



**studio associato**

Via Giorgio e Guido Paglia, n° 21 – 24122 **BERGAMO** – e-mail: bergamo@eurogeo.net  
Tel. +39 035 248689 – Fax +39 035 271216

REL.1-24/09/18

## **FABRICA REAL ESTATE S.R.L.**

*Piazza Confraternita SNC – Canonica d'Adda (Bg)*



### **INTERVENTO EDILIZIO ATTUATIVO ATi3 VIA NAZARIO SAURO - BERGAMO**

***Relazione geologica***

Bergamo, 14 novembre 2018





## INDICE

<b>1. PREMESSA E INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO .....</b>	<b>5</b>
<b>3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>16</b>
3.1 Risposta sismica locale .....	18
3.1.1 Amplificazione litologica .....	18
<b>4. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE.....</b>	<b>20</b>
4.1 Introduzione .....	20
4.2 Valutazione del potenziale di liquefazione .....	21
<b>5. LIMITAZIONI EDIFICATORIE ESPRESSE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI .....</b>	<b>23</b>
5.1 Vincoli .....	23
5.2 Fattibilità geologica .....	26
<b>6. "VERIFICA IDRAULICA DELL'ATTUALE CONFIGURAZIONE DEL TRATTO DI TORRENTE MORLA LIMITROFO ALLA PROPRIETA' COLORIFICIO MIGLIAVACCA S.R.L." .....</b>	<b>28</b>
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>31</b>

## Allegati

1. VERIFICA IDRAULICA DELL'ATTUALE CONFIGURAZIONE DEL TRATTO DI TORRENTE MORLA LIMITROFO ALLA PROPRIETA' COLORIFICIO MIGLIAVACCA S.R.L., dr. Ing. Pier G. Fenaroli e dr. Ing. S. Bettineschi, 2017.



## 1. PREMESSA E INTRODUZIONE

Su incarico della società Fabrica Real Estate è stato redatto lo studio geologico a supporto dell'intervento edilizio attuativo denominato Ambito "ATi3" via Nazario Sauro/Via Baioni, in comune di Bergamo (*Figura 1*).

L'area inserita nell'"ATi3" è composta dai terreni di proprietà dell'ex Colorificio Migliavacca che insistono sulla sponda destra del Torrente Morla.

Scopo di questo studio è quello di inquadrare l'intervento edilizio rispetto alle limitazioni di carattere geologico/vincolistico espresse dallo strumento urbanistico vigente, nonché descrivere la situazione geolitologica e idrogeologica locale.

Ai fini di questa indagine si è fatto riferimento alla Carta Geologia d'Italia (Foglio 098 – Bergamo), alla Carta Geologia della provincia di Bergamo e alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica redatta a supporto del PGT (2010/agg. 2017).

L'ex comparto produttivo è stato oggetto nel 2016 di una indagine ambientale a seguito della quale ha preso avvio la procedura di bonifica dei terreni in sponda sinistra, non compresi nell'"ATi3", che si è conclusa ad aprile di quest'anno con la certificazione di avvenuta bonifica rilasciata dalla provincia di Bergamo.

La documentazione resa disponibile dalla proprietà, composta dal "*Report indagine idrogeologica*" redatto dallo Studio Geologico Prealpino nel 2016, contiene i risultati della caratterizzazione realizzata nel 2016 nell'area dell'ex colorificio.

Sui terreni in sponda destra, interessati dall'intervento edilizio "ATi3", è in corso una procedura di dismissione di tre serbatoi interrati gestita direttamente dalla proprietà tramite propri consulenti ("*Indagine ambientale e proposta rimozione serbatoi*", e-next s.r.l. giugno 2018).



Figura 1: Estratto mappa catastale (Arch. D. Marchesi, Architetti Associati Loglio Ravasio 2018).



## 2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE DELLE FORMAZIONI PRESENTI NELL'AREA DI STUDIO

Il Comune di Bergamo è situato nella zona di raccordo tra i rilievi meridionali delle Prealpi Orobieche ed il bacino alluvionale dell'alta pianura.

