



**COMUNE DI CASALE CREMASCO - VIDOLASCO**  
**PROVINCIA DI CREMONA**

**REDAZIONE DEGLI ELABORATI RIPORTANTI GLI  
ELEMENTI IDROGRAFICI, IDROLOGICI ED IDRAULICI E GLI  
APPROFONDIMENTI PER LA DEFINIZIONE DEL RISCHIO  
IDRAULICO NELL'AMBITO DELLA PREDISPOSIZIONE DEL  
PGT COMUNALE**

**RELAZIONE DESCRITTIVA**

**Novembre 2008**

A cura di:



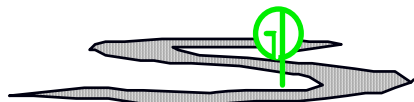
**S.G.P.**

SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.  
Via Bona di Savoia 10 - 27100 Pavia  
Tel. 0382-466111 / 463385 / 571865(fax) - e-mail: sgpp@iol.it

Il tecnico:

**Dott. Ing. Giuseppe Barbero**  
Ordine Ingegneri Prov. di Pavia n. 1340

**Comune di Casale Cremasco - Vidolasco (CR)**



S.G.P.

**SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.**

---

**COMUNE DI CASALE CREMASCO**

(PROVINCIA DI CREMONA)

***REDAZIONE DEGLI ELABORATI RIPORTANTI GLI ELEMENTI IDROGRAFICI,  
IDROLOGICI ED IDRAULICI E GLI APPROFONDIMENTI PER LA DEFINIZIONE DEL  
RISCHIO IDRAULICO NELL'AMBITO DELLA PREDISPOSIZIONE DEL PGT  
COMUNALE***

**RELAZIONE DESCRITTIVA**

<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>1. ELENCO ELABORATI .....</b>	<b>5</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ANALISI IDRAULICA .....</b>	<b>7</b>
<b>3.1. Funzionalità dell'alveo ordinario .....</b>	<b>7</b>
<i>3.1.1. Divagazione planimetrica: fasce di mobilità.....</i>	<i>7</i>
<i>3.1.2. Spostamento altimetrico: ambiti di erosione e di deposito .....</i>	<i>9</i>
<b>3.2. Inondabilità delle aree ed aree allagate.....</b>	<b>11</b>
<b>3.3. Aree di pertinenza del corso d'acqua .....</b>	<b>11</b>
<i>3.3.1. Analisi Idrologica: portata di riferimento.....</i>	<i>11</i>
<i>3.3.2. Analisi Idraulica: calcolo di moto permanente .....</i>	<i>13</i>
<b>4. CONTENUTO DEGLI ELABORATI .....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Tavola 1 - Corografia.....</b>	<b>15</b>

<b>4.2.</b>	<b>Tavola 2 – Aree di pertinenza idraulica.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3.</b>	<b>Tavola 3 – Allagamenti storici .....</b>	<b>15</b>
<b>4.4.</b>	<b>Tavola 4a – Funzionalità dell'alveo: Carta degli alveotipi.....</b>	<b>17</b>
<b>4.5.</b>	<b>Tavola 4b – Funzionalità dell'alveo: Carta degli ambiti soggetti a deposito od erosione .....</b>	<b>17</b>
<b>4.6.</b>	<b>Tavola 5 – Ubicazione delle stazioni di misura.....</b>	<b>17</b>
<b>4.7.</b>	<b>Tavola 6 – Opere di difesa idraulica e opere interferenti.....</b>	<b>19</b>
	<i>4.7.1. Funzionalità del sistema difensivo – Argini .....</i>	<i>19</i>
	<i>4.7.2. Funzionalità del sistema difensivo – Tratti non arginati .....</i>	<i>22</i>
	<i>4.7.3. Funzionalità del sistema difensivo – Difese longitudinali.....</i>	<i>22</i>
<b>4.8.</b>	<b>Tavola 7 – Fasce PAI .....</b>	<b>22</b>
<b>4.9.</b>	<b>Tavola 8 – Aree allagate .....</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NELLE AREE INTERNE AI CENTRI ABITATI ED A TERGO DEL LIMITE DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C.....</b>	<b>23</b>
<b>6.</b>	<b>PROPOSTA DI MODIFICHE ALLA FASCIA B DEL PAI .....</b>	<b>26</b>
<b>7.</b>	<b>RAPPORTO TRA LE AREE OGGETTO DELLE OSSERVAZIONI E LE AREE ALLAGATE .....</b>	<b>28</b>

**PREMESSA**

La relazione *de qua* illustra i presupposti, i criteri ed i principi che hanno condotto alla formulazione delle valutazioni nonché l'individuazione dei risultati delle elaborazioni condotte circa gli elementi idrografici, idrologici ed idraulici e gli approfondimenti per la definizione del rischio idraulico nell'ambito della predisposizione del Piano del Governo del Territorio del comune di Casale Cremasco – Vidolasco, provincia di Cremona.

L'incarico per la redazione dello studio idraulico per il PGT, conferito allo scrivente secondo il disciplinare del 4/07/2008, si articola, nel solco tracciato dai *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*, nell'attività di redazione della presente "Relazione descrittiva delle attività" e delle tavole indicate nel seguito:

- Carta degli alveotipi, delle aree di divagazione dei corsi d'acqua e delle pertinenze idrauliche ricostruite in base ai dati idrologici disponibili (par. 1.2.4. dei *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*);
- Carta degli ambiti soggetti a fenomeni di erosione e deposizione (par. 1.2.4. dei *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*);
- Carta dell'ubicazione delle stazioni di misura (par. 1.2.4. dei *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*);;
- Carta dell'ubicazione delle opere idrauliche (par. 1.2.4. dei *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*).

Si provvederà inoltre allo svolgimento dell'attività seguente:

- Definizione della pericolosità per i siti a maggior rischio (par. 1.3.1. dei *Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT*; tale attività è svolta in linea con le previsioni dell'all.4 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05 "*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico*").

Nel seguito, dopo aver inquadrato territorialmente le zone costituenti l'ambito dello studio (par. 2 – Inquadramento territoriale), vengono riportati i risultati dell'analisi idraulica ed idologica (par. 3) ed illustrati in dettaglio i contenuti degli elaborati redatti a supporto dello studio (par. 4).

Dall'analisi degli scenari emersi sono derivate considerazioni circa il rischio idraulico nelle aree interne ai centri edificati ed a tergo del “*limite di progetto tra la fascia B e la fascia C*” (par.5), nonché l'opportunità di modifiche alla fascia B del PAI (par. 6). Infine si sono analizzati i rapporti tra le aree allagate e le aree oggetto di osservazioni da parte della Provincia di Cremona in sede di esame della variante di adeguamento alla LR 12/2005 – carta degli ambiti agricoli.

