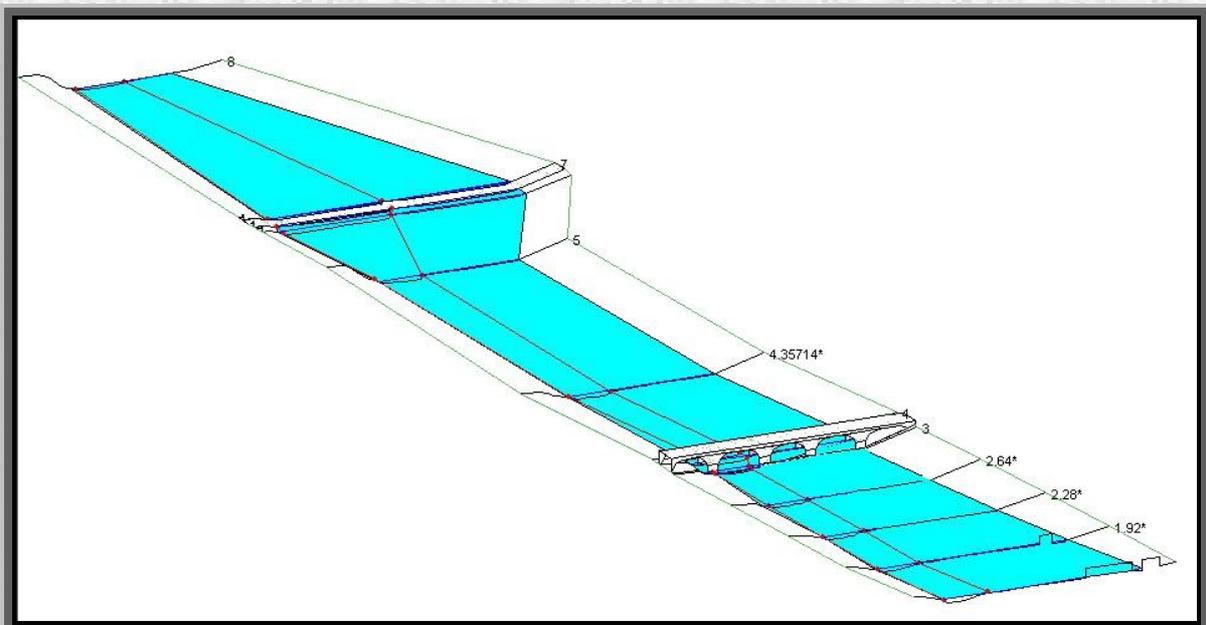


## **COMUNE DI TRIUGGIO**

**Via Vittorio Veneto 15  
20050 TRIUGGIO (Mi)**

### **STUDIO IDRAULICO PER TRACCIAMENTO FASCE FLUVIALI DEL F. LAMBRO E VALUTAZIONI CONDIZIONI DI RISCHIO ai sensi del D.G.R. n° 7/7365 - 11/12/2001 (Attuazione del P.A.I. in campo urbanistico)**



Lecco – Agosto 2003

## INDICE

<b>1. PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO (Legge n.183/99 e DGR n.717365)</b>	<b>4</b>
<b>3. TRACCIAMENTO DELLE FASCE FLUVIALI</b>	<b>5</b>
<b>4. VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO NEI TERRITORI SOTTESI DAL “LIMITE DI PROGETTO TRA FASCIA B E FASCIA C”</b>	<b>8</b>
<b>4.1 Esecuzione rilievo topografico integrativo</b>	<b>9</b>
<b>4.2 Metodo di calcolo dei livelli idrici (Modellazione in moto permanente)</b>	<b>10</b>
<b>4.3 Risultati del modello di calcolo</b>	<b>14</b>
<b>4.4 Determinazione del grado di rischio idraulico</b>	<b>17</b>
<b>5. INDIRIZZI ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA</b>	<b>22</b>

## Allegati

All. 1 - Schede capisaldi topografici

All. 2 – Tabulato dei profili di moto permanente da “Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta” - A. Paoletti - 1998

All. 3 – Modello di calcolo in moto permanente: grafici e tabelle

All. 4 - Documentazione fotografica

Tav. 1 – Tracciamento Fasce Fluviali e valutazione del rischio idraulico

Tav. 2 – Profilo longitudinale

Tav. 3 – Sezioni trasversali

## **1. PREMESSA**

Il presente studio idraulico, commissionato dall'Amministrazione Comunale di Triuggio nell'ambito della predisposizione dello Studio Geologico a supporto del P.R.G. redatto ai sensi della L.R. 41/97, ha lo scopo di adeguare lo strumento urbanistico comunale alla delimitazione e alle norme relative alle fasce fluviali contenute nel Piano di Assetto Idrogeologico del Fiume Po (P.A.I.).

Lo studio è stato redatto in conformità alla DGR n.7/7365 dell'11.02.2001 che fornisce indirizzi e disposizioni per l'applicazione in campo urbanistico del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, ed in conformità alle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I. medesimo.

Nella fattispecie, si è proceduto al tracciamento preliminare delle fasce fluviali del P.A.I. relative al F. Lambro e, successivamente, alla suddivisione del territorio in zone da assoggettare alle norme d'uso del suolo così come previsto nelle N.T.A. del P.A.I. secondo la classificazione delle fasce fluviali all'art.28 delle N.T.A. del P.A.I.

Tale classificazione individua la Fascia A come "fascia di deflusso della piena", la Fascia B come "fascia di esondazione della piena di riferimento ( $Tr = 200$  anni)" e la Fascia C come "area di esondazione della piena catastrofica ( $Tr = 500$  anni)". Sono infine indicate con apposito segno grafico denominato "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio; allorché dette opere saranno realizzate, i confini della fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita.

Poiché alcune porzioni del territorio comunale risultano essere classificate come "Fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati" o come zone della fascia C delimitati dal "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C", lo studio in oggetto include le risultanze di un'indagine idraulica di dettaglio effettuata dallo scrivente con la quale, applicando il "Metodo di Approfondimento" previsto dalla DGR n.7/7365, è stato possibile determinare le condizioni di rischio ed operare di conseguenza una precisa valutazione della compatibilità o incompatibilità all'urbanizzazione delle aree stesse. Infine vengono individuate misure preventive e/o mitigative da attuarsi nei confronti del rischio accertato.

La delimitazione delle aree soggette al rischio idraulico si traduce conseguentemente in classi di fattibilità geologica per le azioni di piano e come tale viene compreso e rappresentato nella carta della Fattibilità geologica redatta su base cartografica alla stessa scala dello strumento urbanistico (1:2.000) nell'ambito dello Studio Geologico ai sensi della L.R. 41/97.

A corredo della relazione tecnica vengono infine definite specifiche prescrizioni di fattibilità

per le trasformazioni d'uso del suolo nonché indicati i riferimenti normativi ai quali attenersi per definire la compatibilità o meno dei futuri interventi urbanistici generali e/o in variante di piano.

Il presente studio è stato quindi strutturato nel modo seguente:

1. Raccolta dati bibliografici relativi alle esondazioni storiche;
2. Tracciamento delle fasce fluviali del Piano di Assetto Idrogeologico lungo il corso del F. Lambro alla scala 1:2.000;
3. Verifica in situ del tracciamento effettuato alla scala cartografica di piano, finalizzata ad individuare elementi fisici di maggior dettaglio ai quali far coincidere i limiti delle fasce fluviali del Piano di Assetto Idrogeologico, secondo le condizioni previste dalla normativa;
4. Valutazione delle condizioni di rischio mediante studio idraulico eseguito in conformità con le indicazioni relative al "Metodo approfondito" previsto dalla DGR n.7/7365;
5. Attribuzione delle classi di fattibilità di piano effettuata in base alla pericolosità e/o vulnerabilità idraulica accertate per le aree, attraverso le quali vengono fornite indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio, alle prescrizioni degli interventi urbanistici ed a studi e/o indagini richiesti per eventuali approfondimenti.

Il tracciamento delle fasce fluviali e la definizione delle relative classi di rischio delle porzioni di territorio classificate come "Fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati" e come "limite di progetto tra la fascia B e la fascia C" sono state restituite in forma grafica nella Tav. 1 a scala 1:2.000.

Prima di procedere all'analisi delle varie fasi di lavoro, viene proposta una sintetica descrizione dei contenuti della nuova normativa vigente, che costituisce lo strumento di "pianificazione sovraordinata" cui riferirsi in fase di attuazione delle previsioni urbanistiche. Come anticipato, in Appendice al presente studio vengono integralmente riportati gli articoli di specifico interesse delle Norme Attuative del Piano di Assetto Idrogeologico.

## **2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO (LEGGE N.183/99 E DGR N.717365)**

Con la pubblicazione del DPCM n.183 del 24.05.2001 entra definitivamente in vigore, dispiegando integralmente i suoi effetti normativi, il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.).

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di *“Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativa, tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali con l'obiettivo di assicurare un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni alluvionali il ripristino, la riqualificazione e la tutela delle caratteristiche del territorio e della risorsa idrica, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni”*.

Nella fattispecie il P.A.I. è costituito da una cartografia riportante la delimitazione delle fasce di pertinenza fluviale che individua le aree soggette a differente grado di pericolosità idraulica, e dall'insieme di norme e vincoli specifici, di natura idraulica e idrogeologica che, in alcune aree, disciplinano l'utilizzo del territorio a scopo urbanistico, in altre, demandano ai Comuni approfondimenti per verificare la compatibilità delle previsioni di piano, nei confronti delle condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico delimitate nella cartografia del P.A.I. stesso.

Il Piano comprende inoltre i criteri generali per la progettazione e la gestione delle opere idrauliche e di sistemazione dei versanti, nonché i criteri per la gestione del reticolo idrografico artificiale in relazione a quello secondario.

L'approvazione di tale strumento di pianificazione determina pertanto la necessità di avviare procedure di adeguamento degli strumenti urbanistici. In tale ottica il recente DGR n.7/7365 dell'11.12.2001, ai sensi dell'art.17, comma 5, della legge n.183/89, fornisce disposizioni di carattere integrativo per l'applicazione del P.A.I. in campo urbanistico.

Queste ultime, hanno carattere immediatamente vincolante per quei Comuni nei cui territori ricadano le aree classificate come Fascia Fluviale A e B, stabilendo prescrizioni riguardo eventuali trasformazioni d'uso del territorio, in relazione agli obiettivi di sicurezza idraulica.

Pertanto le Amministrazioni Comunali hanno l'obbligo di adeguare gli strumenti di piano entro i tempi dettati dalla normativa, adoperandosi nel tracciare le Fasce Fluviali alla scala dello strumento urbanistico comunale con modalità e procedure contenute nella normativa citata, nel recepire nelle Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G. quelle dettate dal P.A.I., nonché nel modificare le previsioni urbanistiche in contrasto con la delimitazione delle Fasce Fluviali e con le relative Norme di Attuazione.

Per quanto concerne gli aspetti più di dettaglio relativi al recepimento delle norme del Piano di Assetto Idrogeologico, in sede di adeguamento dello strumento urbanistico i Comuni interessati da una classificazione delle aree definita come “limite di progetto tra la Fascia B e

la Fascia C”, sono inoltre tenuti a valutare le condizioni di rischio idraulico, ai sensi dell’art.31, comma 5 e Norme di Attuazione, secondo le direttive e specifiche descritte più compiutamente nel seguito.

Il medesimo articolo stabilisce inoltre che, nei territori della Fascia C, i Comuni hanno facoltà di definire le norme d’uso del suolo in sede di variante di adeguamento o successivamente, stabilendo attività consentite, limiti e divieti tramite gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

Sempre i Comuni, d’intesa con la competente autorità regionale e provinciale in materia urbanistica, analogamente a quanto sopra, dovranno procedere laddove necessario a modificare lo strumento urbanistico con lo scopo di minimizzare le condizioni di rischio idraulico per le aree classificate come Fascia A e B ricadenti all’interno dei centri edificati (art.39, comma 2 delle N.T.A).

### **3. TRACCIAMENTO DELLE FASCE FLUVIALI**

Per il tracciamento delle fasce fluviali alla scala dello strumento urbanistico sono state adottate le metodologie e le prescrizioni indicate dalla vigente normativa di attuazione degli strumenti di pianificazione sovraordinata in campo urbanistico (P.A.I.), nella fattispecie la D.G.R. n.7/7365.

Per conseguire un risultato quanto più affidabile possibile, si è proceduto alla validazione in sito del lavoro svolto per una valutazione di dettaglio degli elementi topografici e morfologici del territorio, in quanto detti elementi non sono sempre rilevabili alla scala cartografica 1:10.000 del P.A.I..

L’elaborato cartografico di riferimento è tratto da “Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (P.A.I.), nel caso specifico dalla “Tavola di delimitazione delle fasce fluviali” B5c3 - Seregno (LAMBRO 16) alla scala 1:10.000.

