccio Melloni


Bologna, 6 dicembre 2002


LEGENDA


 Reticolo idrografico corsi d'acqua principali, secondari e minori


 Aree ad alta probabilità di inondazione interessate dagli interventi strutturali previsti (art.24 comma 4 delle norme di piano)

 Aree di localizzazione interventi (art.17 delle norme di piano) per realizzazione "casce di espansione"

 Interventi di risecionamento tronchi non arginati

 Intervento di risecionamento asta con argini di II categoria

 Interventi di risecionamento tronchi non arginati e opere di difesa spondale

 Intervento di risecionamento reticolo idrografico e rifacimento argini



*art.1 c.1 L.3.08.98 n.267 e s.m.i.*

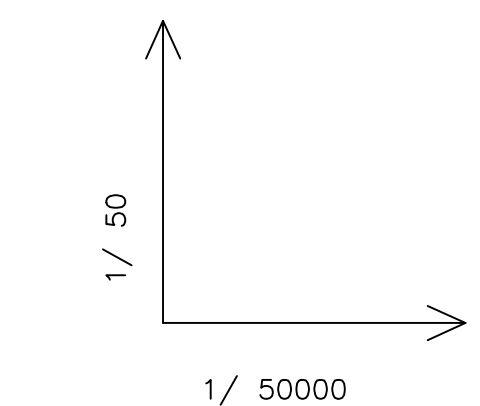
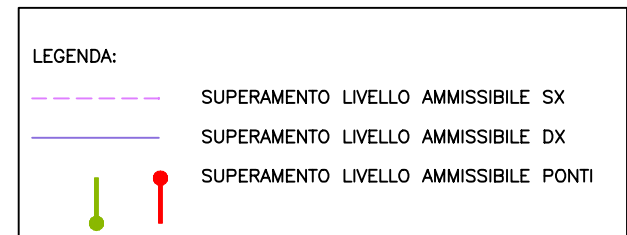
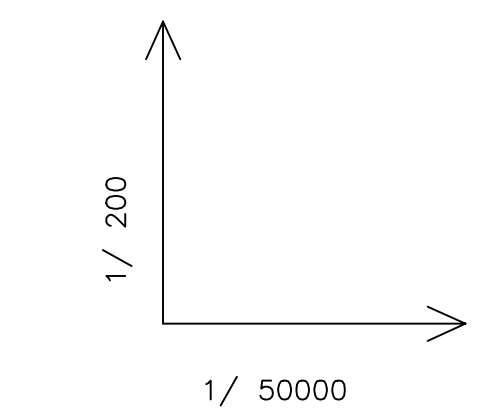
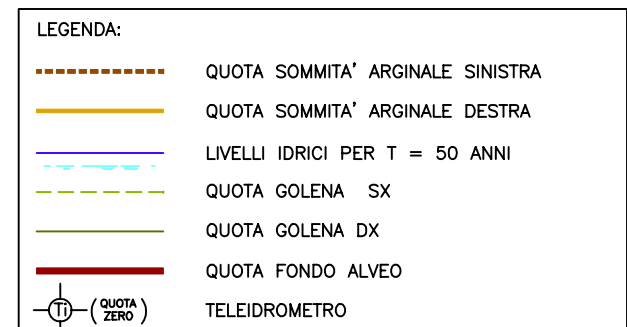
## II.4 - BACINO DEL TORRENTE SANTERNO

**TAVOLA "PLR.01"**  
**PROFILO LONGITUDINALE CORSO D'ACQUA CON ARGINI DI II CATEGORIA**  
**ANDAMENTO LIVELLI MASSIMI**  
**PER EVENTI CON TR=50 ANNI**

**Il Progettista**  
*Ing. Gabriele Strampelli*

**Il Segretario Generale  
dell'Autorità di Bacino del Reno  
*Dott. Ferruccio Melloni***

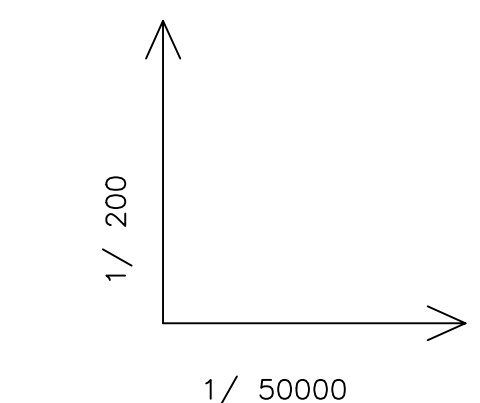
**Bologna,**


$$Q_{\max} \text{ alla sez.00} = 790 \text{ m}^3/\text{sec}$$
[illegible]