**1. ELENCO ELABORATI**

- 1) Tavola 1: Corografia, scala 1:25000;
- 2) Tavola 2: Aree di pertinenza idraulica, scala 1:15000;
- 3) Tavola 3: Allagamenti storici, scala 1:15000;
- 4) Tavola 4a: Funzionalità dell'alveo – Carta degli alveotipi, scala 1:15000;
- 5) Tavola 4b: Funzionalità dell'alveo – Carta degli ambiti soggetti ad erosione e deposito, scala 1:10000;
- 6) Tavola 5: Ubicazione delle stazioni di misura , scala 1:15000;
- 7) Tavola 6a: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Difese laterali, scala 1:15000;
- 8) Tavola 6b: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Traverse, scala 1:15000;
- 9) Tavola 6c: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Ponti ed interferenze, scala 1:15000;
- 10) Tavola 6d: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Derivazioni, scala 1:15000;
- 11) Tavola 6e: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Argini, scala 1:15000;
- 12) Tavola 6f: Opere di difesa idraulica ed opere interferenti – Difese laterali, scala 1:15000;
- 13) Tavola 7: Fasce del PAI, scala 1:15000;
- 14) Tavola 8a: Aree allagate per tempo di ritorno  $T = 20$  anni, scala 1:15000;
- 15) Tavola 8b: Aree allagate per tempo di ritorno  $T = 200$  anni, scala 1:15000;
- 16) Tavola 8c: Aree allagate per tempo di ritorno  $T = 500$  anni, scala 1:15000;
- 17) Tavola 9: Rischio idraulico a tergo del limite B di progetto nei centri edificati, scala 1:5000;
- 18) Tavola 10: Proposta di modifica alla fascia B del PAI, scala 1:10000.

**2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

Il Comune di Casale Cremasco – Vidolasco è ubicato lungo la sponda sinistra del fiume Serio ed è costituito dagli abitati di Casale Cremasco, Vidolasco e Montecchio (vedi Tavola 1 - Corografia).

Il territorio comunale è costituito prevalentemente da zone adibite all'agricoltura; la morfologia del territorio risente della presenza del fiume Serio e della rete di canali irrigui a servizio delle attività agricole.

Sono presenti anche delle aree adibite ad attività zootecniche (allevamenti ed industrie casearie)

Il fiume Serio, nel tratto che attraversa il Comune di Casale Cremasco – Vidolasco, ha un andamento meandreggiante; la presenza di numerosi paleo alvei e la conformazione del confine comunale lasciano immaginare che il tracciato abbia avuto, nel corso degli anni, consistenti variazioni dell'assetto planimetrico.

Il fiume Serio è stato oggetto di una campagna di rilevamento dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (d'ora in poi AdBPo) che ha fornito una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua e delle principali opere interferenti (ponti, attraversamenti, briglie, salti di fondo,...). Le sezioni sono reperibili sul sito dell'AdBPo e sono state utilizzate nello studio idraulico illustrato di seguito.

All'interno del territorio comunale sono presenti due traverse fluviali che consentono la derivazione della roggia Babbiona (ubicata nei pressi di cascina Palata) e della roggia Malcontenta (ubicata nei pressi dell'allevamento della Galbani).

Tra le due traverse è presente l'attraversamento del gasdotto ed il ponte della SP12; più a valle è presente un secondo ponte che consente l'attraversamento del fiume da parte della SP64 (vedi Tavole 6b, 6c e 6d).

Nel corso degli anni sono state realizzate diverse opere di contenimento dei livelli (argini) e dell'instabilità planimetrica dell'alveo (difese laterali). Le suddette opere sono riportate nelle tavole 6e e 6f.

### **3. ANALISI IDRAULICA**

#### **3.1. Funzionalità dell'alveo ordinario**

Viene qui fornita una descrizione generale del profilo della superficie del fiume Serio nel territorio comunale, con riferimento in particolare alla tendenza del fiume a divagare planimetricamente ed a spostarsi verticalmente a seguito di fenomeni di erosione e deposito di sedimenti, considerando per entrambi i temi l'eventuale interferenza delle opere idrauliche presenti con le tendenze individuate.

Il fiume, il cui sviluppo nel territorio comunale è ricompreso tra le progressive chilometriche 88+600 e 96+230 c.a., è caratterizzato nel tratto individuato da una pendenza media del fondo alveo pari a 0.0014 m/m (0.14%), stimata nell'ambito dello "*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda*" attraverso l'assunzione dell'ipotesi che tale valore sia pari al valore della pendenza media del pelo libero del profilo di piena per piena duecentennale, depurato delle singolarità localizzate dovute alla presenza di opere interferenti.

##### *3.1.1. Divagazione planimetrica: fasce di mobilità*

L'assetto morfologico di riferimento è stato definito mediante l'individuazione di due fasce di mobilità, una fascia di mobilità massima storica ed una fascia di divagazione massima compatibile, come illustrato nella *Relazione di sintesi, Prodotto 3.3.4.1./5 dell' Attività 3.3.4.1.: Definizione dell'assetto di progetto del sistema fluviale* dello studio suddetto.

La **fascia di mobilità massima storica** documenta i movimenti storici dell'alveo ed è individuata tramite l'involuppo delle forme fluviali succedutesi nel tempo, comprendendo al suo interno lo spazio di mobilità dell'alveo a breve termine (impegnato dall'alveo nell'ultimo secolo) e lo spazio di mobilità a medio termine (involuppo dei paleoalvei e delle forme fluviali relitte).

Questa fascia non prende in conto sia le attuali condizioni di uso del suolo (insediamenti, infrastrutture), sia le opere idrauliche presenti, sia le diverse caratteristiche morfologiche e idrauliche dello stesso corso d'acqua.

Nel tratto in esame il corso d'acqua ha andamento meandriforme, con presenza di anse significative ed evidenti forme relitte diffuse (ad. es. si individuano alcuni paleoalvei a valle del km 91, a sud di Vidolasco). La fascia di mobilità massima storica contiene dunque tutte le forme riattivabili.



La **fascia di divagazione massima compatibile** definisce la massima area di divagazione consentita per l'alveo del corso d'acqua, in relazione alle caratteristiche naturali dello stesso e ai vincoli imposti per la sicurezza idraulica delle aree circostanti.

Per il tracciamento si è tenuto conto dei seguenti elementi:

- fascia di mobilità massima storica e relative componenti (aree di mobilità dell'alveo breve, medio e lungo termine);
- difese longitudinali spondali od arginali strategiche ai fini della compatibilità del percorso del fiume con le aree antropizzate da difendere;
- sviluppo della Fascia B;
- manufatti di attraversamento adeguati e compatibili;
- tratti spondali instabili, caratterizzati da evidenti tracce di erosione recente;
- zone contraddistinte dal passaggio di correnti veloci durante gli ultimi eventi di piena.

La delimitazione della fascia di divagazione massima compatibile si basa pertanto sulla sovrapposizione delle aree dove l'alveo attivo (compresi i rami secondari) è effettivamente stato presente in epoca storica o che saranno prevedibilmente occupate dallo stesso nella futura evoluzione a medio termine, ai settori per i quali non sussistono condizioni di incompatibilità con lo stato di infrastrutturazione ed uso del territorio.