Il tracciamento delle fasce fluviali è stato riportato su base informatizzata vettoriale e georeferenziata alla scala 1:2.000, il che ha permesso una verifica di notevole dettaglio dell’andamento delle fasce fluviali con gli elementi territoriali e morfologici propri del territorio in oggetto, questi ultimi individuati graficamente da un andamento delle isoipse (curve di ugual quota altimetrica) aventi equidistanza di 2 m.

Detta base cartografica consente inoltre un agevole aggiornamento in futuro di eventuali variazioni e/o integrazioni del Piano di Assetto Idrogeologico.

Il tracciamento delle fasce fluviali è stato condotto considerando i seguenti indirizzi, prescrizioni e accorgimenti indicati nel P.A.I.:

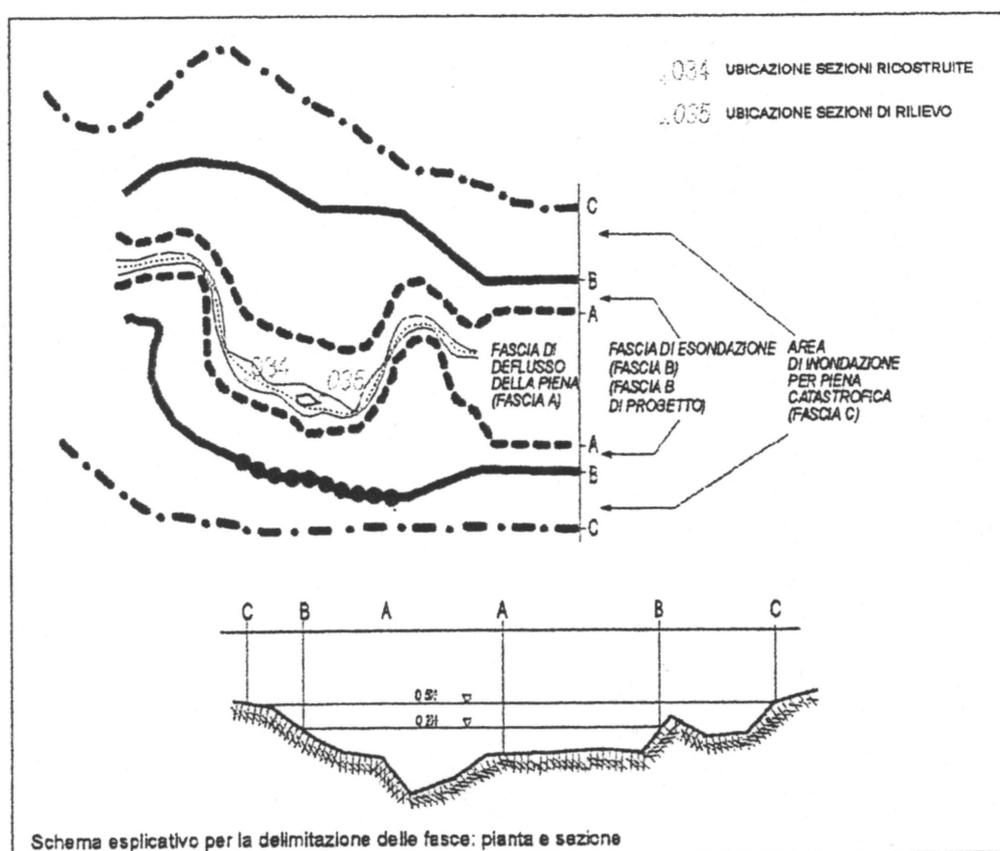
1. il limite cui tener conto per il tracciamento delle fasce fluviali sulla cartografia dello strumento urbanistico è costituito dal bordo interno del graficismo, come indicato nella

legenda delle Tavole di delimitazione delle fasce fluviali;

- nel caso in cui la Fascia A e la Fascia B coincidano, viene indicato il graficismo corrispondente al limite della Fascia B.

Secondo la classificazione delle fasce fluviali all'art. 28 delle N.T.A. del P.A.I., la Fascia A viene indicata come "fascia di deflusso della piena", la Fascia B come "fascia di esondazione della piena di riferimento ( $Tr = 200$  anni)" e la Fascia C come "area di esondazione della piena catastrofica ( $Tr = 500$  anni)".

Nella figura di seguito riportata, tratta dalla legenda della "Tavola di delimitazione delle fasce fluviali", viene illustrata graficamente detta suddivisione.



Poiché una delle maggiori difficoltà nel tracciamento delle fasce fluviali riguarda la trasposizione dei graficisms da una scala 1:10.000 di modesta definizione, a quella dettagliata 1:2.000 dello strumento urbanistico, al fine di ovviare agli errori e semplificazioni insite nell'operazione, si è fatto espresso riferimento alle indicazioni dell'art. 27 comma 3 delle Norme Attuative del P.A.I..

L'articolo prevede che "gli strumenti di pianificazione provinciali e comunali possano far coincidere i limiti delle Fasce A, B, C con elementi fisici rilevabili alla scala di maggior

dettaglio della cartografia dei piani in parola, rispettandone comunque l'unitarietà.”

Le Norme di Attuazione precisano inoltre che sono consentite modifiche di modesta entità tali da soddisfare le seguenti condizioni:

- modifiche che discendano unicamente da una valutazione di maggior dettaglio degli elementi morfologici del territorio, costituenti un rilevato idoneo a contenere la piena di riferimento ( $Tr = 200$  anni); in tale ottica non sono pertanto ammesse modifiche derivanti da studi idrologico-idraulici di maggior dettaglio;
- modifiche riferite alla individuazione di elementi morfologici non apprezzabili alla scala cartografica del P.A.I.; è pertanto implicito che se un elemento morfologico e le relative quote sono correttamente rilevabili dalla cartografia del P.A.I. la modifica della Fascia non è consentita;
- modifiche che mantengano l'unitarietà delle Fasce, con riguardo particolare al loro andamento nell'ambito dei confini amministrativi comunali.

Fatte salve le prescrizioni elencate, per il tracciamento delle Fasce Fluviali si è inoltre fatto riferimento ai dati bibliografici relativi alle esondazioni storiche (in particolare agli eventi del 1993 e del 2002) per i quali si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nello Studio Geologico, e specificatamente alle quote idrometriche della piena di riferimento con  $Tr = 200$  anni così come derivate dalla modellazione in moto permanente condotta nell'ambito dell'applicazione del “Metodo Approfondito” per la zonazione del rischio idraulico descritta nei paragrafi successivi.

Infine, la delimitazione delle fasce proposta nella Tav. 1 è stata ulteriormente validata dai sopralluoghi lungo il corso d'acqua.

#### **4. VALUTAZIONE DELLE CONDIZIONI DI RISCHIO IDRAULICO NEI TERRITORI SOTTESI DAL "LIMITE DI PROGETTO TRA FASCIA B E FASCIA C"**

Le aree inondabili lungo il reticolo idrografico principale vengono individuate applicando il "Metodo di delimitazione delle fasce fluviali" (allegato 3 al Titolo II delle Norme di Attuazione del P.A.I.).

La delimitazione proposta non solo inquadra lo stato di fatto ma, conseguentemente, definisce la localizzazione delle opere idrauliche da realizzarsi o di adeguamento delle esistenti, per controllare le piene fluviali, ad esempio laddove abitati, infrastrutture e attività esistenti sono soggette a rischio idraulico nei confronti della piena di riferimento.

In questo specifico caso la delimitazione delle Fasce Fluviali viene indicata dal graficismo del cosiddetto "limite di progetto tra Fascia B e Fascia C".

E' implicito che in tali territori assuma particolare importanza accertare le condizioni di rischio idraulico in quanto, sino al completamento delle opere previste, essi permangono in condizioni di maggiore pericolosità rispetto a quelle relative all'assetto definitivo.

Come anticipato, ai sensi dell'art.31 comma 5 delle NTA del PAI, i Comuni entro i quali sussiste una classificazione delle aree definita come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", in sede di adeguamento dello strumento urbanistico sono tenuti a valutare le condizioni di rischio. Tale valutazione deve essere effettuata anche per le aree classificate come Fascia A e B ricadenti all'interno dei centri edificati.

La valutazione delle condizioni di rischio per le aree esondabili è stata condotta mediante l'applicazione del "Metodo di approfondimento", come indicato dall'Allegato 3 della D.G.R. n.7/7365 dell'11 dicembre 2001; tale metodologia di analisi rappresenta il livello di maggior approfondimento per l'individuazione delle condizioni di rischio nelle aree esondabili dalla piena di riferimento in fase di adeguamento dello strumento urbanistico al Piano di Assetto Idrogeologico.

Il "Metodo di approfondimento" stabilisce gli "indirizzi per 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, nonché nei territori classificati come "Fascia A e B ricadenti all'interno dei centri abitati", e conduce ad un'effettiva valutazione del rischio idraulico in quanto permette di individuare le aree esondabili in funzione delle portate e dei relativi livelli della piena di riferimento, stabilendo di conseguenza differenti classi di rischio (cfr. art.7 delle N.T.A.).

Pertanto è possibile fornire indicazioni circa eventuali accorgimenti mitigativi da intraprendersi per evitare il danneggiamento dei beni, per cui i Comuni potranno definire gli usi compatibili con le condizioni di pericolosità accertate.

L' applicazione del "Metodo di approfondimento" si è sviluppata secondo i seguenti passaggi:

- realizzazione di un nuovo rilievo topografico per la verifica delle sezioni utilizzate per il tracciamento delle fasce (“Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta” - A. Paoletti - 1998), in parte ribattute avendo cura di collegarsi alla stessa rete di capisaldi, ed il raffittimento delle sezioni stesse per conseguire un maggior grado di dettaglio per le modellazioni idrauliche da effettuare;
- modellazione in moto permanente utilizzando le portate di riferimento del “Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta” e secondo le metodologie di calcolo della citata Direttiva «Verifica di compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico in fascia A e B»;
- confronto dei livelli di piena ottenuti con la morfologia del territorio e tracciamento delle aree esondabili dalla piena di riferimento;
- confronto critico fra la delimitazione delle aree ottenute con le informazioni disponibili relative a eventi di piena precedenti e con le informazioni di carattere geomorfologico desumibili dall’analisi del territorio;
- suddivisione in zone da assoggettare a differenti norme di uso del suolo in funzione dei diversi livelli di rischio individuati all’interno delle aree esondabili come sopra determinate per la cui quantificazione si è fatto riferimento alle quattro classi definite nel PAI.

#### **4.1 ESECUZIONE RILIEVO TOPOGRAFICO INTEGRATIVO**

Per il tratto di F. Lambro in oggetto la documentazione ufficiale di riferimento utilizzata per il tracciamento delle Fasce Fluviali è rappresentata dal “Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta” (A. Paoletti - 1998), studio effettuato per approfondimenti e osservazioni al PAI.

Poiché la relativa documentazione messa a disposizione dell’ufficio regionale competente (Direzione Generale Territorio e Urbanistica della regione Lombardia, U.O. Difesa e valorizzazione del territorio, Struttura pianificazione di bacino) risultava incompleta, in quanto non corredata di tutti i tracciati delle sezioni topografiche, si è reso necessario procedere ad un rilievo topografico integrativo con il duplice scopo di verificare le sezioni disponibili ed infittirle dove le condizioni logistiche lo permettevano, ed inoltre battere integralmente delle nuove sezioni trasversali all’alveo nel tratto dove la documentazione era mancante.

Nella fattispecie sono risultate disponibili le sezioni topografiche comprese tra la 169 e la 194, mentre non è stato possibile disporre delle sezioni dalla 195 alla 201 corrispondenti al tratto di alveo del Lambro in loc. Canonica. In tale ambito è stato quindi eseguito il rilievo

topografico ex novo di 4 nuove sezioni.

Nei tratti in corrispondenza degli ambiti urbanizzati, dove le condizioni logistiche lo permettevano (accessibilità fisica ai luoghi e/o assenza di strutture in elevazione che chiudono il campo visivo), si è inoltre provveduto ad infittire le sezioni disponibili; sono state battute 2 nuove sezioni in loc. Ponte Albiate e 2 nuove sezioni in corrispondenza di via Viganò.

L'ubicazione di tutte le sezioni utilizzate per la verifica di compatibilità idraulica, distinte tra sezioni del "Progetto preliminare ..." riverificate e nuove sezioni, è riportata integralmente nella Tav. 1 in allegato.

Il rilievo topografico è stato effettuato con strumentazione elettro ottica di precisione (stazione totale Nikon DTM 800) e micropismi riflettenti montati su mire telescopiche (vedasi documentazione fotografica), collegandosi alla rete di capisaldi esistente con particolare riferimento ai due punti fissi localizzati in loc. Canonica e in loc. Via Viganò le cui schede sono riportate integralmente in allegato.

#### **4.2 METODO DI CALCOLO DEI LIVELLI IDRICI (MODELLAZIONE IN MOTO PERMANENTE)**

Nel presente paragrafo si illustrano i calcoli idraulici effettuati allo scopo di verificare il tracciamento delle aree soggette ad esondazione.