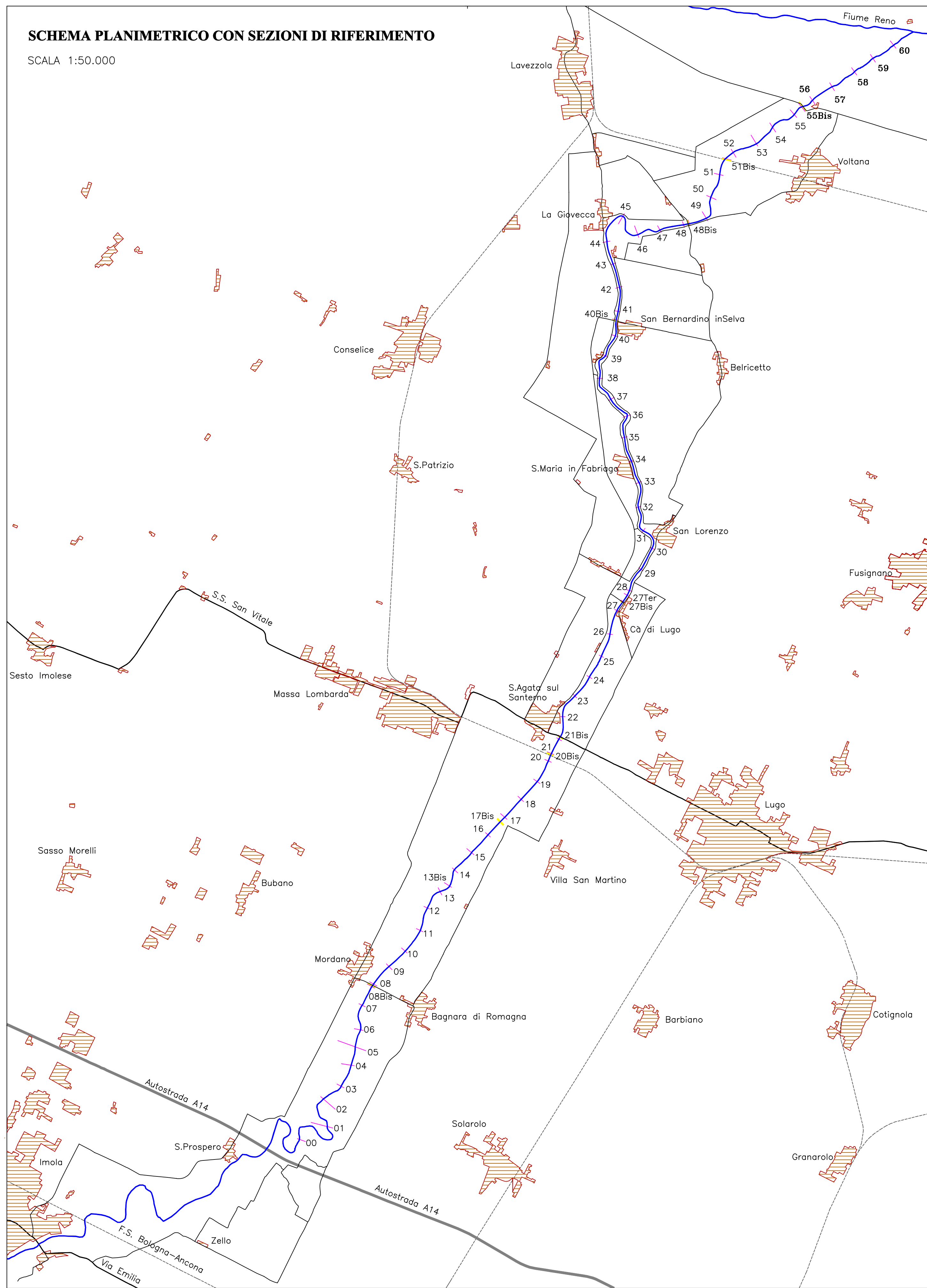
LEGENDA:

----- PENSILITA' ARGINI SX

----- PENSILITA' ARGINI DX

[illegible]

SCALA 1:50.000





## Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

## II- RISCHIO IDRAULICO E ASSETTO RETE IDROGRAFICA

## II.4 - BACINO DEL TORRENTE SANTERNO

## PROGRAMMA INTERVENTI STRUTTURALI

**TAVOLA "IST.01"**  
**IPOTESI PROGETTUALI**  
**RELATIVE AGLI INTERVENTI STRUTTURALI DI RISEZIONAMENTO**  
**NELL'ASTA CON ARGINI DI II CATEGORIA DEL SANTERNO**

**Il Presidente  
dell'Autorità di Bacino del Reno  
Prof. Marioluigi Bruschini**

**Il Progettista**  
**Ing. Gabriele Strampelli**

**Il Segretario Generale  
dell'Autorità di Bacino del Reno  
Dott. Ferruccio Melloni**

**Bologna,**