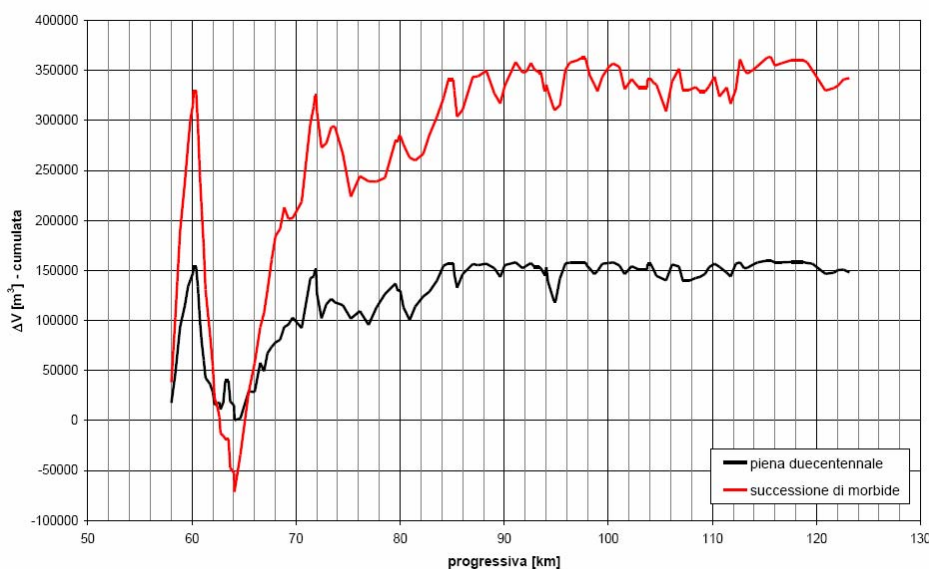
Pertanto, la fascia di divagazione massima compatibile è stata considerata coincidente o comunque prossima al corso attuale nei tratti storicamente "stabili", anche in assenza di infrastrutture nei settori golenali limitrofi.

Il profilo altimetrico è condizionato dalle presenza di soglie e da alcune traverse di derivazione. Nella zona di interesse e fino all'abitato di Casale Cremasco il criterio adottato è quello di lasciar divagare il fiume dove possibile, a fronte della necessità di arretrare la fascia di divagazione compatibile in corrispondenza di alcune opere strategiche per l'assetto del sistema difensivo e laddove fenomeni di instabilità planimetrica potrebbero compromettere la funzionalità delle opere interferenti (ponte di Casale) o la funzionalità del sistema difensivo (SEAR 403). A sud di Casale Cremasco la fascia di divagazione compatibile si sviluppa lungo l'alveo attuale, in quanto eventuali divagazioni planimetriche (riattivazione di paleo-forme, ricomprensione di bacini di cava) potrebbero minacciare a valle l'efficacia del sistema difensivo della città di Crema.

Le fasce di mobilità descritte e l'ubicazione dei paleoalvei sono state riportati in Tavola 4a *Funzionalità dell'alveo – Carta degli alveotipi*. In tale elaborato i paleoalvei sono classificati in funzione del grado di rarità dell'evento di piena che può condurre alla riattivazione della forma relitta.

### 3.1.2. Spostamento altimetrico: ambiti di erosione e di deposito

In merito alla tendenza allo spostamento altimetrico, il fiume risulta più o meno in equilibrio, come illustrato nello Studio di fattibilità dell’Autorità di Bacino a cui si è fatto riferimento. Tuttavia, si ritiene opportuno monitorare l’evoluzione delle erosioni e dei depositi, asportando l’eventuale eccesso di materiale che si venisse ad accumulare progressivamente nel tempo o in occasione di eventi con forte apporto solido, per la sicurezza delle aree circostanti.



**Figura 1:** Curva cumulata dei volumi erosi e depositati lungo l’asta fluviale (Figura 2.3.5 Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”*)

In particolare, dall’analisi del grafico riportato in figura 1, e limitandone l’estensione ad una porzione dello sviluppo del Serio che interessi interamente il territorio comunale, è possibile ricavare la valutazione circa i valori dei volumi erosi e depositati riportata nelle tabelle seguente<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> I Dati illustrati in figura 1 sono stati calcolati con simulazioni di trasporto solido fornite dal prof. Armanini all’AdBPo con riferimento tanto alla piena duecentennale quanto con riferimento a una successione di diciassette morbide aventi tempo di ritorno inferiore o uguale a 20 anni.

<b>Pk<sub>i</sub> [km]</b>	<b>Vcum<sub>i</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Pk<sub>f</sub> [km]</b>	<b>Vcum<sub>f</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΔV [m<sup>3</sup>]</b>
85,5	3045398	88,0	3491202	445803
88,0	3491202	89,6	3187152	-304050
89,6	3187152	91,02	3571323	384171
91,02	3571323	92,03	3478875	-92448
92,03	3478875	92,62	3563105	84230
92,62	3563105	94,85	3111139	-451966
94,85	3111139	97,58	3632955	521816

**Tabella 1:** Curva cumulata dei volumi erosi e depositati lungo l'asta fluviale – successione di morbide. Individuazione dei tratti di deposito ed erosione Pk<sub>i</sub> = progressiva chilometrica iniziale del tratto; Vcum<sub>i</sub> = valore del volume cumulato alla Pk<sub>i</sub>; Pk<sub>f</sub> = progressiva chilometrica finale del tratto; Vcum<sub>f</sub> = valore del volume cumulato alla Pk<sub>f</sub>; ΔV = variazione volumetrica parziale nel tratto pari a Vcum<sub>f</sub> - Vcum<sub>i</sub> (da elaborazione dati riportati in Figura 2.3.5 Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”*)

<b>Pk<sub>i</sub> [km]</b>	<b>Vcum<sub>i</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>Pk<sub>f</sub> [km]</b>	<b>Vcum<sub>f</sub> [m<sup>3</sup>]</b>	<b>ΔV [m<sup>3</sup>]</b>
85,64	135052	88,34	156213	21160
88,34	156213	89,62	144297	-11915
89,62	144297	91,22	157240	12943
91,22	157240	91,71	152309	-4931
91,71	152309	92,52	157445	5136
92,52	157445	94,93	118823	-38623
94,93	118823	97,70	158267	39444

**Tabella 2:** Curva cumulata dei volumi erosi e depositati lungo l'asta fluviale – piena duecentennale. Individuazione dei tratti di deposito ed erosione Pk<sub>i</sub> = progressiva chilometrica iniziale del tratto; Vcum<sub>i</sub> = valore del volume cumulato alla Pk<sub>i</sub>; Pk<sub>f</sub> = progressiva chilometrica finale del tratto; Vcum<sub>f</sub> = valore del volume cumulato alla Pk<sub>f</sub>; ΔV = variazione volumetrica parziale nel tratto pari a Vcum<sub>f</sub> - Vcum<sub>i</sub> (da elaborazione dati riportati in Figura 2.3.5 Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”*)

Dall'esame comparato delle tue tabelle si può concludere che nel territorio del comune si manifesta una successione di tratti alternativamente caratterizzati da comportamento erosivo e di deposito, rilevabile sia nel caso dell'esame della successione delle morbide, sia nel caso della piena duecentennale:

1. erosione da monte (km 88+600 c.a.) fino al km 89+600;
2. deposito fino al km 91+200 [91+020];
3. erosione fino al km 91+700 [92+030];
4. deposito fino al km 92+520 [92+620];

5. erosione fino al km 94+930 [94+850];
6. deposito verso valle fino al limite del territorio comunale.

Nell'elenco *ex supra* sono indicati tra parentesi quadra i limiti degli ambiti di erosione/deposito relativi alla successione delle morbide.