Per il calcolo del profilo longitudinale del pelo libero si è fatto riferimento al modello di moto permanente. E' opportuno osservare che la simulazione del moto permanente in alvei naturali è inevitabilmente soggetta ad approssimazioni, a causa sia della complessità geometrica dell'alveo, sia dei diversi meccanismi dissipativi dell'energia della corrente provocati dalla resistenza delle pareti e della forma del letto. Tuttavia è bene sottolineare che la consolidata teoria analitica dell'idraulica delle correnti a pelo libero consente di ottenere adeguate simulazioni del moto. Nel presente caso tuttavia la determinazione delle portate compatibili con le sezioni di monte e la vasta documentazione in merito alle aree storicamente inondate consentono di assumere i risultati ottenuti come sufficientemente rappresentativi della realtà. Pertanto, sulla base della planimetria e delle sezioni trasversali rilevate, si è proceduto alla determinazione delle diverse grandezze idrauliche della corrente e del profilo del pelo libero che si instaura in condizioni di moto permanente lungo i tratti analizzati nell'ipotesi di flusso monodimensionale.

La procedura di calcolo, di seguito descritta, è stata condotta con l'ausilio di calcolatore , mediante l'uso del programma "Hec-Ras" appositamente sviluppato per le applicazioni in

alvei naturali dall'Hydrologic Engineering Center statunitense. Il modello è in grado di fornire valutazioni attendibili dei profili di pelo libero che si instaurano nel tratto esaminato quando si ha il deflusso delle piene.

#### 4.2.1 CALCOLO DEI PROFILI DI MOTO PERMANENTE

Nelle correnti a superficie libera la condizione di moto uniforme non sempre si verifica, ma è più frequente il regime di moto permanente in cui la linea piezometrica (coincidente con la superficie libera) si avvicina o si allontana alla linea dei carichi totali a seconda che si abbia una corrente accelerata o ritardata.

Per il calcolo delle correnti a superficie libera, sovente si ricorre all'approssimazione del moto rigorosamente uniforme, per cui valgono le seguenti relazioni:

la formula di Chèzy:

$$Q = C * A \sqrt{Ri}$$

dove:

Q = portata;

C = coefficiente di resistenza al moto;

A = area della sezione bagnata

R = raggio idraulico

i = pendenza locale dell'alveo

Per la valutazione di C è stata usata la formula di Manning:

$$C = \frac{1}{n} R^{1/6}$$

dove n è il coefficiente di scabrezza rappresentativo delle caratteristiche medie dell'intero contorno bagnato, lungo i tratti analizzati. Il valore di n è stato assunto pari a 0,025 per le superfici rivestite in calcestruzzo, pari a 0,030 per le superfici naturali nell'alveo di magra e pari a 0.035 nelle aree golenali.

Per quanto riguarda la pendenza locale "i" essa è stata calcolata per ogni sezione come la pendenza media tra la sezione precedente e quella successiva alla sezione considerata. Per la sezione estrema di monte, è stata considerata la pendenza del tratto a valle fino alla sezione successiva; per quella di valle, la pendenza è quella del tratto a monte della sezione

precedente a quella terminale.

Dallo studio della funzione che rappresenta l'energia specifica  $h_e$  di una corrente gradualmente variata in una generica sezione in funzione dell'altezza (Y+Z):

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

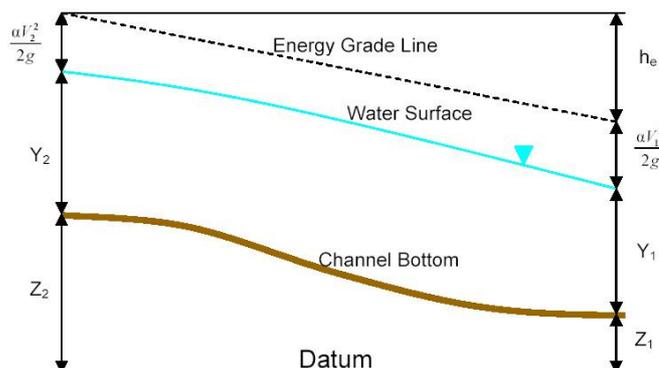
dove:

Y = altezza del pelo libero nella sezione

Z = quota della sezione (s.l.m.)

V = velocità della corrente

$\alpha$  = coefficiente di Coriolis



si può riconoscere che esiste un valore  $k$  (cosiddetto critico) dell'altezza in corrispondenza del quale l'energia specifica  $h_e$  ha un valore minimo, ovvero il moto avviene con il minimo impiego di energia a parità di portata. Tale condizione viene denominata *stato critico* per la corrente e si verifica per il valore di altezza per cui risulta:

$$\frac{A^3}{B} = \alpha \frac{Q^2}{g}$$

dove:

A = area sezione liquida

B = larghezza del pelo libero

g = accelerazione di gravità

L'equazione sopra riportata può essere espressa anche attraverso il numero di Froude:

$$F^2 = \frac{Q^2 B}{g A^3} = 1$$

che da modo di calcolare l'altezza critica  $k$ :

$$k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g B^2}}$$

Per quanto sopra, si possono definire come correnti veloci quelle con altezza minore di quella critica e numero di Froude maggiore di 1, e correnti lente quelle con altezza maggiore di quella critica e numero di Froude minore di 1.

Il calcolo procede verso monte se la corrente è lenta, verso valle se è veloce. Il passaggio dalla condizione di corrente lenta alla condizione di corrente veloce nel senso del moto avviene in modo continuo passando per la condizione critica.

Il passaggio inverso si manifesta attraverso la localizzazione automatica del risalto idraulico con conseguente calcolo delle altezze coniugate.

E' inoltre da osservare che, essendo le sezioni rilevate irregolarmente distribuite lungo l'alveo, con distanze reciproche spesso rilevanti, nel processo di integrazione numerica è necessario adottare passi  $\Delta x$  di integrazione più piccoli della lunghezza dei tronchi individuati tra le sezioni considerate. Nel programma di calcolo adottato vengono pertanto generate automaticamente ad ogni  $\Delta x$  delle nuove sezioni "fittizie" con caratteristiche geometriche ed idrauliche interpolate linearmente.

I profili di pelo libero e le corrispondenti grandezze geometriche ed idrauliche della corrente sono riportati negli allegati al testo.

#### **4.2.2 DATI DI IMPUT**

##### ***Valori di portata***

Il valore della portata di riferimento utilizzato nelle verifiche idrauliche si riferisce a quello derivato dalla Relazione idraulica del "Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta" (A. Paoletti – 1998); il calcolo dei livelli del Lambro è stato effettuato nell'ambito del Piano di Bacino "Progetto Lambro" del 1986 partendo da un'analisi statistica sulle misure delle precipitazioni, passando poi all'individuazione delle piene transitive nei vari tratti d'alveo per un assegnato tempo di ritorno tramite modello di trasformazione afflussi-deflussi.

In corrispondenza di ogni sezione, in Hec-Ras sono quindi stati introdotti i valori di portata riferita ad un tempo di ritorno di 200 anni.

Le quote idrometriche della piena di riferimento, calcolate nel suddetto studio e utilizzate per il tracciamento delle fasce fluviali, sono indicate nell'Allegato 2 contestualmente alle relative sezioni d'alveo e progressive; per sintesi le progressive intermedie alle varie sezioni di deflusso non sono state riportate.

### ***Caratteristiche Geometriche e Idrauliche delle Sezioni Trasversali***

Le sezioni trasversali considerate (sezioni da Progetto Sistemazione fiume Lambro a monte di Villasanta e sezioni realizzate per il presente studio) sono state inserite nel modello di calcolo previa verifica/confronto con le indicazioni derivate dall'aerofotogrammetrico comunale.

Secondo le impostazioni preliminari adottate, nell'elaborazione eseguita dal modello di calcolo vengono generate una serie di sezioni trasversali intermedie rispetto alle principali "di ingresso". Tutte le sezioni intermedie sono state quindi successivamente rielaborate inserendo puntualmente tutti gli elementi morfologici/antropologici caratteristici (edifici, muri arginali ecc.) così come derivate dalla cartografia ufficiale e dai rilievi appositamente condotti in sito.

### ***Condizioni al contorno***

Essendo in condizione di corrente lenta e dovendo pertanto imporre una condizione al contorno di valle, si è scelto di inserire nel programma di calcolo una sezione rettangolare posta 500 m a valle della sezione terminale. In corrispondenza di tale sezione, è stato imposto sia il passaggio attraverso lo stato critico, sia la condizione di moto uniforme; procedendo con il calcolo del pelo libero, in corrispondenza della sezione terminale si è giunti al medesimo tirante idrico, conferma che l'effetto della condizione al contorno è ininfluente in corrispondenza della sezione terminale.

I tratti studiati sono caratterizzati da alcuni manufatti (ponti e traverse) che interferiscono con il libero deflusso della corrente. Tali manufatti sono stati rilevati ed analizzati singolarmente al fine di definire il regime idraulico.

Per i manufatti che risultano sormontati si è calcolato separatamente il deflusso in alveo con le equazioni che governano le luci a battente ed il deflusso sopra l'impalcato con le equazioni relative agli stramazzi a larga soglia.

### **4.3 RISULTATI DEL MODELLO DI CALCOLO**

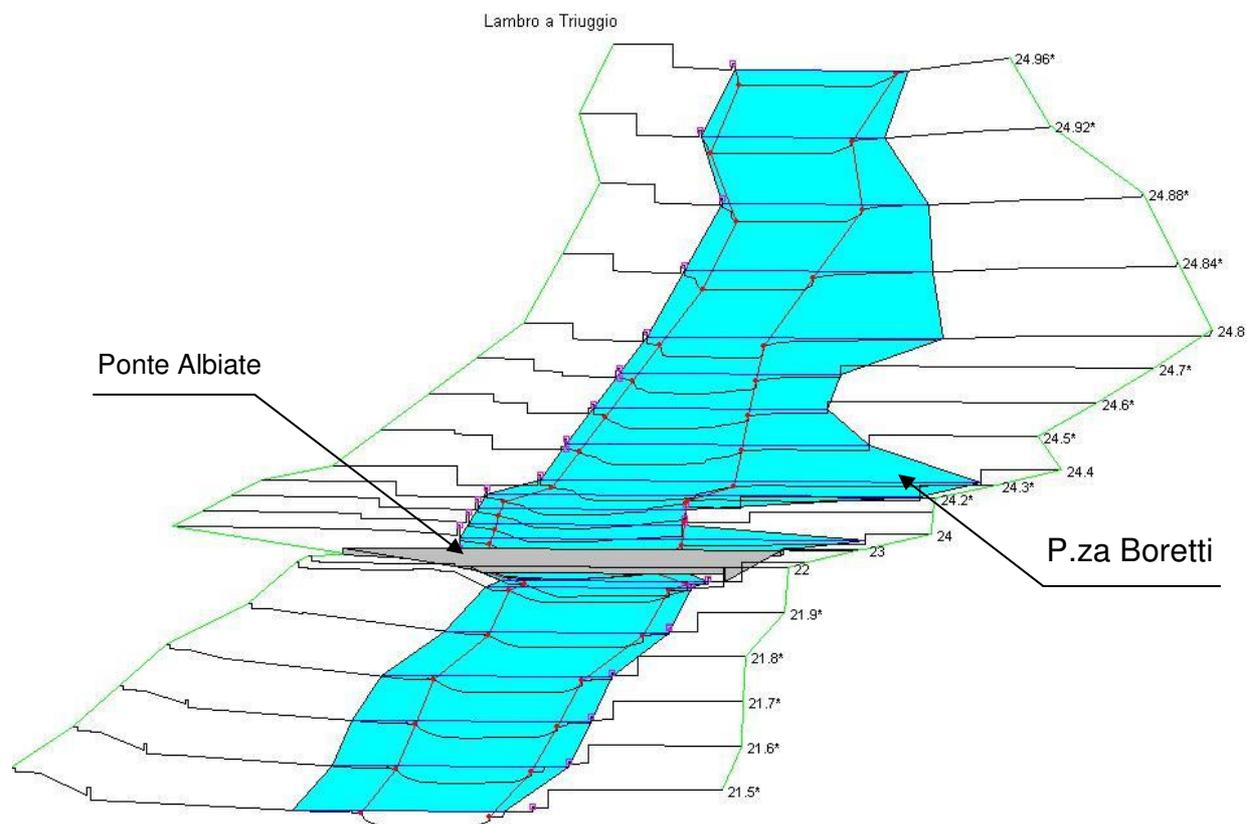
L'uso del software Hec-Ras 3.1 per il calcolo del moto permanente permette la restituzione dei risultati in forma tabulare e in forma grafica. A seguito della routine di calcolo, il programma restituisce sia le sezioni trasversali rilevate sia le sezioni trasversali interpolate, il profilo, le tabelle di dettaglio con le informazioni di input e di output delle singole sezioni, la tabella coi valori riassuntivi di tutte le sezioni.