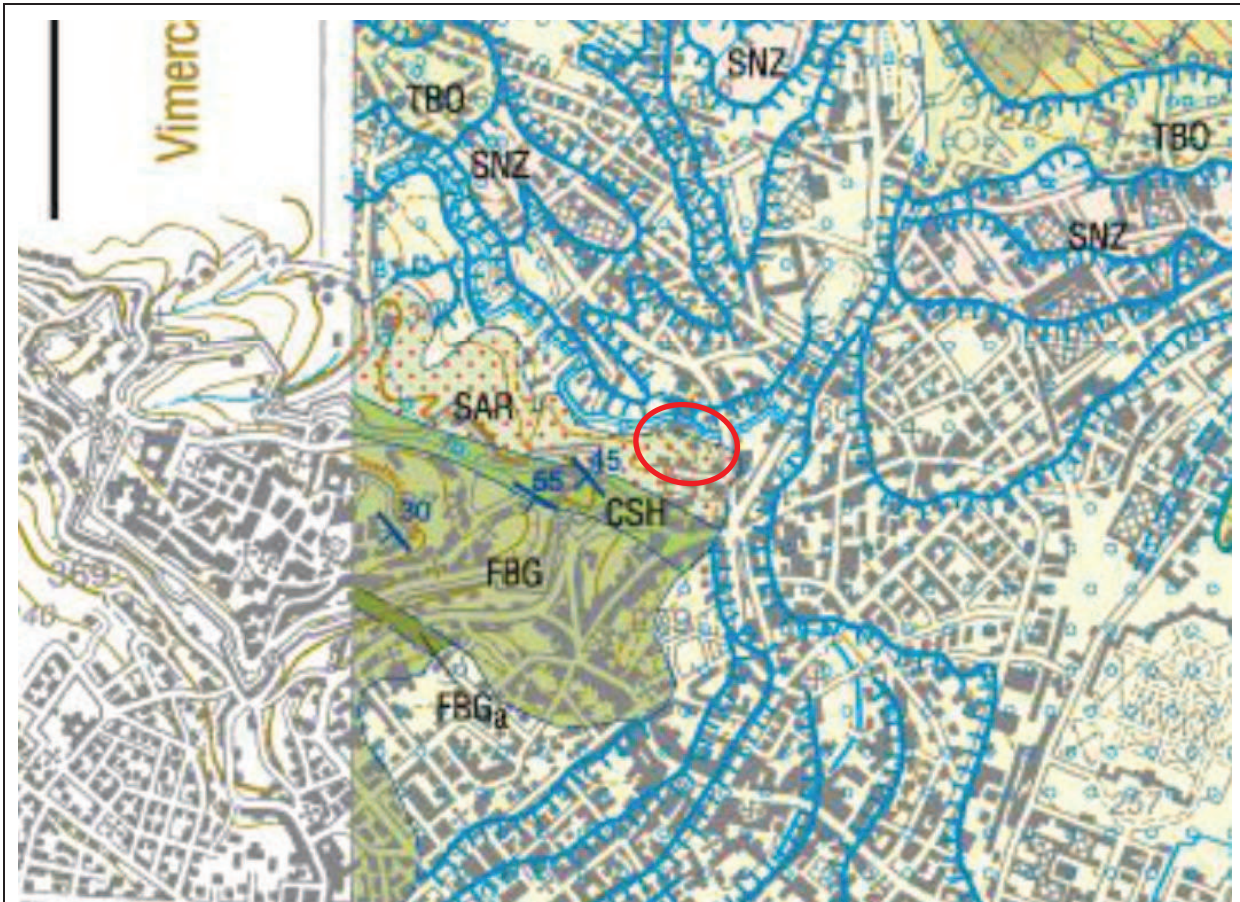
L'Ambito "ATi3" ricade sul terrazzo alluvionale del Morla, tra i colli di Città Alta a sud ed i rilievi di Monterosso a nord, all'interno della valle attuale del Torrente. Si tratta di un territorio geologicamente e morfologicamente articolato dove l'alta pianura si insinua tra i rilievi collinari; il substrato roccioso comprime la copertura detritica e il detrito colluviale compenetra le alluvioni dando origine ad una serie litologica eterogenea.

Dal punto di vista geologico, l'assetto strutturale dell'area è dominato da una coppia di pieghe sinclinale-anticlinale a scala chilometrica, seguite a sud da pieghe sinclinali ed anticlinali sud vergenti che coinvolgono in affioramento una successione di strati rocciosi di età cretacea (*Figura 2*).