Il bilancio globale corrisponde ad una situazione di deposito, con valori del volume totale accumulato nel tratto quantificabile in circa 2000 m<sup>3</sup> nel caso di piena duecentennale e circa 142000 m<sup>3</sup> nel caso della successione di morbide. Nell'eventuale previsione dell'asportazione di sedimenti per la protezione del territorio circostante è tuttavia necessario considerare che il valore di deposito stimato, è in realtà potenziale, in quanto dipende dall'effettiva presenza di un significativo apporto da monte.

### **3.2. Inondabilità delle aree ed aree allagate**

Ai fini dell'individuazione delle aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico e quindi della definizione delle aree frequentemente inondabili (indicativamente con tempi di ritorno inferiori a 20 - 50 anni) e delle aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali (indicativamente con tempi di ritorno superiori a 100 anni), si è fatto riferimento alla mappatura delle aree allagate per le piene relative ai tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni proposta nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda*” dell'AdBPo.

Nelle Tavole 8a, 8b e 8c sono stati riportati i limiti delle aree allagabili direttamente ed indirettamente dalla piena ventennale, duecentennale e cinquecentennale seguendo quanto riportato nella “*Cartografia dell'Analisi Idraulica*” dello Studio di fattibilità dell'AdBPo (Attività 3.3.2.2/2).

### **3.3. Aree di pertinenza del corso d'acqua**

#### *3.3.1. Analisi Idrologica: portata di riferimento*

La Regione Lombardia, nel volume “*Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*”, richiede che vengano delimitate le aree di pertinenza del corso d'acqua.

Le aree di pertinenza del corso d'acqua sono definite come le aree allagate dalla piena ordinaria. La piena ordinaria, a sua volta, è definita come la piena che si verifica tre volte su quattro

ossia con una frequenza del 75 %.

Il tempo di ritorno  $T$  relativo ad un generico evento (in questo caso il verificarsi della piena ordinaria) e la probabilità di non superamento  $P$  dello stesso evento sono legate dalla relazione:

$$T = \frac{1}{1-P}$$

Come detto la piena ordinaria ha una frequenza del 75 % ( $F = 0.75$ ) corrispondente ad una probabilità di non superamento  $P$  pari allo 0.25.

Dalla precedente espressione si ricava:

$$T = \frac{1}{1-0.25} = 1.33 \text{ anni.}$$

Approssimando per eccesso il valore  $T$  ricavato, si è assegnato alla piena ordinaria un tempo di ritorno di 2 anni.

La portata relativa al tempo di ritorno di due anni è stata desunta consultando lo “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda*” dell’AdBPo, nella parte relativa alla “*Definizione delle portate di piena di riferimento*” (Attività 3.X.2.1).

Nella Tabella 37 della “*Relazione descrittiva e di analisi*” si riportano i valori della portata relativa al tempo di ritorno di 2 anni nelle sezioni di calcolo considerate dallo studio, raccolti di seguito in tabella 3:

Sezione						
Parre	Ponte Cene	Nembro	Seriate	Romano di Lombardia	Crema	Confluenza in Adda
138	206	218	221	193	161	157

**Tabella 3** – Stime delle portate al colmo relative al tempo di ritorno di 2 anni; valori in m<sup>3</sup>/s.

Il Comune di Casale Cremasco – Vidolasco è ubicato a tra le sezioni di Romano di Lombardia e Crema. Al fine di operare in condizioni di sicurezza si è deciso di adottare come valore della piena di ordinaria quella relativa alla sezione di Romano di Lombardia.

Pertanto:

$$Q_{ord} = 193 \text{ m}^3/\text{s.}$$

### *3.3.2. Analisi Idraulica: calcolo di moto permanente*

La delimitazione delle aree di pertinenza è stata effettuata calcolando il profilo di moto permanente e confrontando il livello dell'acqua nelle sezioni di calcolo con le quote del terreno.

Le aree di pertinenza sono state riportate nella Tavola 2 su idonea base cartografica: CTR della Regione Lombardia, volo 1994, fogli C6b3, C6b4, C6c3 e C6c4.

Nel tracciamento delle zone allagate sono stati considerati sia i fenomeni di allagamento diretto, dovuti al raggiungimento di quote del pelo libero superiori alle quote degli argini o delle sponde, sia i fenomeni di allagamento indiretto, provocati da esondazioni in corrispondenza di sezioni ubicate a monte rispetto alla zona in esame.

Il calcolo del profilo con le ipotesi di corrente lineare e moto permanente è stato effettuato utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS dello U.S. Army Corps of Engineers versione 3.1.3.

Le sezioni utilizzate nel calcolo sono state reperite consultando il sito internet dell'AdBPo. Esse sono quelle comprese tra la sezione 54 e la sezione 43.

Le sezioni dell'AdBPo sono state integrate con ulteriori 4 sezioni che sono state rilevate in occasione di un precedente studio idraulico del fiume Serio condotto dallo scrivente. Le 4 sezioni integrative si riferiscono all'abitato di Vidolasco e permettono una migliore definizione della morfologia del luogo e quindi una migliore definizione delle aree allagate.

Nel calcolo del profilo si è imposto un regime di corrente subcritica. Si sono imposte le seguenti condizioni al contorno:

- portata transitante pari a  $193 \text{ m}^3/\text{s}$  (valore della piena ordinaria);
- altezza di moto uniforme a valle calcolata in funzione della pendenza del fondo nel tratto d'alveo compreso tra le ultime sezioni di valle ( $0.003 \text{ m/m}$ ).

La scabrezza dell'alveo e delle golene è stata espressa attraverso il coefficiente di resistenza di Manning; i valori dei coefficienti sono stati fissati pari a  $0.033 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  nell'alveo inciso e  $0.09 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$  nelle aree golenali, in ragione delle caratteristiche proprie dei siti in esame ed in funzione dei range di valori reperibili in letteratura per classificazioni tipologiche dei corsi d'acqua.

Ai valori dei coefficienti di contrazione ed espansione sono assegnati i valori di 0.3 e 0.5 nelle sezioni poste immediatamente a monte e a valle del ponte della SP12; in tutte le altre sezioni sono stati assegnati i valori di default del codice di calcolo pari 0.1 e 0.3.

**S.G.P.**

**SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.**

---

Come detto, i risultati hanno portato alla delimitazione delle aree di pertinenza idraulica del corso d'acqua che sono mostrate nella Tavola 2.

#### **4. CONTENUTO DEGLI ELABORATI**

Gli elaborati grafici sono stati redatti in linea con quanto riportato sul volume *“Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio”* pubblicato dalla Regione Lombardia.

In particolare si sono riportati gli elementi idrologici ed idraulici richiesti al paragrafo 1.2.4 e altre informazioni utili alla redazione del Piano di Governo del Territorio.

##### **4.1. Tavola 1 - Corografia**

Questo elaborato riporta il confine comunale di Casale Cremasco – Vidolasco ed il tracciato del fiume Serio.

Il fiume Serio è l'unico corso d'acqua naturale che attraversa il territorio comunale. Si è osservato in precedenza che all'interno del territorio comunale sono presenti numerosi canali irrigui; tra questi vale la pena citare la roggia Babbiona e la roggia Malcontenta che derivano acqua direttamente dal fiume Serio.