Considerate le finalità del nostro studio, di seguito si riporta l'elenco degli allegati ricavati

dall'elaborazione sopra descritta:

- profilo longitudinale - Tav. 1: l'intero tratto del fiume Lambro è stato rappresentato mediante il profilo longitudinale, sulla quale, oltre ad essere riportati la linea dell'energia, l'altezza critica e il profilo di moto permanente, si osserva l'ubicazione dei ponti e delle soglie. Anche in questo caso per motivi di rappresentazione le scale delle ascisse differiscono da quelle delle ordinate. Le progressive partono dalle sezioni di monte verso valle.
- sezioni trasversali – Tav.2 : delle numerose sezioni trasversali utilizzate per il modello, si è scelto di restituire tutte le sezioni rilevate nel 2003 per il presente progetto (sez. A-B-C-D-E-F-G-H) e le sezioni più significative rilevate per lo studio redatto dal prof. Paoletti per il “Progetto preliminare di sistemazione del F. Lambro a monte di Villasanta” (Sez. 171-174-175-193). Sulle sezioni è riportata la linea dell'energia, l'altezza critica e il profilo di moto permanente. Per motivi di rappresentazione le scale delle ascisse differiscono da quelle delle ordinate
- Grafico “Portate nelle sezioni”: il grafico riporta i valori di portata (sia totale sia distinta tra alveo e golene) in relazione alle singole sezioni. Si osserva l'effetto dell'apporto del torrente Brovada in corrispondenza della sezione 171. A differenza del profilo longitudinale, nei grafici le progressive partono dalle sezioni di valle verso quella di monte.
- Grafico “Velocità di deflusso della corrente”: di notevole importanza, questo grafico permette di valutare la velocità della corrente distinta per il tratto centrale e per la golena destra e sinistra. Il dato, in relazione al tirante, è determinante al fine della valutazione del rischio
- Grafico “Tirante nella sezione”: come espresso sopra, la valutazione del rischio è correlata sia alla velocità di deflusso sia al tirante. Questo grafico indica l'altezza media dell'acqua nell'alveo e nelle due golene destra e sinistra.
- Grafico “Area di deflusso”: il grafico evidenzia l'area di deflusso sia per l'alveo, sia per le golene destra e sinistra.
- Tabella di output riassuntiva: di notevole importanza, la tabella riporta i dati di input e di output essenziali per ogni sezione. Si precisa che le sezioni con riferimento numerico (es. sez. 170) sono quelle rilevate per lo studio Paoletti, mentre le sezioni con riferimento alfabetico (es. Sez. B) sono state rilevate per il presente studio; le sezioni con \* sono quelle ottenute mediante procedimento di interpolazione. Per ogni sezione è stato riportato il valore di portata di ingresso, la progressiva (da monte verso valle) la quota di fondo alveo, il livello idrico, il tirante, l'altezza critica, la linea dell'energia e la sua pendenza, la velocità di deflusso della corrente, l'area sella sezione di deflusso, la larghezza, il numero di Froude e il tipo di corrente.

Nelle potenzialità del programma, vi è la possibilità di una restituzione tridimensionale dell'elaborazione. Di seguito si riporta un estratto esemplificativo di tale rappresentazione in corrispondenza della loc. Ponte Albiate (in azzurro le porzioni di territorio raggiunte dalla piena di riferimento).



#### **4.4 DETERMINAZIONE DEL GRADO DI RISCHIO IDRAULICO**

All'interno delle aree esondabili, per le quali lo studio condotto consente di discriminare puntualmente i livelli idrici e la velocità dei flussi raggiungibili dalla piena di riferimento, si procede quindi ad una suddivisione in zone da assoggettare a differenti norme di uso del suolo in funzione dei diversi livelli di rischio.

Per la quantificazione del grado di rischio si è fatto riferimento alle quattro classi definite dall'art. 7 delle NTA del PAI:

- **moderato (R1)** per il quale sono possibili danni sociali ed economici marginali;
- **medio (R2)** per il quale sono possibili danni minori agli, edifici e alle infrastrutture che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e lo svolgimento delle attività socio-economiche;
- **elevato (R3)** per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi e l'interruzione delle attività socio-economiche, danni al patrimonio culturale;
- **molto elevato (R4)** per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture, danni al patrimonio culturale.

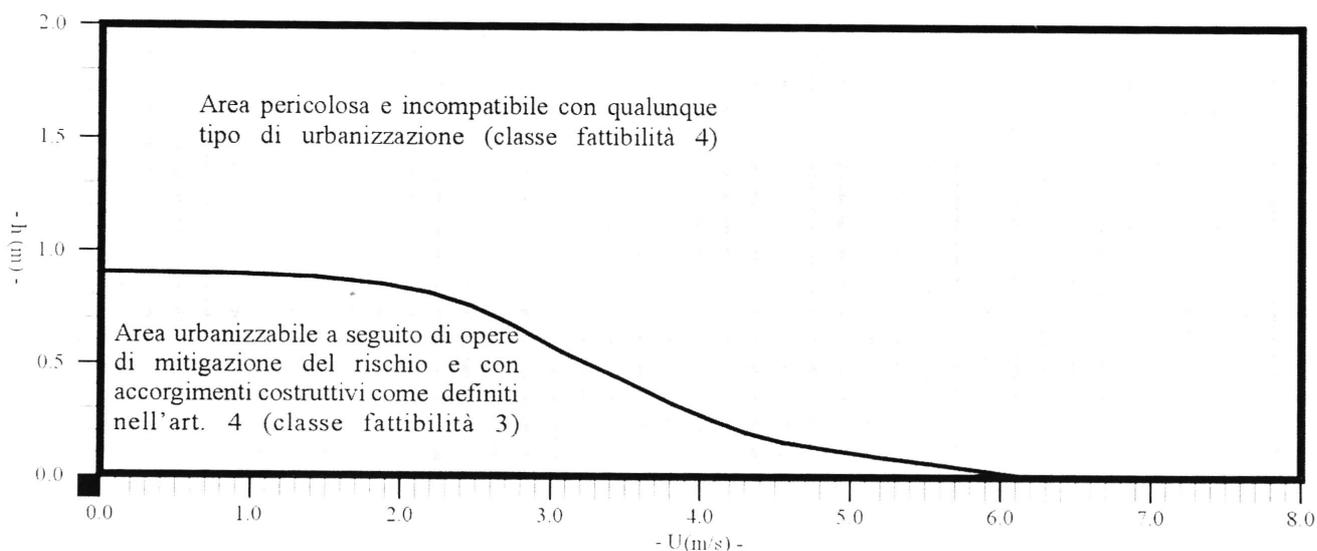
Secondo le indicazioni riportate la quantificazione del rischio deve essere effettuata essenzialmente sulla base dei seguenti parametri:

- probabilità di esondazione;
- livelli idrici;
- velocità di scorrimento;
- analisi delle tipologie insediative attuali e di quelle previste dallo strumento urbanistico;

Poichè l'approfondimento dello studio lo consente, per la quantificazione del grado di rischio è stato utilizzato il grafico contenuto all'allegato 3 della nuova Direttiva Regionale in attuazione dell'art. 3 della L.R. 41/97 approvata con D.G.R. n. 7/6654 del 29 ottobre 2001 e riportato nella figura seguente, che fornisce le condizioni di rischio in funzione del tirante idrico,  $h$  (m), e della velocità della corrente,  $U$  (m/s), al margine (lato fiume) della zona di interesse.

Il calcolo idraulico effettuato consente di differenziare il valore della velocità nelle diverse porzioni delle sezioni in corrispondenza delle quali si verifica l'esondazione, specificatamente in corrispondenza del tratto centrale del canale e in corrispondenza delle golene destra e sinistra (vedasi grafico allegato a fine testo).

Pertanto il grafico è stato letto in funzione della velocità media che i flussi idrici raggiungono in corrispondenza delle golene in sponda idrografica sinistra relativi al territorio comunale di Triuggio.



In tale grafico sono individuate 2 condizioni a differente livello di pericolosità:

- area pericolosa e incompatibile con qualunque tipo di infrastruttura di urbanizzazione (edifici, industrie depositi, parcheggi, ecc.), che si ritiene possa essere assimilabile alla classe di rischio R4;
- area urbanizzabile con accorgimenti costruttivi che impediscano danni a beni e strutture e/o che consentano la facile e immediata evacuazione dell'area inondabile da parte di persone e beni mobili, assimilabile alla classe di rischio R3.

La delimitazione delle aree a diverso grado di rischio è riportata in Tav. 1 sulla base cartografica dello strumento urbanistico comunale a scala 1:2.000.

Di seguito si descrivono puntualmente le risultanze oggettive dello studio idraulico effettuato e le valutazioni qualitative tramite le quali si è pervenuti al tracciamento delle Fasce Fluviali e alla delimitazione delle zone di rischio idraulico in corrispondenza dei settori del territorio interessati dal verificarsi di fenomeni di esondazione del F. Lambro.

#### ZONA A MONTE DI PONTE ALBIATE (P.za Boretti)

In questo settore, dopo aver attraversato un tratto vallivo profondamente inciso con alveo morfologicamente ben definito e delimitato, il F. Lambro entra nell'ambito urbanizzato del comune di Triuggio. In tale ambito il fiume riceve le acque dell'immissario T. Brovada la cui azione erosiva ha determinato l'incisione del versante arginale e la formazione del settore penepianeggiante localizzato nel fondovalle sul quale sorge la Fraz. Ponte.

In considerazione delle risultanze dello studio idraulico e delle informazioni relative ai fenomeni di esondazione verificatisi, in tale ambito la Fascia B e C sono state tracciate

comprendendo le aree esondabili. Nella fattispecie, mentre la Fascia A resta localizzata in corrispondenza dell'argine naturale, la Fascia B e C sono state arretrate sino a comprendere l'areale di P.za Boretti e gli edifici posti a ridosso di questa.

Per quanto concerne la zonazione del rischio idraulico sono state delimitate in classe R4 le zone nelle quali, pur non essendo caratterizzate da elevati valori di velocità della corrente, si registrano comunque livelli idrici potenziali superiore a 0.9 cm (max pari a 1.06 cm in corrispondenza del settore centrale della piazza).

Sono delimitate in classe R3 le porzioni di territorio che risultano inondabili dalla piena di riferimento in quanto, in considerazione dei significativi livelli idrici che possono verificarsi, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone ed in particolare l'agibilità degli edifici e lo svolgersi delle attività socio-economiche. Sono pertanto stati ricompresi in tale classe di rischio gli insediamenti presenti ai lati della piazza (già coinvolti negli episodi storici citati), compreso l'intero perimetro dell'edificio posto sul lato di monte in quanto le acque possono raggiungere anche i box condominiali localizzati nel settore retrostante la piazza.

Restano delimitati in classe R2 i restanti settori compresi sino al limite esterno della Fascia C che possono essere raggiunti direttamente o indirettamente (rigurgiti da tombini) da flussi idrici con tiranti e velocità tali comunque da non pregiudicare l'incolumità pubblica, l'agibilità degli edifici e lo svolgersi delle attività socio-economiche.

#### ZONA A VALLE DI PONTE ALBIATE (Via Viganò)

In tale ambito il fiume scorre delimitato da arginatura artificiale costituita da un muro posto sul ciglio dell'argine naturale e che decorre dal ponte sino alla fine della zona industriale.

In considerazione delle risultanze dello studio idraulico e delle informazioni relative ai fenomeni di esondazione verificatisi, in tale ambito la Fascia A resta localizzata in corrispondenza dell'argine naturale, mentre la Fascia B è stata tracciata comprendendo le aree esondabili dalla piena di riferimento comprendendo pertanto un settore immediatamente a valle del ponte dove risultano localizzati alcuni insediamenti abitativi (coinvolti nell'episodio del 1993) ed un settore in corrispondenza dell'area industriale.

Il limite esterno della fascia C decorre in corrispondenza di via Viganò la quale costituisce il limite morfologico dell'area golenale al piede del versante.

Per quanto concerne la zonazione del rischio idraulico sono state delimitate in classe R4 la zona corrispondente al tratto centrale del canale e ad un piazzale interno all'area industriale dove l'esondazione si verifica per superamento del muro arginale che in quel tratto risulta meno elevato; in tale ambito pur verificandosi valori ridotti della velocità della corrente, si registrano comunque livelli idrici potenziali superiori a 0.9 cm.

Sono delimitate in classe R3 le porzioni di territorio che risultano inondabili dalla piena di riferimento in quanto, in considerazione dei significativi livelli idrici che possono verificarsi, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone ed in particolare l'agibilità degli edifici e lo svolgersi delle attività socio-economiche. Sono pertanto stati ricompresi in tale classe di

rischio gli insediamenti abitativi presenti nel settore a valle del ponte ed una porzione dell'area industriale nelle immediate adiacenze al piazzale allagabile poichè in tale ambito possono risultare temporaneamente compromesse l'agibilità dei capannoni e conseguentemente l'attività economica che vi si svolge.