Tra le unità costituenti il substrato pre-quadernario affioranti sui rilievi adiacenti il comparto dell'ex colorificio troviamo il Conglomerato di Sirone (U.C. CSH). Unità litologicamente rappresentata da conglomerati massivi disorganizzati, oppure in banchi lateralmente discontinui, a gradazione sia normale che inversa, talora organizzati in intervalli plurimetrici arenacei verso l'alto. Lo spessore dell'unità è compreso tra 50 a 250 m (età Santoniano).

L'Arenaria di Sarnico che precede stratigraficamente il Conglomerato di Sirone (Unità Cartografica SAR) è rappresentata da arenarie grigie torbiditiche in strati da sottili a molto spessi, alternate a peliti in orizzonti al massimo decimetrici. Lo spessore dell'unità è 400 metri (età Coniaciano).

L'area dell'ex Colorificio Migliavacca insiste su terrazzo alluvionale del Morla, geologicamente attribuito al Supersistema del Morla (Unità Cartografica OR). Unità di nuova istituzione, precedentemente cartografata come fluvioglaciale ghiaioso alterato per circa un metro, "livello fondamentale della pianura" (Riss) p.p. (DESIO & VENZO, 1954); alluvioni fluvioglaciali Würm-Riss ("Diluvium recente") p.p. (DESIO, 1952); unità di Torre Boldone p.p., antropico (FERLIGA et alii, 2000). Età Pleistocene medio - XIV secolo.



### Legenda




 OR	<p><b>SUPERSISTEMA DELLA MORLA</b></p> <p>Ghiaie a ciottoli arrotondati con prevalenti clasti della successione cretacea e di poco subordinati silicoclasti con evidenze di alterazione, intercalazioni sabbiose (depositi alluvionali); argille, limi e sabbie (depositi lacustri). Profilo di alterazione di spessore variabile; morfologie conservate.</p> <p><b>PLEISTOCENE MEDIO - XIV SECOLO</b></p>
 CSH CSH <sub>1</sub>	<p><b>CONGLOMERATO DI SIRONE</b></p> <p>Conglomerati in strati da medi a spessi lateralmente discontinui, distribuiti in intervalli plurimetrici arenacei verso l'alto; sono conglomerati poligenici a supporto clastico, massivi e disorganizzati, oppure a gradazione normale e da inversa a normale, talora con laminazioni oblique. Storiche segnalazioni di faune ad <i>Ippuriti</i> e <i>Acteonelle</i>; nannoflora calcarea relativa alle zone <i>Reinardtites anthophorus</i> e <i>Calculites obscurus</i>. Spessore: 50-80 m.</p> <p><b>Membro di Colle Brianza (CSH<sub>1</sub>):</b> peliti ed arenarie sottilmente stratificate in alternanza: peliti marnoso-argillose talora calcaree ed arenarie in strati discontinui laminati al massimo di 15 cm, in rapporto da 1/1 a 1/2. Nannoplancton calcareo della zona <i>Reinardtites anthophorus</i>. Spessore: 0-40 m. Corpi di conoide torbiditica progredante. <b>SANTONIANO</b></p>
 SAR	<p><b>ARENARIA DI SARNICO</b></p> <p>Arenarie grigie torbiditiche in strati da sottili a molto spessi, alternate a peliti in orizzonti al massimo decimetrici; le arenarie, in strati talora amalgamati, formano sequenze negative all'interno di intervalli plurimetrici. Nelle intercalazioni pelitiche si segnalano foraminiferi planctonici e nannoplancton calcareo relativo alle zone a <i>Marthasterites furcatus</i> e <i>Broinsonia lacunosa</i>. Spessore: 400 m. Lobi torbiditici. <b>CONIACIANO</b></p>

Figura 2: Stralcio della Carta Geologica d'Italia Foglio 098 - Bergamo (CarG).



Di questi terreni è possibile fornire una descrizione litologica grazie alle stratigrafie di alcuni scavi geognostici e di un piezometro realizzati durante la campagna di indagine ambientale propedeutica alla bonifica dell'ex comparto produttivo.

Nello stralcio della Tavola 3 allegato all'”Indagine ambientale e proposta rimozione serbatoi” sono localizzate le indagini 2016 che hanno interessato il comparto di destra. Sono in totale cinque scavi geognostici e un piezometro (Pz6) (Figura 3).