##### **4.2. Tavola 2 – Aree di pertinenza idraulica**

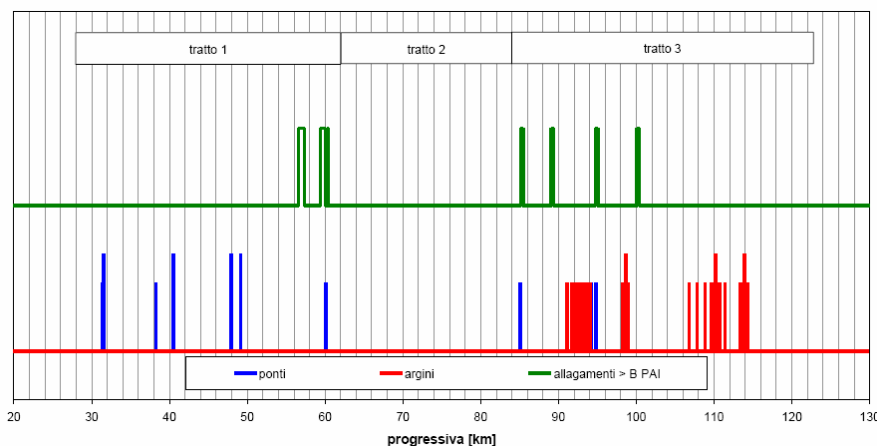
L'elaborato mostra l'ubicazione delle sezioni dell'AdBPo che sono state utilizzate nel calcolo idraulico e i limiti delle aree di pertinenza idraulica, definiti così come riportato nel paragrafo 3.3.

Il calcolo idraulico è stato effettuato a partire dal valore della portata relativa al tempo di ritorno di 2 anni (assunto come valore relativo alla piena ordinaria). Il valore della portata è stato reperito nello *“Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”* dell'AdBPo.

##### **4.3. Tavola 3 – Allagamenti storici**

L'elaborato riporta i siti che sono stati oggetto di recenti fenomeni di allagamento. L'ubicazione degli allagamenti è stata reperita consultando il database del Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche, nonché la distribuzione delle insufficienze idrauliche inclusa nell'Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”*, il cui grafico di sintesi è riportato nella figura seguente:





**Figura 2:** Distribuzione delle insufficienze idrauliche e tratti omogenei lungo il serio (Figura 6.3.1 Attività 3.3.3.1. Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”)

Secondo la distribuzione delle insufficienze ricostruita, sono stati rilevati in particolare due allagamenti nel territorio comunale che hanno interessato zone di estensione trasversale superiore all’estensione della fascia B del PAI:

Progressiva sezione di monte [km]	Sponda	Richiesta di protezione	Tr (sponda sinistra)	Tr (sponda destra)
89.062	Sinistra	Moderata – allagamento di area non insediata	100	-
94.781	Entrambe	Elevata – allagamento di un’area di allevamento in sponda sinistra	2	<1

**Tabella 4:** Tratti in cui la fascia di allagamento calcolata per la piena duecentennale è più ampia della fascia B del PAI e Tempo di ritorno Tr dell’uscita dall’alveo inciso nelle sezioni considerate. (da tabelle 3.2.1 e 3.2.2 dell’Attività 3.3.3.1. Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda”)

Dalla collimazione tra i dati registrati nel database del Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche e quelli di tabella 4 relativi allo studio condotto dall’AdBPo, si osserva come la zona compresa tra la traverse SETR0402 e SETR0398 (tra le pk 94 e 95 c.a.) sia caratterizzata dal maggior numero di osservazioni di eventi di piena. E’ quindi lecita l’attribuzione di una

connotazione di particolare criticità alla zona in esame.

#### **4.4. Tavola 4a – Funzionalità dell'alveo: Carta degli alveotipi**

In tale elaborato sono riportate in scale 1:15000 le fasce di mobilità massima storica e massima compatibile, rappresentative, assieme ai paleoalvei riattivabili in occasioni di eventi di piena con determinato tempo di ritorno, della tendenza dell'alveo a divagare planimetricamente (vedi paragrafo 2.1.1)

#### **4.5. Tavola 4b – Funzionalità dell'alveo: Carta degli ambiti soggetti a deposito od erosione**

La carta *de qua* consta di restituzione cartografica degli scenari a cui si è pervenuti attraverso le analisi e le considerazioni condotte al paragrafo 3.1: *Analisi Idraulica – Funzionalità dell'alveo ordinario*, e, segnatamente, riporta le conclusioni circa l'alternanza delle zone soggette ad erosione e deposito nell'ambito del territorio comunale tratte dalla comparazione tra i dati di Tabella 1 e Tabella 2 (vedi), ovvero sulla base dei valori di trasporto solido ottenuti con simulazione in sede di "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda") più volte richiamato.

#### **4.6. Tavola 5 – Ubicazione delle stazioni di misura**

Nell'ambito del Programma di Tutela e Uso delle Acque (PTUA), approvato con Delibera di Giunta R.L. n. 2244 del 29 marzo 2006, Relazione Generale di Piano, è riportata la caratterizzazione idrologica del bacino idrografico del Serio, con ubicazione delle stazioni di misura delle portate e delle precipitazioni.

Nel territorio comunale di Casale Cremasco non sono ubicate stazioni di misura, tuttavia nell'ambito del PTUA sono stati stimati i valori di portata e precipitazione presso una sezione di calcolo posta lungo lo sviluppo del fiume Serio alle coordinate riportate in Tabella 5, elaborando le serie storiche di dati disponibili alle stazioni di misura presenti nel bacino idrografico:

Sezione	X	Y	Area [km <sup>2</sup> ]	Hmin [m s.l.m.]	H media [m s.l.m.]	Hmax [m s.l.m.]
Serio a Casale Cremasco	1.555.554	5.030.963	817	89	739	3043

**Tabella 5:** Coordinate Gauss-Boaga della sezione di calcolo a Casale Cremasco e principali caratteristiche geomorfologiche del bacino sotteso (da tabella 2.194, *Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia*).

Sono stati calcolati in particolare i valori di altezza di precipitazione media mensile (vedi Tabella 6), di portata media annua naturale e portata media annua antropizzata, nonché di portata media annua con procedure di elaborazione dei dati denominate “procedura AdB” e “procedura Poli98”, per la cui descrizione si rimanda al Capitolo 1 dell’Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia (vedi tabella 6).

Stazione	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Serio a Casale Cremasco	80	61	85	119	132	139	130	126	121	144	120	73

**Tabella 6:** Altezza di precipitazione areali media mensile integrate nel bacino del Serio presso la sezione di calcolo di Casale Cremasco (da tabella 2.199, Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia).

Bacino	A (km <sup>2</sup> )	Q <sub>AN</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>AA</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>AdB</sub> <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /s)	Q <sub>Poli98</sub> <sub>3</sub> (m <sup>3</sup> /s)
Serio a Casale Cremasco	817	32.53	18.85	36.85	33.98

**Tabella 7:** Portate medie annue naturali, antropizzate, calcolate con le procedura Poli03 e portate medie annue calcolate con le procedure AdB e Poli98 per i sottobacini del Serio (m<sup>3</sup>/s) (da tabella 2.219, Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia).

Nelle tabelle seguenti sono riportati inoltre i risultati dei calcoli per il bacino del Serio alla sezione di chiusura di Casale Cremasco relativi alle portate medie mensili naturali (Tabella 8), antropizzate (Tabella 9) ed alle portate mensili stimate con la “metodologia dell’Autorità di Bacino” (Tabella 10).