Restano delimitati in classe R2 i restanti settori compresi sino al limite esterno della Fascia C che possono essere raggiunti da flussi idrici con tiranti e velocità tali comunque da non pregiudicare l'incolumità pubblica, l'agibilità degli edifici e lo svolgersi delle attività socio-economiche.

Sempre lungo via Viganò, appena oltre l'area industriale, si individua un insediamento di civile abitazione posto lungo un tratto in cui il fiume è delimitato da argine naturale che, in corrispondenza della piena di riferimento, viene superato determinando l'esondazione con flussi idrici che arrivano a lambire l'edificio stesso.

In tale settore la Fascia A resta localizzata in corrispondenza dell'argine naturale e la Fascia B è stata tracciata comprendendo quindi tutto l'ambito potenzialmente coinvolgibile.

Il tirante idrico e la velocità che la corrente raggiunge in corrispondenza dell'area esondabile sono comunque tali da non pregiudicare l'incolumità delle persone e per i quali possono verificarsi solo danni minori agli edifici. Per tale ragione il rischio idraulico si configura come attribuibile alla classe R2

Rispetto alle considerazioni sopra espresse fa eccezione di un'area posta a lato dell'edificio dove sono localizzati dei box interrati; in relazione alla morfologia dei luoghi ed alla tipologia costruttiva dei locali autorimesse, qualora i flussi idrici raggiungessero il livello della rampa di ingresso si potrebbe verificare il completo allagamento dei box ed una situazione di rischio effettivo per l'incolumità delle persone. Pertanto tale settore è stato azionato in classe di rischio idraulico R4.

#### ZONA IN CORRISPONDENZA DI LOC. CANONICA

In tale ambito si individua un'ampia area golenale in sponda sinistra del Lambro che si sviluppa lungo un tratto che va dal ponte della ferrovia sino al ponte stradale della S.P. 173 al confine con il comune di Macherio. Nell'area risulta localizzato l'insediamento di C.na Molinaccio, un complesso di sette edifici a tergo dei quali scorre un canale derivatore che attinge le acque del Lambro in corrispondenza di una traversa (sez. 188 – 189) e che serviva al funzionamento di un mulino. Il canale, che normalmente si presenta asciutto, confluisce nuovamente nel Lambro tagliando la piana a valle di C.na Molinaccio.

In considerazione delle risultanze dello studio idraulico e delle informazioni relative ai fenomeni di esondazione verificatisi e dell'adattamento all'andamento morfologico di dettaglio dei luoghi, in tale ambito le fasce di esondazione sono state così tracciate:

- La Fascia A viene ampliata sino al margine del versante nel tratto a monte del ponte della ferrovia, resta quindi localizzata in corrispondenza dell'argine naturale nel tratto che va

dal ponte della ferrovia sino a valle di C.na Molinaccio, quindi si estende a comprendere il tratto terminale della piana dal settore in cui (a valle di C.na Molinaccio) la quota assoluta del piano campagna presenta un dislivello di circa 40 cm sino al ponte stradale; in quest'ultimo tratto la porzione di territorio compresa nella Fascia A si estende sino alla prima ripa a monte della piana in corrispondenza di due aree adibite a parcheggio.

- La Fascia B è stata tracciata comprendendo le aree esondabili dalla piena di riferimento che in tale ambito si estendono su tutta l'area golenale sino al suo limite di monte, al passaggio con il versante in zona ponte della ferrovia e quindi con settori topograficamente più elevati costituiti dalla massicciata stradale lungo via E. Filiberto ed il settore adibito a parcheggi.
- Il limite esterno della Fascia C è stato tracciato previo adattamento alla morfologia dei luoghi; il suo andamento si sviluppa quindi a ridosso del versante in zona ponte della ferrovia, in corrispondenza muraglione di contenimento dell'area a verde pubblico a valle del primo tratto di via E. Filiberto (in un punto in cui l'areofotogrammetrico comunale non visualizza correttamente l'assetto dei luoghi), ed infine in corrispondenza dell'edificio e del muro di confine di Villa Taverna a monte del tratto terminale di via E. Filiberto.

Per quanto concerne la zonazione del rischio idraulico sono state delimitate in classe R4 le zone nelle quali la modellazione idraulica individua livelli idrici potenziali superiore a 0.9 cm, settore che corrisponde alla zona compresa entro la Fascia A. In tutto il settore ricompreso in classe R4 la velocità della corrente in caso della piena di riferimento può raggiungere il valore di 1 m/s mentre i tiranti idrici restano sempre elevati, in più punti superiori al metro. Viene inoltre ricompreso in classe di rischio R4 il tratto del canale artificiale che scorre presso C.na Molinaccio. In tali ambiti si configura una situazione di rischio effettivo per l'incolumità delle persone.

Sono attribuite in classe R3 quasi tutte le porzioni di area golenale che risultano inondabili dalla piena di riferimento in considerazione dei significativi livelli idrici che possono verificarsi; pur non riscontrandosi valori elevati della velocità della corrente i tiranti idrici risultano quasi ovunque compresi tra 0.4 e 0.8 m sono quindi possibili problemi per l'incolumità delle persone danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture. Nello specifico risulta compreso in classe R3 tutto il comprensorio di C.na Molinaccio.

Restano delimitati in classe R2 i restanti settori compresi sino al limite esterno della Fascia C che possono essere raggiunti da flussi idrici con tiranti e velocità ridotti e tali comunque da non pregiudicare l'incolumità pubblica, l'agibilità degli edifici e lo svolgersi delle attività socio-economiche.

## **5. INDIRIZZI ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA**

Lo studio idraulico effettuato, sviluppato secondo gli indirizzi della DGR n. 7/7365, ha condotto alla delimitazione dei settori esondabili durante la piena di riferimento ed anche, previa ricostruzione della morfologia di dettaglio del territorio, alla definizione dei livelli idrici e della velocità della corrente raggiungibili durante tale evento.

Ciò ha consentito quindi di effettuare una zonazione del livello di rischio idraulico nelle aree effettivamente inondabili al fine di definire e/o adeguare la compatibilità degli interventi previsti e nei centri edificati esistenti.

I livelli di rischio sono stati definiti anche in base ad una stima dei danni sociali ed economici potenziali, in riferimento alle quattro classi definite dall'art. 7 delle NTA del P.A.I.

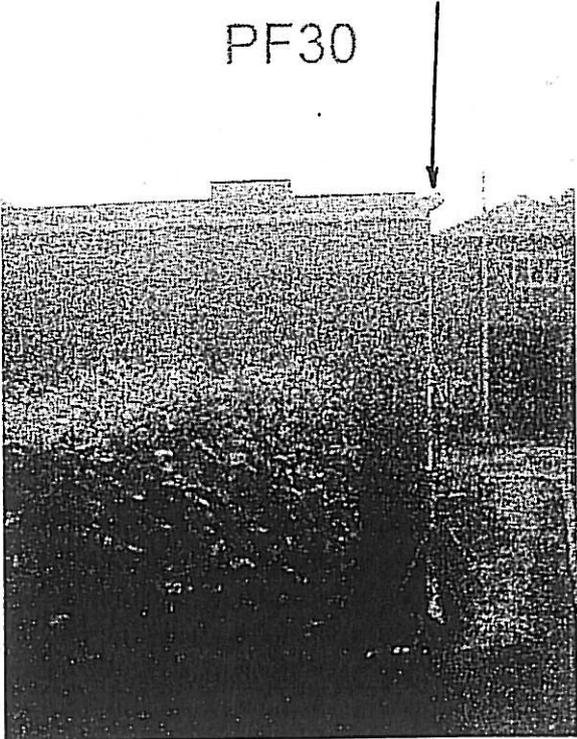
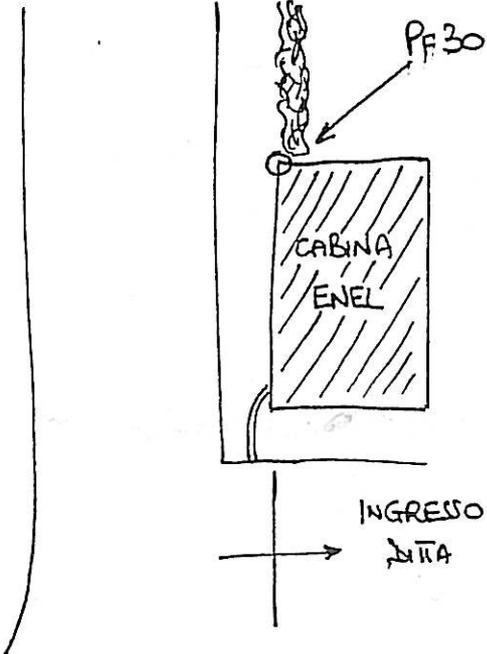
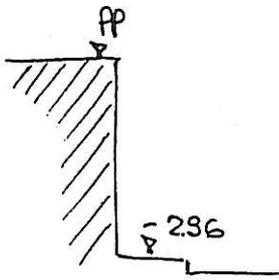
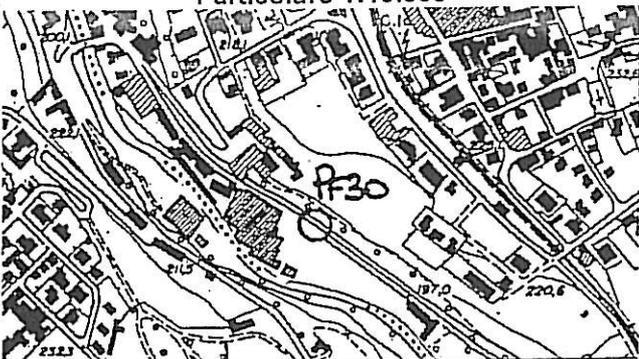
Per quanto concerne infine l'attribuzione delle aree a rischio idraulico in classi di fattibilità geologica si rimanda allo specifico paragrafo contenuto nella Relazione Geologica, come pure per le limitazioni e prescrizioni d'uso del suolo specificatamente dettate per le aree soggette ad esondazione.

Dott. Ing. VALERIA LOCATELLI

## **Allegato 1**

### **Schede capisaldi topografici**

# FOTOGRAMMETRICO COMUNE DI TRIUGGIO

COMUNE : TRIUGGIO		LOCALITA':	PUNTO N° : PF30
<p>Fotografia</p> <p>PF30</p> 		<p>Descrizione</p> <p>Spigolo copertura cabina e.n.e.l.</p>	
		Orientamento	
		Coordinate WGS84	
		$\lambda = 9^{\circ}15'48.5139612''E$ $\phi = 45^{\circ}39'31.3754544''N$	
		Coordinate Gauss-Boaga	
		E= 1520553.302      N= 5056183.669	
		Coordinate Rettilinee	
		E=      N=	
		Quota ortometrica	
		PP = 200.317      GPS Suolo = 197.358	
		LIV. GEOM.	
		PP (piano di paragone) Sommita' spigolo	
<p>Schizzo Monografico</p> 		<p>Eventuali sezioni</p> 	
		<p>Particolare 1:10.000</p> 	

## **Allegato 2**

**Tabulato dei profili di moto permanente da  
"Progetto preliminare di sistemazione del F.  
Lambro a monte di Villasanta"  
A. Paoletti - 1998**

TABULATI PROFILI DI MOTO PERMANENTE

“Progetto preliminare di sistemazione del E. Lambro a monte di Villasanta”