Gli scavi geognostici hanno raggiunto una profondità di c.ca 2,5 metri. In questo intervallo hanno individuato 40/60 cm di materiale sabbioso ghiaioso, limo argilloso/limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso fino a 1-2 metri di profondità e ghiaia sabbiosa a fine scavo.

Il piezometro ha consentito di ricostruire nel dettaglio l'assetto stratigrafico del sottosuolo fino a 10 metri di profondità. Lungo questa verticale il terreno risulta essere organizzato in un alternanza di lenti e livelli a granulometria differente. Le frazioni granulometriche prevalenti presenti in rapporti percentuali variabili, sono ghiaia, sabbia, limo e argilla, subordinatamente blocchi e livelli contenuti abbondante frazione organica (torba).

Il substrato roccioso è stato intercettato ad una profondità di c.ca 10 metri dal piano campagna. A 3,2 metri di profondità è stata rinvenuta acqua di falda (Figura 6).

Durante la perforazione è stata realizzata una prova di permeabilità di tipo Lefranc alla profondità di 3 metri che ha dato come risultato un valore di conducibilità idraulica di  $1,6E10^{-3}$  cm/sec (Studio Prealpino di Geologia, 2016).

Dal punto di vista idrografico il Torrente Morla è certamente l'elemento che ha maggior impatto sull'area dell'ex colorificio e proprio la contiguità del Torrente con l'Ambito “ATi3”, in sponda destra, introduce dei vincoli e delle limitazioni alla fattibilità geologica. Tale aspetto è stato oggetto di uno studio idraulico ad hoc commissionato dalla proprietà e del quale si fa riferimento nel capitolo 6 della relazione (Allegato 1).

A ottobre di quest'anno sono stati terebrati altri tre fori ed installati altrettanti piezometri per monitorare il livello della falda. I piezometri sono contrassegnati dalle sigle Pz1, Pz2 e Pz3. Nella **TABELLA 1** sono riportate le soggiacenze rilevate nell'arco di un mese durante il quale è stato possibile cogliere le variazioni di livello dovute alle consistenti precipitazioni di fine ottobre, inizio novembre.



I livelli sono espressi sia in quote relative, ovvero soggiacenza dal piano campagna, sia in termini assoluti avendo estrapolato le quote assolute di ciascun piezometro dal rilievo topografico reso disponibile dalla proprietà e dalla planimetria generale allegata allo studio idraulico redatto dagli ingg. Bettineschi e Fenaroli.