Bacino	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
Serio a Casale Cremasco	11.63	10.32	14.00	43.86	63.39	50.69	34.12	36.05	23.49	42.14	36.82	22.46	32.53

**Tabella 8:** Portate medie mensili naturali per il sottobacino del Serio a Casale Cremasco. (da tabella 2.221, Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia).

Bacino	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
Serio a Casale Cremasco	0.00	0.00	0.00	29.65	49.18	36.48	19.91	21.84	9.28	27.93	22.61	8.25	18.85

**Tabella 9:** Portate medie mensili antropizzate per il sottobacino del Serio a Casale Cremasco (m<sup>3</sup>/s) (da tabella 2.222, Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia).

Bacino	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	media annua
Serio a Casale Cremasco	24.66	27.02	28.99	41.57	44.33	45.11	38.43	34.89	36.85	40.00	47.08	32.92	36.85

**Tabella 10:** Portate medie mensili calcolate con la “*metodologia dell’Autorità di Bacino*” per il sottobacino del Serio a Casale Cremasco (m<sup>3</sup>/s) (da tabella 2.223, *Allegato II alla Relazione Generale di Piano del Programma di Tutela e Uso delle Acque Regione Lombardia*).

Nell’ambito del PTUA della R.L., viene considerato come indice di criticità circa la disponibilità di portate in alveo, il rapporto tra i valori di portata media mensili ed il valore medio della portata media annua naturale, laddove i rapporti *de quibus* assumano valori inferiori a 0.2 (criticità lieve) o a 0.1 (criticità grave). In corrispondenza della sezione di calcolo a Casale Cremasco, l’esame dei dati riportati nelle tabelle precedente, evidenzia l’assenza di suddette criticità.

L’ubicazione della sezione di calcolo considerata è riportata in Tavola 5 “Ubicazione delle stazioni di misura – scala 1:15000”.

#### **4.7. Tavola 6 – Opere di difesa idraulica e opere interferenti**

L’elaborato 6a riporta l’ubicazione delle opere di difesa idraulica esistenti (argini e difese laterali), e le opere interferenti con il corso d’acqua quali le derivazioni ad uso irriguo, le traverse fluviali e le opere di attraversamento (ponti e gasdotti) che interessano il territorio comunale.

Le opere mostrate nella Tavola 6a sono state riportate, suddivise per classe di appartenenza, anche negli elaborati 6b (traverse), 6c (ponti), 6d (derivazioni), 6e (argini) e 6f (difese laterali).

Per ogni opera è riportato un codice identificativo; in alcuni casi (traverse, argine e difese laterali) questo coincide con il codice identificativo assegnato all’opera nello “*Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda*”; in altri casi (derivazioni e ponti) il codice è stato assegnato ex-novo.

##### *4.7.1. Funzionalità del sistema difensivo – Argini*

La funzionalità degli *argini* in materiale sciolto è stata valutata considerando significativi i seguenti parametri:

- **Adeguatezza idraulica:** una struttura viene considerata adeguata se dotata di un franco idraulico residuo, misurato rispetto al livello della piena duecentennale:

- i) maggiore o uguale alla metà dell'altezza cinetica della corrente,
- ii) non inferiore a un metro.
- Adeguatezza strutturale e tipologica: una struttura arginale in materiale sciolto viene considerata adeguata se:
  - i) è dotata di un rapporto tra altezza dal piano campagna e impronta della fondazione minore o uguale a 1/4.5;
  - ii) se è dotata di protezione del piede e del petto lato fiume, quando localizzata in frodo al corso d'acqua o comunque all'interno della fascia A.
- Adeguatezza funzionale: una struttura viene considerata adeguata se:
  - i) l'andamento planoaltimetrico risulta compatibile con la direzione principale del flusso di corrente;
  - ii) nel caso di opere con presenza di protezione al piede, se le quote di fondo del thalweg risultano compatibili con le quote di fondazione delle protezioni.

Le valutazioni circa l'adeguatezza idraulica degli argini riportati in Tav. 6 e sono riportati nella tabella seguente (per un certo numero di opere non è stato possibile valutare l'adeguatezza idraulica, o perché non intersecate da alcuna sezione trasversale rilevata, o perché il profilo della sezione trasversale non presenta un ciglio evidente).

<b>Codice opera</b>	<b>Sponda</b>	<b>Sezione</b>	<b>Progressiva [km]</b>	<b>Livello Q<sub>200</sub> [m]</b>	<b>Quota ciglio [m]</b>	<b>Franco [m]</b>
SEAR0860	Sinistra					
SEAR0858	Destra	51	91.098	92.97	93.28	<b>0.31</b>
SEAR0403	Destra	51	91.098	92.97	93.97	1.00
		50	91.785	92.45	93.14	<b>0.69</b>
		49	92.133	92.08	92.68	<b>0.60</b>
		48	92.559	91.69	92.17	<b>0.48</b>
		047_2	92.903	91.30	91.64	<b>0.34</b>
		047_1	93.340	90.72	91.34	<b>0.62</b>
		47	93.552	90.40	90.99	<b>0.59</b>
SEAR0406	Sinistra	047_2	92.903	91.30	91.90	<b>0.60</b>
SEAR0401	Destra	046_1	93.963	89.15		
		46	94.047	89.40	89.68	<b>0.28</b>
SEAR0374	Sinistra	46	94.047	89.40		
		045_2	94.189	88.48		
SEAR0399	Destra	045_1	94.781	87.91		
		45	94.943	86.78		

**Tabella 11:** Confronto tra quota del ciglio e livello della superficie libera per piena duecentennale, per le opere di tipo argine. (da tabella 3.1.1 dell'Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda"*)

In base alle valutazioni condotte, l'unica opera di cui si possa affermare l'adeguatezza idraulica è quella codificata come SEAR0403 in sponda destra al km 91.098.

Per le opere insufficienti dal punto di vista idraulico, è stato stimato il tempo di ritorno dell'insufficienza. La seguente riporta il tempo di ritorno dell'insufficienza di ciascun argine, inteso come il minimo tra quelli calcolati nelle sezioni che intersecano l'opera.

<b>Codice opera</b>	<b>Sponda</b>	<b>Sezione</b>	<b>Progressiva</b>	<b>T<sub>rins</sub></b>
			<b>[km]</b>	<b>[anni]</b>
SEAR0858	Destra	51	91.098	20
SEAR0403	Destra	047 2	92.903	15
SEAR0406	Sinistra	047 2	92.903	50

**Tabella 12:** Tempo di ritorno T<sub>rins</sub> dell'insufficienza idraulica per le opere di tipo argine. (da tabella 3.1.2 dell'Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda"*)

Per quanto concerne l'adeguatezza tipologica delle opere di tipo argine, la seguente Tabella riporta le caratteristiche di riferimento per le opere. In conformità ai criteri di valutazione sopra introdotti, la tabella riporta un coefficiente K, definito come il rapporto tra altezza dal piano campagna e impronta della fondazione moltiplicato per 4.5. L'argine risulta adeguato quando tale rapporto è inferiore all'unità.