SEZIONE	PROG. (m)	Q. FONDO (m.s.l.m.)	LIVELLO (m.s.l.m.)	TIRANTE (m)	LARGH. SEZ (m)	AREA (m <sup>2</sup> )	PORTATA (mc/s)	VELOCITA' (m/s)
171	22966.4	195.33	199.07	3.74	28.65	84.30	147.22	1.75
172 M	22977.4	195.28	199.02	3.74	26.38	74.21	147.27	1.98
172 V	22992.4	195.28	198.34	3.06	23.65	55.74	147.3	2.67
173	22994.8	195.39	198.46	3.07	26.65	57.74	147.31	2.55
174	23254.7	193.68	197.70	4.02	17.54	47.73	148.23	3.11
175	23417.1	193.42	197.38	3.96	20.38	52.44	148.81	2.84
176	23737.8	193.07	196.65	3.58	24.59	58.33	149.95	2.57
177 M	23895.6	193.62	196.42	2.80	28.23	61.37	150.52	2.45
178	23903.3	193.47	194.70	1.23	22.91	24.83	150.54	6.06
179 M	23984.8	192.73	195.16	2.43	15.48	32.99	150.83	4.57
180	23990.1	192.67	194.28	1.61	15.49	22.73	150.85	6.64
181	24133.4	191.79	195.46	3.67	30.91	87.61	151.36	1.73
182 M	24367.6	191.59	195.34	3.75	32.8	98.49	152.20	1.55
183	24375.5	191.25	193.69	2.44	26.56	56.97	152.23	2.53
184	24405.6	190.71	193.69	2.98	26.10	60.15	152.33	2.46
185	24599.8	189.6	192.60	3.0	33.87	47.23	153.02	3.24
186	24872.0	188.64	191.08	2.44	21.58	37.36	153.99	4.12
187	24953.8	188.6	190.53	1.93	25.04	39.31	154.28	3.92
188 M	25046.3	188.3	191.21	2.91	58.28	136.99	154.61	1.13
189	25058.6	187.63	191.24	3.61	55.22	185.53	154.66	0.83
190	25099.8	186.68	190.95	4.27	27.11	72.39	154.80	2.14
191 M	25234.1	186.35	191.01	4.66	38.85	108.61	155.28	1.43
192	25248.2	186.55	190.77	4.22	35.44	91.56	155.31	1.70
193	25367.5	185.66	190.59	4.93	22.89	74.36	155.72	2.09
194	25370.7	185.62	190.62	5.0	28.19	84.14	155.73	1.85
195	25479.3	186.0	190.54	4.54	23.14	78.45	156.1	1.99
196 M	25706.8	185.52	190.69	5.17	57.36	272.47	156.5	0.57
197	25716.2	184.96	190.69	5.73	47.92	258.08	156.51	0.61
198	25743.3	184.18	190.65	6.47	29.08	153.88	156.56	1.02
199 M	25817.5	185.25	190.57	5.32	19.04	96.15	156.69	1.63
200	25828.5	185.18	186.72	1.54	18.51	25.82	156.70	6.07
201	26.062.7	184.42	186.62	2.20	23.66	42.05	168.81	4.01

dove:

PROG.: Distanza progressiva tra le sezioni (uscita da Lago di Pusiano = 0.00)

Q. FONDO: Quota del fondo alveo

LIVELLO: Quota del pelo libero

TIRANTE: Differenza tra q. del pelo libero e q. del fondo alveo

LARGH. SEZ: Larghezza della sezione alla q. del pelo libero

AREA: Area bagnata della sezione

PORTATA: Portata transitante nella sezione

VELOCITA': Velocità media nella sezione

## **Allegato 3**

# **Modello di calcolo in moto permanente: grafici e tabelle**

Verifiche con tempo di ritorno = 200 anni

Sez. rilievo	Sez. HecRas	Progres. (m)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Quota fondo alveo (m s.l.m.)	Livello idrico (m s.l.m.)	Tirante (m)	Altezza critica (m s.l.m.)	Linea energia (m s.l.m.)	Pen. linea energia (m/m)	Vel sx (m/s)	Vel alveo (m/s)	Vel dx (m/s)	Area (m <sup>2</sup> )	Larghezza (m)	Froude	Tipo
169	26	0	139	196.76	198.55	1.79	198.55	199.38	0.009176		4.02		34.59	21.23	1.01	VELOCE
170	25	5	139	196.15	198.8	2.65	197.98	199.18	0.002289	0.2	2.7	0.05	51.47	21.57	0.56	LENTA
	24.96*	43.86	139	195.88	198.73	2.85	197.79	199.1	0.001858	0.49	2.68	0.65	52.64	21.4	0.52	LENTA
	24.92*	82.72	139	195.61	198.66	3.05	197.61	199.03	0.001691	0.56	2.69	0.91	53.61	22.6	0.5	LENTA
	24.88*	121.58	139	195.34	198.59	3.25	197.43	198.96	0.001617	0.61	2.74	1.05	54.59	25.52	0.49	LENTA
	24.84*	160.44	139	195.06	198.51	3.45	197.28	198.9	0.001629	0.64	2.83	1.13	55.97	30.61	0.49	LENTA
A	24.8	199.3	139	194.79	198.47	3.68	197.18	198.83	0.001812	0.78	2.77	1.01	59.76	36.69	0.47	LENTA
	24.7*	220.3	139	194.77	198.51	3.74	197.08	198.8	0.00134	0.85	2.46	1.16	62.87	27.32	0.42	LENTA
	24.6*	241.3	139	194.75	198.53	3.78	197.07	198.77	0.001085	0.92	2.23	0.98	67.91	28.93	0.39	LENTA
	24.5*	262.3	139	194.73	198.56	3.83	197.09	198.75	0.000938	0.73	2.02	0.85	77.79	37.37	0.36	LENTA
B	24.4	283.3	139	194.71	198.61	3.9	197.09	198.73	0.000678	0.84	1.69	0.48	96.6	54.45	0.31	LENTA
	24.3*	291.8	139	194.88	198.6	3.72	197.17	198.73	0.000693	0.85	1.69	0.8	96.42	53.34	0.31	LENTA
	24.2*	300.3	139	195.03	198.5	3.47	197.2	198.72	0.001149		2.09	0.84	67.83	25.7	0.4	LENTA
	24.1*	308.8	139	195.18	198.49	3.31	197.24	198.71	0.001096		2.12	0.79	67.29	26.36	0.4	LENTA
171	24	317.3	147.22	195.33	198.57	3.24	197.31	198.7	0.000775	1.11	1.76	0.91	93.84	50.01	0.33	LENTA
172	23	330.8	147.27	195.28	198.32	3.04	197.52	198.69	0.002042	1.19	2.72	1.66	56.52	25.42	0.53	LENTA
173	22.5		Bridge			0										
	22	331.3	147.27	195.39	198.21	2.82	197.54	198.65	0.002708	1.12	2.97	0.96	51.4	25.27	0.61	LENTA
	21.9*	357.3	147.27	195.26	198.14	2.88	197.43	198.58	0.002606	1.07	2.97	0.82	52.15	27.74	0.6	LENTA
	21.8*	383.3	147.27	195.12	198.06	2.94	197.32	198.52	0.002586	1.01	3.01	0.75	51.8	28.39	0.59	LENTA
	21.7*	409.3	147.27	194.96	197.98	3.02	197.23	198.45	0.002635	0.79	3.08	0.68	51.01	29.41	0.6	LENTA
	21.6*	435.3	147.27	194.79	197.87	3.08	197.13	198.38	0.002759	0.62	3.17	0.6	49.35	29.29	0.61	LENTA
	21.5*	461.3	147.27	194.62	197.78	3.16	197.05	198.31	0.002834	1.1	3.24	0.55	47.98	25.86	0.62	LENTA
	21.4*	487.3	147.27	194.43	197.68	3.25	196.98	198.23	0.002915	1.65	3.31	0.48	46.67	25.97	0.62	LENTA
	21.3*	513.3	147.27	194.24	197.56	3.32	196.9	198.15	0.003144	1.78	3.43	0.44	44.48	24.24	0.64	LENTA
	21.2*	539.3	147.27	194.05	197.43	3.38	196.9	198.07	0.00347	1.94	3.58	0.49	42.37	17.23	0.67	LENTA
	21.1*	565.3	147.27	193.87	197.22	3.35	196.74	197.97	0.004257	1.68	3.88	0.14	39.36	15.84	0.73	LENTA
174	21	591.3	148.23	193.68	196.9	3.22	196.69	197.84	0.005808	2.4	4.34		35.12	14.31	0.84	LENTA
	20.8*	623.9	148.23	193.71	197.71	4	196.46	197.81	0.000405	0.95	1.59	0.18	117.85	62.46	0.28	LENTA
	20.6*	656.5	148.23	193.73	197.12	3.39	196.53	197.78	0.003674	1.57	3.62		41.67	15.84	0.69	LENTA
	20.4*	689.1	148.23	193.71	196.98	3.27	196.43	197.65	0.003979	1.24	3.64		41.13	16.78	0.71	LENTA
	20.2*	721.7	148.23	193.58	196.79	3.21	197.51	197.51	0.004638	0.34	3.77		39.41	17.03	0.76	LENTA
175	20	754.3	148.81	193.45	196.43	2.98	196.26	197.33	0.006589		4.22		35.26	15.76	0.9	LENTA
	19.9*	774.9	148.81	193.47	196.7	3.23	197.24	197.24	0.003311		3.27		45.51	17.76	0.65	LENTA
	19.8*	795.5	148.81	193.47	196.8	3.33	197.19	197.19	0.002107	0.2	2.77		54.18	26.34	0.53	LENTA
	19.7*	816.1	148.81	193.17	196.86	3.69	197.15	197.15	0.001369	0.3	2.39	0.51	65.24	41.18	0.43	LENTA
C	19.6	836.7	148.81	192.87	196.91	4.04	197.13	197.13	0.00092	0.34	2.09	0.71	79.09	55.22	0.36	LENTA
	19.525*	853.2	148.81	192.79	196.91	4.12	197.11	197.11	0.000817	0.32	2.02	0.65	81.27	53	0.35	LENTA
	19.45*	869.7	148.81	192.72	196.91	4.19	197.1	197.1	0.000746	0.31	1.94	0.62	84.75	55.47	0.34	LENTA

Verifiche con tempo di ritorno = 200 anni

Sez. rilievo	Sez. HecRas	Progres. (m)	Q Total (m3/s)	Quota fondo alveo (m s.l.m.)	Livello idrico (m s.l.m.)	Tirante (m)	Altezza critica (m s.l.m.)	Linea energia (m s.l.m.)	Pen. linea energia (m/m)	Vel sx (m/s)	Vel alveo (m/s)	Vel dx (m/s)	Area (m2)	Larghezza (m)	Froude	Tipo
19.375*	886.2	148.81	148.81	192.64	196.92	4.28	197.09	0.000694	0.3	1.87	0.59	0.33	86.97	52.51	0.33	LENTA
D 19.3	902.7	148.81	148.81	192.56	196.92	4.36	197.08	0.000639	0.53	1.79	0.57	0.31	88.32	40.92	0.31	LENTA
19.25*	929.37	148.81	148.81	192.64	196.9	4.26	197.06	0.000675	0.75	1.82	0.5	0.32	91.27	46.84	0.32	LENTA
19.2*	956.04	148.81	148.81	192.73	196.83	4.1	197.04	0.0009	0.79	2.04	0.82	0.37	76.13	30.68	0.37	LENTA
19.15*	982.71	148.81	148.81	192.82	196.77	3.95	197.01	0.001088	0.61	2.2	0.65	0.4	72.67	33.11	0.4	LENTA
19.1*	1009.38	148.81	148.81	192.99	196.74	3.84	196.98	0.001171	0.56	2.24	0.65	0.41	78.99	56.21	0.41	LENTA
19.05*	1036.05	148.81	148.81	192.99	196.66	3.67	196.95	0.001497	0.61	2.46	0.84	0.46	69.63	45.51	0.46	LENTA
176 19	1062.72	149.95	149.95	193.07	196.57	3.5	196.9	0.001842	0.67	2.64	1.21	0.5	65.43	45.94	0.5	LENTA
18.75*	1102.22	149.95	149.95	193.21	196.48	3.27	196.83	0.001962	0.61	2.64	0.58	0.52	63.33	46.18	0.52	LENTA
18.5*	1141.72	149.95	149.95	193.35	196.39	3.04	196.75	0.002108	0.54	2.66	0.21	0.54	59.27	38.18	0.54	LENTA
18.25*	1181.22	149.95	149.95	193.48	196.3	2.82	196.66	0.002299	0.46	2.68		0.56	57.14	31.02	0.56	LENTA
177 18	1220.72	149.95	149.95	193.62	196.17	2.55	196.56	0.002727	0.28	2.77		0.6	54.33	27.43	0.6	LENTA
17.5			Inl Struct			0										
178 17	1228.22	150.54	150.54	193.47	196.17	2.7	196.48	0.001916	0.27	2.45		0.51	61.67	29.46	0.51	LENTA
16.5*	1268.22	150.54	150.54	193.1	195.97	2.87	196.39	0.002557		2.85		0.58	52.88	21.66	0.58	LENTA
179 16	1308.22	150.54	150.54	192.73	195.15	2.42	196.22	0.008796		4.57		1	32.95	15.5	1	CRITICO
15.5			Inl Struct			0										
180 15	1313.22	150.85	150.85	192.67	194.96	2.29	194.95	0.008727		4.5		1	33.51	16.25	1	CRITICO
14.8*	1341.22	150.85	150.85	192.49	194.47	1.98	194.69	0.012022		4.9		1.19	30.77	17.86	1.19	VELOCE
14.6*	1369.22	150.85	150.85	192.32	194.29	1.97	194.45	0.010882		4.62		1.15	32.66	19.95	1.15	VELOCE
14.4*	1397.22	150.85	150.85	192.14	194.11	1.97	194.24	0.010113		4.37		1.12	34.53	22.35	1.12	VELOCE
14.2*	1425.22	150.85	150.85	191.97	194.46	2.49	194.01	0.003617		3.03		0.69	49.79	25.68	0.69	LENTA
181 14	1453.22	151.36	151.36	191.79	194.54	2.75	194.85	0.002103	0.39	2.49	0.46	0.54	62.66	41.74	0.54	LENTA
13.0833*	1673.22	151.36	151.36	191.61	193.69	2.08	194.2	0.00442		3.18		0.76	47.64	26.52	0.76	LENTA
182 13	1693.22	151.36	151.36	191.59	193.4	1.81	194.09	0.006941		3.68		0.93	41.09	25.79	0.93	LENTA
12.5			Bridge			0										
183 12	1693.72	151.36	151.36	191.25	193.24	1.99	193.86	0.005845		3.51		0.86	43.14	25.4	0.86	LENTA
184 11	1723.72	152.33	152.33	190.71	193.12	2.41	192.84	0.004785	0.62	3.38		0.78	45.44	27.61	0.78	LENTA
10.75*	1773.72	152.33	152.33	190.52	193.27	2.75	192.65	0.002137	1.24	2.45		0.54	68.12	40.08	0.54	LENTA
10.5*	1823.72	152.33	152.33	190.22	193.27	3.05	193.46	0.001504	1.39	2.06		0.46	80.04	41.37	0.46	LENTA
10.25*	1873.72	152.33	152.33	189.92	193.08	3.16	193.36	0.002593	0.7	2.43		0.58	72.69	73.8	0.58	LENTA
185 10	1923.72	153.02	153.02	189.6	192.76	3.16	193.2	0.004355		2.94		0.73	52.12	31.36	0.73	LENTA
9.75*	1994.97	153.02	153.02	189.36	192.45	3.09	192.9	0.00413		2.97		0.72	51.44	29.44	0.72	LENTA
9.5*	2066.22	153.02	153.02	189.12	192.13	3.01	192.61	0.004064		3.04		0.72	50.33	27.9	0.72	LENTA
9.25*	2137.47	153.02	153.02	188.88	191.4	2.52	192.21	0.008015		3.98		1	38.42	23.88	1	CRITICO
186 9	2208.72	153.02	153.02	188.64	191.36	2.72	191.56	0.002236	1.04	2.31		0.55	93.01	96.4	0.55	LENTA
8.75*	2236.72	153.02	153.02	188.63	191.26	2.63	191.49	0.002377	1.04	2.43	0.31	0.57	85.6	86.84	0.57	LENTA
8.5*	2264.72	153.02	153.02	188.62	191.14	2.52	191.43	0.002588	1.02	2.6	0.57	0.6	77.48	76.87	0.6	LENTA
8.25*	2292.72	153.02	153.02	188.61	190.99	2.38	191.35	0.002998	1	2.82	0.8	0.64	68.35	66.85	0.64	LENTA