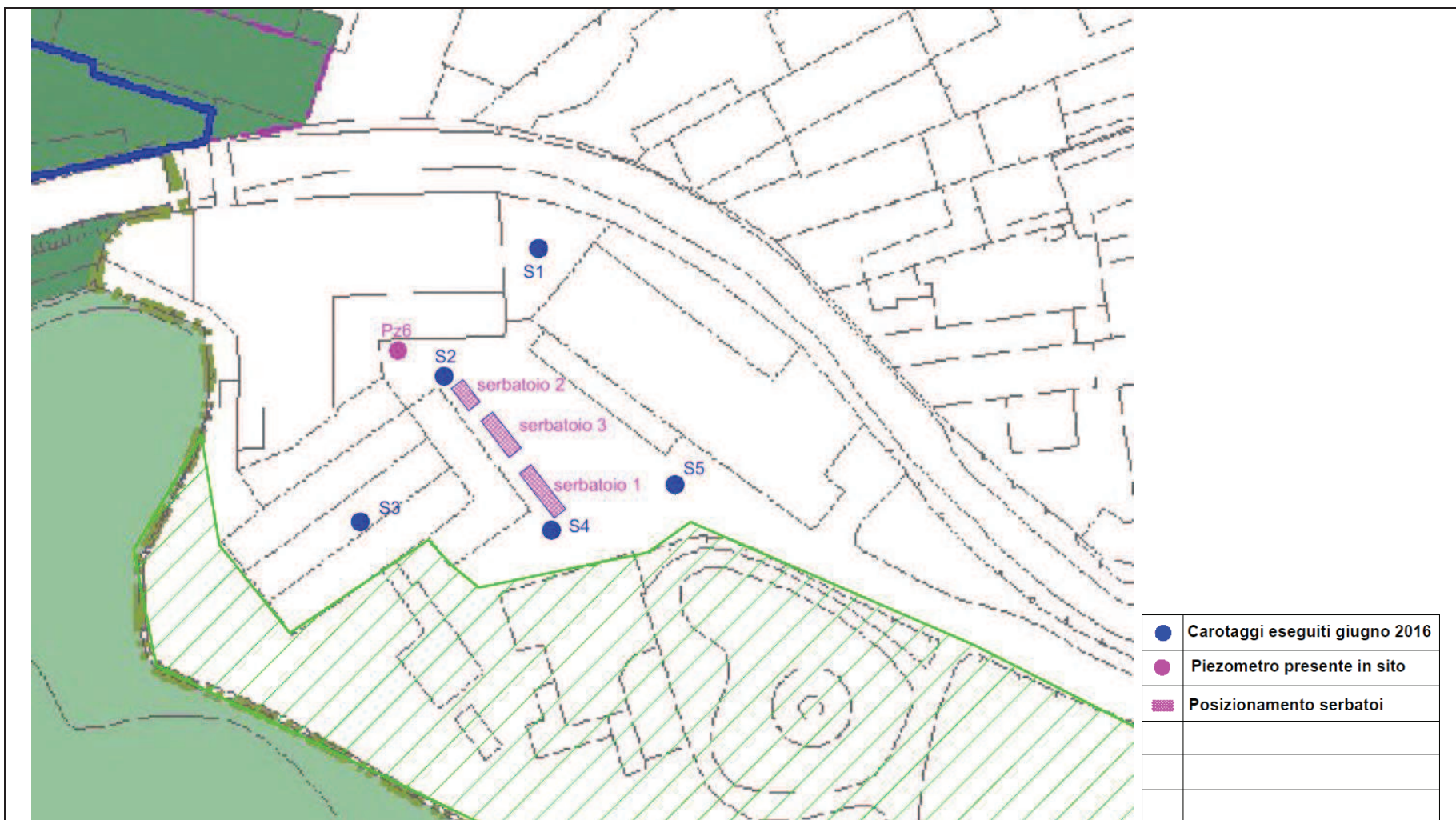


Figura 3: Stralcio della Tavola 3 allegata all'Indagine ambientale e proposta rimozione serbatoi", e-next s.r.l. 2018



Figura 4: Ubicazione dei piezometri facenti parte della rete di monitoraggio



**TABELLA 1: LIVELLO DELLA FALDA ESPRESSO COME SOGGIACENZA DAL PIANO CAMPAGNA E QUOTA ASSOLUTA SUL LIVELLO DEL MARE**


Soggiacenza dal piano campagna										
	profondità piezometro		dislivello rispetto alla quota 261,80	03/10/2018 soggiacenza	15/10/2018 soggiacenza	24/10/2018 soggiacenza	25/10/2018 soggiacenza	29/10/2018 soggiacenza	30/10/2018 soggiacenza	08/11/2018 soggiacenza
	m		m	m	m	m	m	m	m	m
PZ1	6		2,00			4,28	4,07	3,34	2,89	2,42
PZ2	3		0,90			asciutto	asciutto	1,80	1,95	1,70
PZ3	5		0,70			2,80	2,75	1,27	2,19	2,09
PZ6	10		0,00	2,22	2,28	2,29	2,30	1,38	1,38	1,27

Quote assolute in m s.l.m.										
	profondità piezometro	quota assoluta piano campagna	dislivello rispetto alla quota 261,80	03/10/2018 livello falda	15/10/2018 livello falda	24/10/2018 livello falda	25/10/2018 livello falda	29/10/2018 livello falda	30/10/2018 livello falda	08/11/2018 livello falda
	m	m s.l.m.	m	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.	m s.l.m.
PZ1	6	263,8	2,00			259,52	259,73	260,46	260,91	261,38
PZ2	3	262,7	0,90			asciutto	asciutto	260,90	260,75	261,00
PZ3	5	262,5	0,70			259,70	259,75	261,23	260,31	260,41
PZ6	10	261,8	0,00	259,58	259,52	259,51	259,50	260,42	260,42	260,53


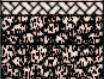






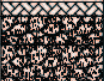


Figura 5: Stratigrafie scavi geognostici (e-next s.r.l. 2018)