<b>Codice opera</b>	<b>Progressiva</b>	<b>K</b>	<b>Protezione al</b>	<b>Dissesto</b>
	<b>[km]</b>		<b>paramento</b>	<b>strutturale</b>
SEAR0860	88.709	1.69	Assente	Assente
SEAR0858	90.850	1.50	Assente	Assente
SEAR0403	92.349	1.17	Assente	Assente
SEAR0406	92.954	1.24	Assente	Assente
SEAR0401	94.240	1.42	Presente	Assente
SEAR0374	94.214	1.50	Assente	Assente
SEAR0399	94.765	1.88	Assente	Assente
SEAR0391	98.656	1.04	Assente	Assente

**Tabella 13:** Parametri che identificano l'adeguatezza tipologica e strutturale delle opere di tipo argine. (da tabella 3.1.3 dell'Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda"*)

Dall'esame della Tabella emerge che, per quanto gli argini del Serio non siano dissestati, la maggior parte di tali opere risulta inadeguata dal punto di vista tipologico. Dal punto di vista dell'adeguatezza funzionale, invece, le opere di tipo argine risultano sostanzialmente adeguate.

#### 4.7.2. Funzionalità del sistema difensivo – Tratti non arginati

I tratti non arginati in cui non è verificata l'adeguatezza tipologica sono riportati nella tabella seguente:

Sezioni	km	Sponda	Descrizione
47-46_2	93.6-93.8	Sinistra	Esterno curva non protetto
42_1	96	Sinistra	Allagamento appoggiato al rilevato della SP64

**Tabella 14:** Elenco dei tratti non arginati in cui non è verificata l'adeguatezza tipologica. (da tabella 3.2.3 dell'Attività 3.3.3.1. *Valutazione delle condizioni attuali del sistema difensivo - "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda"*)

#### 4.7.3. Funzionalità del sistema difensivo – Difese longitudinali

In merito alle difese longitudinali riportate in Tav. 6f, si ritiene verificata la stabilità di piede delle opere, con assenza di fenomeni di dissesto strutturale, sia generalizzato sia localizzato.

#### 4.8. Tavola 7 – Fasce PAI

L'elaborato riporta le Fasce del PAI relative al tratto di fiume Serio che interessa il territorio comunale. Le fasce fluviali sono state reperite consultando il Sistema Informativo Territoriale del sito dell'AdBPo.

#### 4.9. Tavola 8 – Aree allagate

Gli elaborati riportano le aree allagate relative alla piena ventennale (8a), duecentennale (8b) e cinquecentennale (8c). Nelle tre tavole è riportata anche l'ubicazione delle aree oggetto delle osservazioni in merito alla variante di adeguamento della carta degli ambiti agricoli.

I limiti delle aree allagate sono stati reperiti consultando lo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda".

Come richiesto nella pubblicazione della Regione Lombardia intitolata "Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio", si sono riportate le aree frequentemente inondabili (tempo di ritorno pari a 20 anni) e le aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali (tempi di ritorno pari a 200 e 500 anni).

**5. VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO NELLE AREE INTERNE AI CENTRI ABITATI ED A TERGO DEL LIMITE DI PROGETTO TRA LA FASCIA B E LA FASCIA C**

Nell'ambito di un precedente studio (*Studio per la valutazione del rischio idraulico del f. serio nelle aree a tergo del limite di progetto tra la fascia B e la fascia C del Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico secondo quanto stabilito nella Delibera della Giunta Regionale dell'11/12/2001 n° 7/7365*), redatto dallo scrivente al fine di definire le condizioni di rischio residuo a seguito di eventi di piena con tempo di ritorno assegnato nelle aree a tergo del limite di progetto tra la fascia B e la fascia C del Piano di Stralcio per l'Assetto Idrogeologico secondo quanto stabilito nella Delibera della Giunta Regionale dell'11/12/2001 n° 7/7365 di attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po in campo urbanistico, erano state individuate due zone con differenti gradi di **rischio idraulico**. In particolare, nell'elaborato tavola 7 era stata individuata la zona a **rischio molto elevato R4** (coincidente tutta la porzione di territorio di Vidolasco allagabile per la piena duecentennale) e la zona a **rischio elevato R3** (tutta l'area compresa tra il limite dell'allagamento per la piena duecentennale e il limite esterno della fascia C del PAI).

Ai sensi dell'allegato 4 dei "Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT", la valutazione di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche e delle proposte di uso del suolo nelle aree a rischio idraulico, deve comportare in particolare:

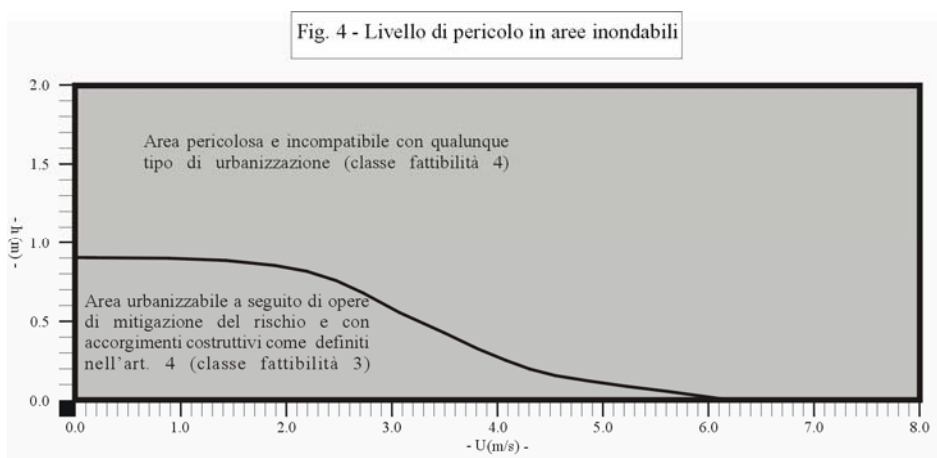
- 1) la valutazione delle condizioni di rischio nei territori della fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" ai sensi dell'art.31 comma 5, delle NdA del PAI;
- 2) la valutazione delle condizioni di rischio nei territori classificati come fascia A, e B ricadenti all'interno dei centri edificati, " ai sensi dell'art.39 comma 2, delle NdA del PAI;

Alla luce dei risultati dello "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio nel tratto da Parre alla confluenza in Adda" dell'AdBPO, si è pervenuti ad una nuova delimitazione delle aree allagate con tempo di ritorno  $T = 200$  anni (che, come illustrato al paragrafo successivo può inoltre costituire riferimento in merito alla valutazione di modifica alla fascia B del PAI.)



Quanto illustrato implica la revisione della delimitazione delle aree a rischio nei territori della fascia C, delimitati con segno grafico indicato come “limite di progetto tra la fascia B e la fascia C” ai sensi dell’art.31 comma 5, delle NdA del PAI, come prescritto dall’allegato 4 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05.

La ridelimitazione è stata condotta valutando il livello di rischio nelle aree esterne al limite B di progetto, sia all’interno sia all’esterno di centri edificati, in funzione delle combinazioni di velocità  $U$  della corrente (m/s) e tirante idraulico  $h$  (m) al margine (lato fiume) della zona di interesse, secondo il grafico riportato in Fig. 4 nell’allegato 4 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05 (vedi figura 3).