Verifiche con tempo di ritorno = 200 anni

Sez. rilievo	Sez. HeCRas	Progres. (m)	Q Total (m3/s)	Quota fondo alveo (m s.l.m.)	Livello idrico (m s.l.m.)	Tirante (m)	Altezza critica (m s.l.m.)	Linea energia (m s.l.m.)	Pen. linea energia (m/m)	Vel sx (m/s)	Vel alveo (m/s)	Vel dx (m/s)	Area (m2)	Larghezza (m)	Froude	Tipo
187	8	2320.72	154.28	188.6	190.63	2.03	190.63	191.24	0.005532	1.03	3.54	1.11	49.62	48.4	0.86	LENTA
188	7	2420.72	154.28	188.3	190.31	2.01	189.57	190.37	0.000748	0.81	1.21	0.26	148.71	115.29	0.31	LENTA
	6.5		Inl Struct			0										LENTA
189	6	2429.72	154.28	187.63	190.31	2.68		190.34	0.000218	0.46	0.9	0.42	208.76	119.06	0.18	LENTA
190	5	2469.72	154.28	186.68	190.12	3.44		190.32	0.001483	0.93	2.23	0.68	90.13	67.05	0.44	LENTA
	4.35714*	2559.72	154.28	186.69	189.92	3.23		190.19	0.001646	0.79	2.45	0.58	81.87	70.75	0.48	LENTA
191	4	2609.72	155.3	186.35	189.91	3.56	188.91	190.12	0.001131	0.63	2.24	1.03	94.76	79.14	0.41	LENTA
	3.5		Bridge			0										VELOCE
192	3	2613.72	155.3	186.55	188.63	2.08	189.05	190.09	0.014454	1.02	5.37	0.68	29.25	19.71	1.33	VELOCE
	2.64*	2638.92	155.3	186.42	189.13	2.71	188.91	189.82	0.004673	0.83	3.71	0.58	45.33	41.36	0.8	LENTA
	2.28*	2664.12	155.3	186.28	188.82	2.54	188.82	189.67	0.006937	0.74	4.12	0.56	38.95	27.84	0.94	LENTA
	1.92*	2689.32	155.3	186.15	189.08	2.93	188.99	189.46	0.003036	0.9	2.94	0.56	71.44	86.66	0.63	LENTA
	1.56*	2714.52	155.3	185.96	188.89	2.93	188.89	189.38	0.004127	0.93	3.27	0.56	60.74	72.02	0.72	LENTA
193	1.2	2739.72	155.3	185.62	188.4	2.78	188.71	189.22	0.009557	1.06	4.21	0.35	47.33	77.84	1.05	VELOCE
	1.1		Bridge			0										VELOCE
194	1	2739.82	155.3	184.81	187.01	2.2	187.73	189.13	0.025969		6.45	1.72	24.06	16.75	1.72	VELOCE
	.8*	2769.82	155.73	184.95	187.58	2.63	188.09	188.67	0.010061	0.57	4.65	1.11	34.56	32.32	1.11	VELOCE
E	0.4	2829.82	155.73	185.24	188.24	3	187.69	188.35	0.001031	0.91	1.79	0.38	124.49	97.18	0.38	LENTA
	.375*	2855.97	155.73	185.28	188.17	2.89		188.32	0.001287	0.92	1.98	0.42	110	91.89	0.42	LENTA
	.35*	2882.12	155.73	185.15	188.09	2.94		188.28	0.001636	0.9	2.17	0.48	96.07	85.83	0.48	LENTA
	.325*	2908.27	155.73	185.1	187.98	2.88		188.23	0.00217	0.87	2.39	0.16	82.17	78.67	0.54	LENTA
F	0.3	2934.42	155.73	184.89	187.82	2.93		188.17	0.003131	0.73	2.67	0.34	67.98	73.61	0.63	LENTA
	.266666*	2984.42	155.73	184.53	187.88	3.35		188.07	0.001263	0.62	2.03	0.39	95.7	87.77	0.42	LENTA
	.233333*	3034.42	155.73	184.18	187.92	3.74		188.03	0.000604	0.61	1.6	0.46	128.1	93.86	0.3	LENTA
G	0.2	3084.42	155.73	183.82	187.95	4.13		188.01	0.000312	0.54	1.24	0.5	173.19	105.04	0.22	LENTA
H	0.1	3140.42	155.73	183.67	187.8	4.13		187.98	0.001027	0.7	2.12	0.85	104.65	74.75	0.36	LENTA
	0.04	3157.42	155.73	184	187.9	3.9		187.97	0.000381	0.47	1.41	0.52	175.01	134.85	0.25	LENTA
	0.03	3168.92	155.73	184.3	187.89	3.59	187.31	187.96	0.000539		1.54	0.65	165.65	140.49	0.29	LENTA
	0.025		Bridge			0										VELOCE
	0.02	3169.92	155.73	184	186.01	2.01	186.62	187.89	0.018274		6.08	0.12	25.62	14.61	1.46	VELOCE
	0.01	3196.42	155.73	183.9	187	3.1	186.26	187.35	0.002209	0.9	2.68	1.09	63.13	42	0.56	LENTA

\* Sezioni interpolate

Lambro a Triuggio Plan: Plan 01 28/07/03

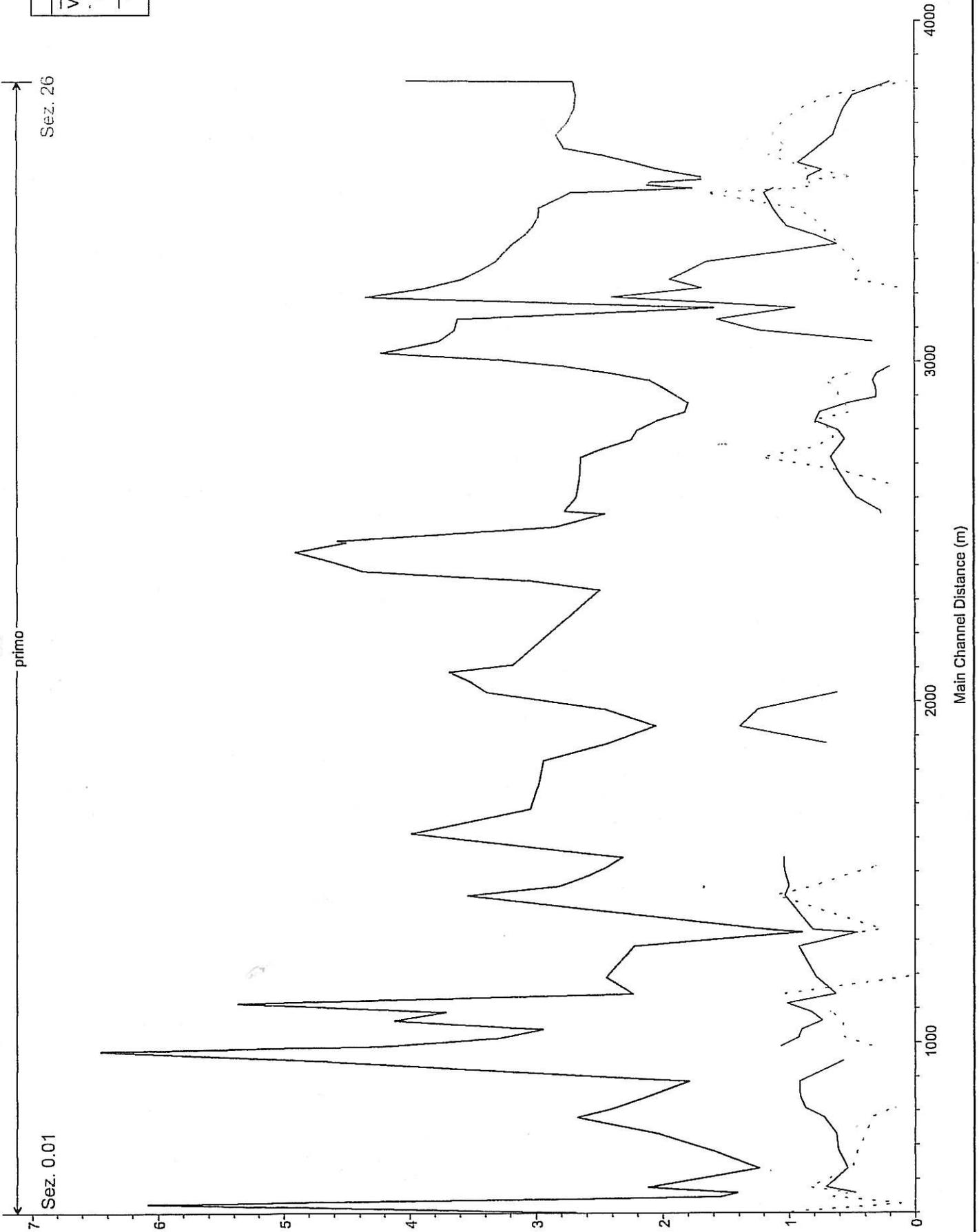
Sez. 26

Sez. 0.01

Legend

- Vel alveo Tr 200 anni
- Vel dx Tr 200 anni
- Vel sx Tr 200 anni

Vel Left (m/s), Vel Chnl (m/s), Vel Right (m/s)