		Denominazione: <b>S1</b>	Committente: Colorificio Migliavacca	Località: Via N.Sauro, 32 Bergamo					
		Profondità: - 3,0 m da p.c.	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo	Impresa esecutrice:					
		Il compilatore:	Diametro perforazione: 127 mm	Diametro rivestimento: 152 mm					
			Chiusino con lucchetto:	Data inizio: 3.03.2016	Data fine: 3.03.2016				
Profondità (m)	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione litologica	Livello piezometrico	Campioni		Geotecnica		Piezometro
					Profondità (m)	Campione R=maneggiato, F=fustella	SPT n. colpi/15 cm	Quote (m)	
	0,10		Pavimentazione in c/c						
	0,40		Terreno sabbioso, ghiaioso						
			Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso						
	1,00		Ghiaia sabbioso limosa						
	3,00								






		Denominazione: <b>S2</b>	Committente: Colorificio Migliavacca	Località: Via Sauro, 36 Bergamo					
		Profondità: - 3,0 m da p.c.	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo	Impresa esecutrice:					
		Il compilatore:	Diametro perforazione: 127 mm	Diametro rivestimento: 152 mm					
			Chiusino con lucchetto:	Data inizio: 3.03.2016	Data fine: 3.03.2016				
Profondità (m)	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione litologica	Livello piezometrico	Campioni		Geotecnica		Piezometro
					Profondità (m)	Campione R=maneggiato, F=fustella	SPT n. colpi/15 cm	Quote (m)	
	0,10		Pavimentazione in c/c						
	0,60		Terreno sabbioso, ghiaioso						
			Limo argilloso						
	1,00		Limo argilloso debolmente ghiaioso						
	2,00		Ghiaia sabbiosa limosa, umida						
	3,00								



		Denominazione: <b>S3</b>	Committente: Colorificio Migliavacca	Località: Via Sauro, 36 Bergamo					
		Profondità: - 3,0 m da p.c.	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo Diametro perforazione: 127 mm	Impresa esecutrice: Diametro rivestimento: 152 mm					
		Il compilatore:	Chiusino con lucchetto:	Data inizio: 3.03.2016	Data fine: 3.03.2016				
Profondità (m)	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione litologica	Livello piezometrico	Campioni		Geotecnica		Piezometro
					Profondità (m)	Campione R=maneggiato, F=frustella	SPT n. colpi/15 cm	Quote (m)	
	0,10		Pavimentazione in c/c Terreno sabbioso, ghiaioso						
	0,60		Limo argilloso debolmente ghiaioso						
	1,00		Argilla limosa debolmente ghiaiosa						
	2,00		Ghiaia sabbiosa limosa						
	3,00								

		Denominazione: <b>S4</b>	Committente: Colorificio Migliavacca	Località: Via N.Sauro, 32 Bergamo					
		Profondità: - 3,0 m da p.c.	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo Diametro perforazione: 127 mm	Impresa esecutrice: Diametro rivestimento: 152 mm					
		Il compilatore:	Chiusino con lucchetto:	Data inizio: 3.03.2016	Data fine: 3.03.2016				
Profondità (m)	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione litologica	Livello piezometrico	Campioni		Geotecnica		Piezometro
					Profondità (m)	Campione R=maneggiato, F=frustella	SPT n. colpi/15 cm	Quote (m)	
	0,10		Pavimentazione in c/c Terreno sabbioso, ghiaioso						
	0,60		Limo argilloso debolmente ghiaioso						
	2,00		Ghiaia sabbiosa limosa argillosa, bagnata						
	3,00								



		Denominazione: <b>S5</b>	Committente: Colorificio Migliavacca	Località: Via N.Sauro, 32 Bergamo					
		Profondità: - 3,0 m da p.c.	Metodo di perforazione: Carotaggio continuo	Impresa esecutrice:					
		Il compilatore:	Diametro perforazione: 127 mm	Diametro rivestimento: 152 mm					
			Chiusino con lucchetto:	Data inizio: 3.03.2016	Data fine: 3.03.2016				
Profondità (m)	Profondità da p.c.	Colonna stratigrafica	Descrizione litologica	Livello piezometrico	Campioni		Geotecnica		Piezometro
					Profondità (m)	Campione R=rimaneggiato, F=fuoriella	SPT n. colpi/15 cm	Quote (m)	
	0,10		Pavimentazione in c/s						
	0,60		Terreno sabbiaoso, ghiaioso						
	2,00		Limo argilloso debolmente ghiaioso						
	3,00		Ghiaia sabbiosa limosa argillosa						