**Figura 3:** Livello di pericolo all’interno di aree inondabili in funzione del tirante  $h$  [m] e della velocità  $U$  [m/s] (Figura 4 Allegato 4 ai “Criteri attuativi della L.R. 12/05 – componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT”)

Nel caso specifico è possibile distinguere tra i seguenti due casi, in relazione al rapporto esistente tra limite B di progetto e limite delle aree inondabili per piena duecentennale:

- aree esterne al limite B di progetto ed esterne al limite delle aree allagate per piena duecentennale;
- aree esterne al limite B di progetto ed interne al limite delle aree allagate per piena duecentennale.

Le zone di cui al punto a) sono classificate come aree a livello di rischio R3 in funzione della combinazione  $(U \text{ [m/s]}, h \text{ [m]}) = (0,0)$ .

Le zone di cui al punto b) sono ubicate in corrispondenza della sezione di calcolo 52 dello “Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Adda nel tratto da Olginate alla confluenza in Po, del fiume Brembo nel tratto da Lenna alla confluenza in Adda e del fiume Serio

## **S.G.P.**

**SERVIZI DI GEO-INGEGNERIA E PROGETTAZIONE s.r.l.**

---

*nel tratto da Parre alla confluenza in Adda” dell’AdBPo.*

I valori del livello dell’acqua e della velocità della corrente sono stati ricavati dalla tabella 2 dell’Attività 3.1.2.2.. Prodotto 3.1.2.2./5 Elaborato 3.1.2.2./5/1R *Risultati di calcolo: inviluppi delle quote di pelo liquido e caratteristiche idrauliche della corrente per T=200 anni*, allegata allo studio suddetto, e sono pari rispettivamente a 94.14 m s.l.m e 0.62 m/s (valore di velocità media in golena sinistra). Si è quindi stimato il valore del tirante idraulico (risultato non superiore a 0.5 m) in funzione dell’altimetria della zona in esame,.

Facendo riferimento alla Fig. 4 dall’allegato 4 dei Criteri attuativi della L.R. 12/05, che illustra il livello di pericolo delle aree inondabili in funzione del tirante idrico e della velocità (vedi figura 3) le aree individuate di cui al punto b) (aree ubicate al di fuori del limite esterno di progetto della fascia B del PAI ma interne alle aree allagate per piena duecentennale secondo lo studio dell’AdBPo), possono essere classificate come aree a livello di rischio R3 in funzione del tirante (stimato non superiore a 0.5 m) e dalla velocità (0.6 m/s c.a.)

La mappatura delle zone a rischio conseguente alle valutazioni condotte è rappresentata in scala 1:5000 in Tavola 9.

**6. PROPOSTA DI MODIFICHE ALLA FASCIA B DEL PAI**

Dal confronto tra gli scenari rappresentati nelle Tavola 7 (Fasce PAI) e 8b (Aree allagate per la piena duecentennale) sono state formulate le considerazioni riportate nel seguito per quanto riguarda il limite esterno della Fascia B.

Si ricorda che l'area all'interno del limite esterno della fascia B è costituita, secondo quanto riportato all'art. 28 delle Norme di Attuazione del PAI, dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento (n.d.r. T = 200 anni): il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento, ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni.

In merito al segno denominato "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", con tale graficismo vengono indicate le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio (argini o altre opere di contenimento). Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del presente Piano per il tracciato di cui si tratta.

Dalla comparazione delle tavole indicate, seguendo lo sviluppo del fiume Serio da monte verso valle e riferendosi al limite esterno della fascia B e delle aree allagate per piena duecentennale, è possibile osservare quanto segue:

- il limite delle aree allagate per piena duecentennale, che nella zona nord del territorio comunale ricalca per un tratto di circa 450 m il limite esterno della fascia B, si discosta da questo appena a monte della sezione SE\_53, delimitando un'area caratterizzata rispetto alla fascia B da minore estensione trasversale alla direzione del moto, con riferimento sia ai fenomeni di esondazione diretta sia ai fenomeni di esondazione indiretta. Le differenze sono maggiormente sensibili in corrispondenza di Vidolasco, dove l'estensione trasversale dell'area allagata per piena duecentennale all'interno del territorio comunale differisce dall'ampiezza della fascia B per valori quantificabili in media in circa. 300 m, con un massimo di circa 380 m rispetto all'allagamento indiretto;
- più a sud di Vidolasco, in corrispondenza dell'area indicata sulle tavole come "Area 3", oggetto di osservazioni da parte della Provincia di Cremona in sede di esame della variante di adeguamento alla LR 12/2005 – carta degli ambiti agricoli, l'estensione delle aree allagabili

per piena duecentennale torna a coincidere con l'estensione della fascia B per effetto dei fenomeni di allagamento indiretto.

Ulteriori scostamenti, di minore ampiezza rispetto a quelli riportati sopra, tra l'andamento del limite esterno della fascia B e delle aree allagate per piena duecentennale si hanno:

- in corrispondenza di Casale Cremasco, per un tratto di lunghezza pari a circa 260 m appena a monte della sezione SE\_47, con limite della fascia B situato 40 m ca. più interno rispetto al limite delle aree allagate;
- in corrispondenza della sezione SE\_46 ed a monte della sezione SE\_45, ove il limite delle aree allagate si trova collocato di nuovo più esterno rispetto al limite esterno della fascia B.

Ai sensi del punto 5.2 dei “*Criteri attuativi l.r. 12/05 per il governo del territorio – Componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio*”, che rimanda all'art. 27 comma 3 delle N.d.A. del PAI, in fase di recepimento delle fasce fluviali nel P.G.T. non sono ammesse modifiche conseguenti a studi idrologico-idraulici di maggior dettaglio, tuttavia è possibile effettuare limitate modifiche ai limiti delle fasce A, B e C a condizione che:

- discendano unicamente da una valutazione di maggior dettaglio degli elementi morfologici del territorio, costituenti un rilevato idoneo a contenere la piena di riferimento;
- siano riferite ad elementi morfologici non rilevabili alla scala della cartografia del PAI;
- venga mantenuta l'unitarietà delle fasce, con particolare riguardo al loro andamento nell'attraversamento del confine amministrativo del territorio comunale.

In Tavola 10 (Proposta di modifica alla fascia B del PAI, scala 1:10000) è rappresentata la proposta di modifica al limite esterno della fascia B del PAI, delineata in funzione delle considerazioni svolte nel presente paragrafo.

**7. RAPPORTO TRA LE AREE OGGETTO DELLE OSSERVAZIONI E LE AREE ALLAGATE**

Le tavole 8a, 8b e 8c riportano, oltre alle aree allagate dalle tre piene di riferimento (20, 200 e 500 anni), anche l'ubicazione delle aree oggetto delle osservazioni formulate dalla Provincia di Cremona in merito alla variante di adeguamento della carta degli ambiti agricoli.

Consultando i tre elaborati si può affermare che tutte e cinque le aree oggetto di osservazioni risultano essere esterne sia alle aree frequentemente inondabili (tempo di ritorno pari a 20 anni) sia alle aree allagate in occasione di eventi meteorici eccezionali (tempi di ritorno pari a 200 e 500 anni).

Pavia, novembre 2008



**Dott. Ing. Giuseppe Barbero**  
**Ord. Ingegneri Provincia di Pavia n. 1340**