4000

3000

2000

1000

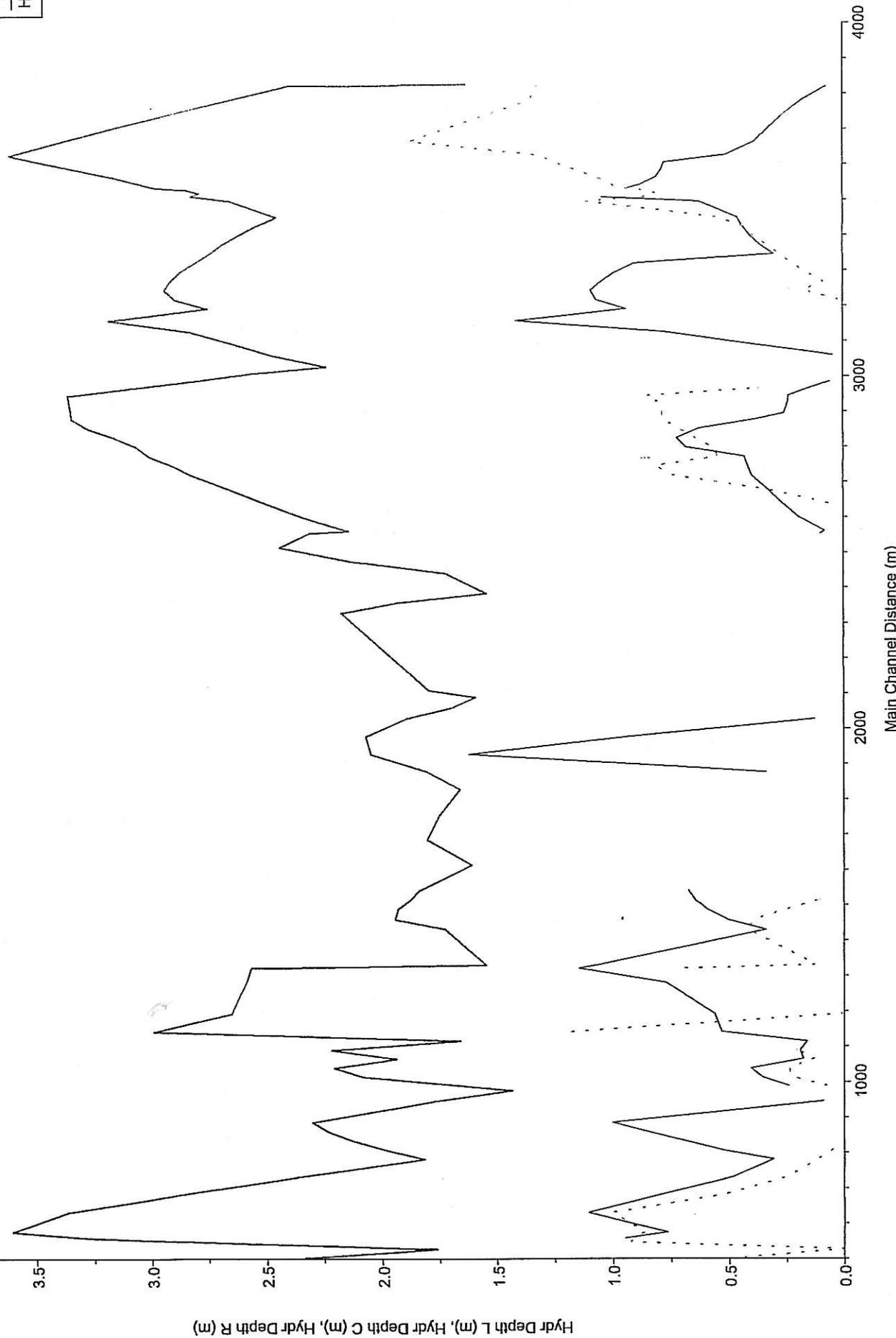
0

Main Channel Distance (m)

Lambro a Triuggio Plan: Plan 01 28/07/03

4.0 ← Sez. 0.01 → primo → Sez. 26 →

Legend	
—	Hydr Depth C 200 anni
- - -	Hydr Depth R 200 anni
—	Hydr Depth L 200 anni



Hydr Depth L (m), Hydr Depth C (m), Hydr Depth R (m)

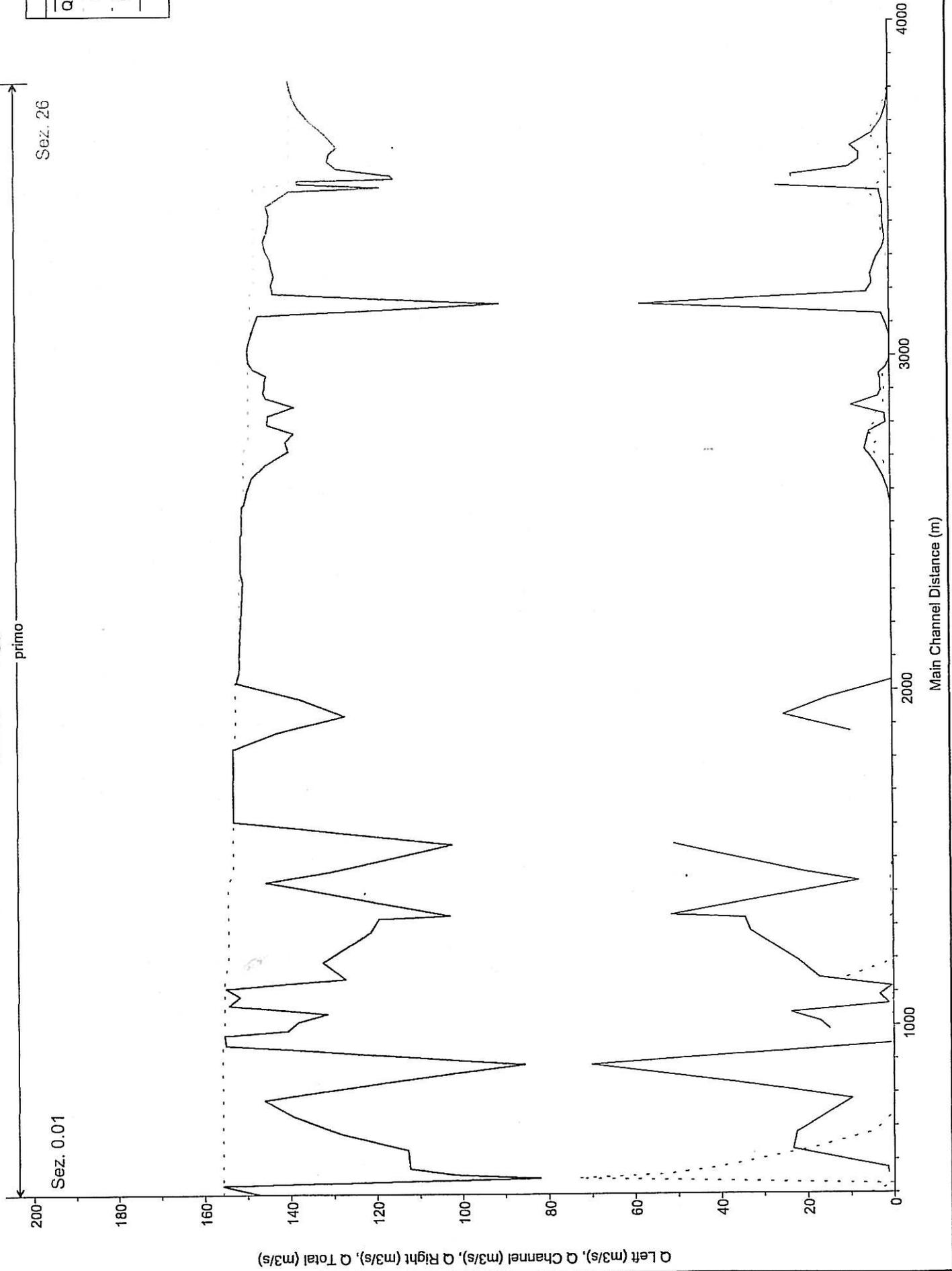
Main Channel Distance (m)

Lambro a Triuggio Plan: Plan 01 28/07/03

Sez. 26

Sez. 0.01

Legend	
—	Q Channel 200 anni
- - -	Q Total 200 anni
- - -	Q Right 200 anni
- - -	Q Left 200 anni



Main Channel Distance (m)

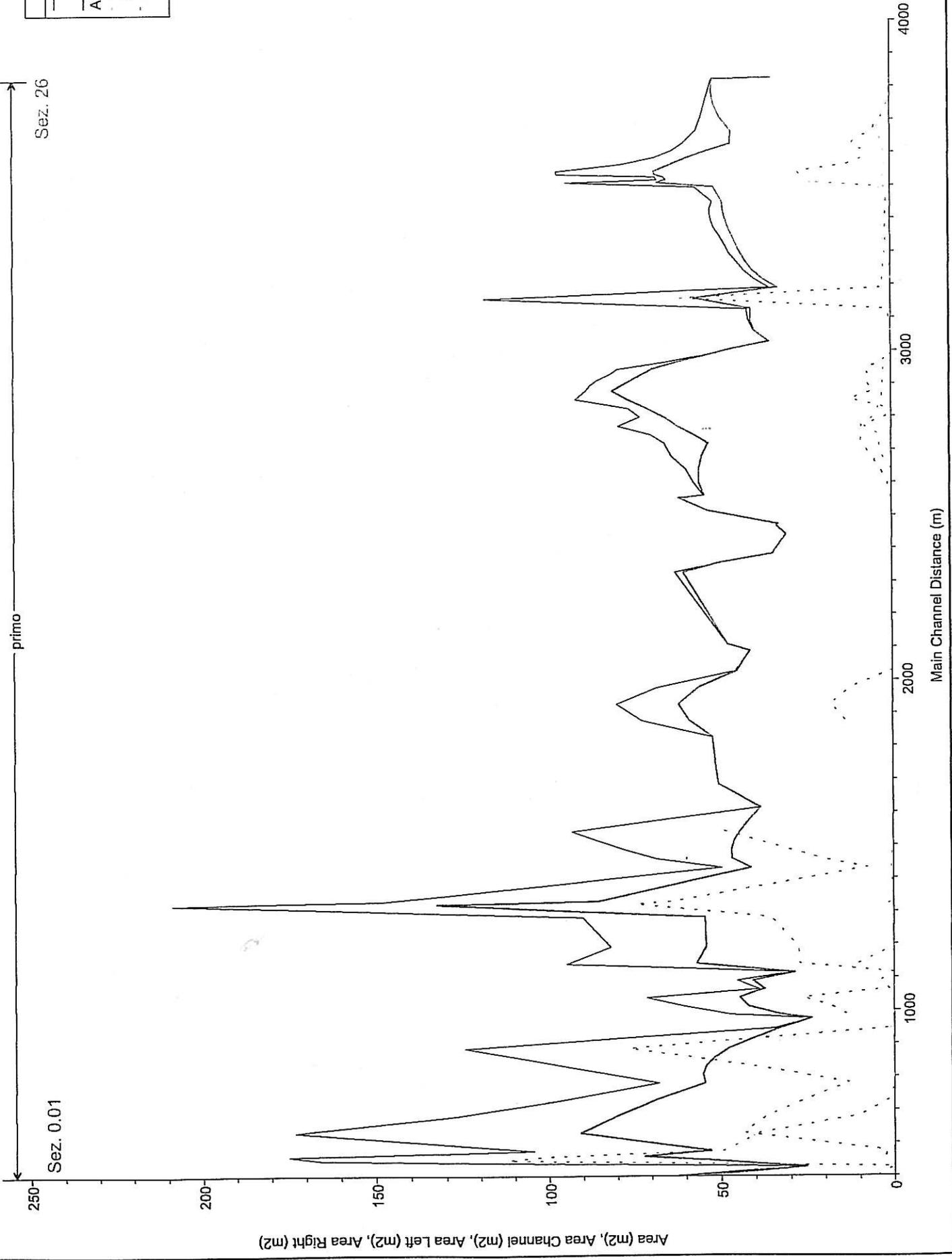
Q Left (m³/s), Q Channel (m³/s), Q Right (m³/s), Q Total (m³/s)

Lambro a Triuggio Plan: Plan 01 28/07/03

Sez. 26

Sez. 0.01

Legend	
Area 200 anni	(Solid line)
Area Channel 200 anni	(Dashed line)
Area Right 200 anni	(Dotted line)
Area Left 200 anni	(Dash-dot line)



## **Allegato 4**

# **Documentazione fotografica**



Foto 1: Rilievo topografico sezione A



Foto 2: Rilievo topografico sezione A



Foto 3: Rilievo topografico sezione B



Foto 4: Rilievo topografico sezione C



Foto 5: Rilievo topografico sezione D



Foto 6: Rilievo topografico sezione E (sez 194)



Foto 7: Rilievo topografico sezione F



Foto 8: Rilievo topografico sezione G



Foto 9: Rilievo topografico sezione H



Foto 10: Rilievo topografico sezione I



Foto 11: Tratto d'alveo a valle sez. F



Foto 12: Particolare della Valle del Lambro in corrispondenza del ponte della ferrovia



Foto 13: Tratto d'alveo a valle del Ponte Albiate (piena dell' 11/2002)



Foto 14: Tratto d'alveo a monte del Ponte Albiate (piena dell' 11/2002)



Foto 15: Tratto d'alveo in corrispondenza dell'immissione del T. Brovada  
(piena dell' 11/2002)



Foto 16: Tratto d'alveo a lato di via Vigano' (in primo piano il muro arginale superato dalle acque durante il picco della piena dell' 11/2002)



Foto 17: Tratto d'alveo a valle della loc. C.na Molinaccio – Canonica  
(piena dell' 11/2002)



Foto 18: Particolare dell'area di C.na Molinaccio durante la piena dell' 11/2002



Foto 19: Tratto d'alveo in corrispondenza della loc. Canonica (piena dell' 11/2002)



Foto 20: Tratto d'alveo in corrispondenza della loc. Canonica (piena dell' 11/2002)