<b>STUDIO PREALPINO DI GEOLOGIA - SPG</b>  Corso XXVI Aprile 107 20010 Arluno (MI) Tel./Fax. +39 02 9017086 PIVA & C.F. 07732850966	Cliente: <b>Colorificio Migliavacca Spa</b>	SONDAGGIO: <b>PZ6</b>
	Località: <b>via Baioni 20 - Bergamo</b>	Data : <b>25/10/2016</b>
Geologo: <b>A. Gambini</b>	Coordinate:	Codice SIF:

Quota di riferimento [m]	Spessore [m]	Profondità [m]	Sezione terreno	Descrizione Litologia	Quota di campionamento [m]	Completamento piezometro	Quota falda [m]	Metodo di perforazione
	0,6	0,6		Riparto costituito da ghiaia e sabbia				carotaggio continuo
	0,8	1,4		Riparto costituito da sabbia limosa color marrone chiaro e ghiaia con ciottoli				
	1,2	2,6		Riparto costituito da argilla-limosa con sabbia e ghiaia di color marrone scuro, presenza rara di ciottoli				
	0,8	3,4		Ghiaia con matrice sabbioso limosa con ciottoli pluricentrici di color marrone scuro, saturi tra 3-3,4 m			3,2	
	0,8	4,2		Sabbia medio-fine con poca ghiaia e limo color marrone chiaro con screziature ocra-grigie, aumento della percentuale di argilla verso il basso				
	1,9	6,1		Sabbia fine limosa con poca ghiaia fine, aumento della percentuale di argilla color grigio-verde verso il basso				
	0,4	6,5		Limo torboso con resti vegetali passanti da argilla-limosa di color grigio-marrone				
	0,7	7,2		Alternanze di limo e limo sabbioso con livelli centimetrici di sabbia e ghiaia				
	0,3	7,5		Limo sabbioso fortemente addensato con frammenti di roccia centimetrici				
	0,5	8,0		Alternanze di sabbia con livelli centimetrici di limo argilloso di colore grigio verde				
	0,4	8,4		Limo sabbioso fortemente addensato con frammenti di roccia talvolta centimetrici				
	0,5	8,9		Limo argilloso non addensato con frammenti di roccia e ghiaia				
	0,7	9,6		Sabbia medio-fine con subordinata ghiaia alternata a livelli centimetrici di limo argilloso, verso il basso maggiore presenza di sabbia di colore ocra con intercalazioni limose				
	0,2	9,8		Limo addensato di colore grigio marrone				
	0,2	10		Sabbia fine di colore marrone con intercalazioni centimetriche di limo grigio				
	0,2	0,2		Roccia				

Figura 6: Stratigrafia piezometro PZ6 (Studio Prealpino di Geologia, 2016)



### 3. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni nel 2008, il territorio Italiano è stato suddiviso in aree omogenee da un punto di vista del rischio sismico. Il criterio adottato per tale suddivisione non è più legato a rigidi confini amministrativi come accadeva in passato, ma alla presenza di aree sismogenetiche attive.

Sono stati così individuati 10751 nodi di riferimento. Ad ogni nodo è associato un valore di accelerazione massima attesa al suolo per un determinato periodo di ritorno. Dalla posizione relativa del sito in esame rispetto ai nodi di riferimento si risale alla accelerazione massima attesa per il sito stesso effettuando una media pesata dei valori di  $a_g$  di ciascun nodo.

Utilizzando il software degli spettri di risposta reso disponibile dal CSLPP si ottengono valori di  $a_g$ , per un suolo di tipo A in condizioni di terreno libero e per i diversi stati limite considerati (Tabella 2).

**TABELLA 2: PARAMETRI SISMICI – AT13**

		$P_{VR}$	$T_R$	$a_g$	$F_O$	$T_C^*$
		[adm]	[anni]	[g/10]	[adm]	[s]
SLE	SLO	81%	30	0,30	2,440	0,197
	SLD	63%	50	0,38	2,481	0,215
SLU	SLV	10%	475	1,10	2,418	0,271
	SLC	5%	975	1,44	2,461	0,276

dove :

$P_{VR}$  = probabilità di superamento nella vita di riferimento;

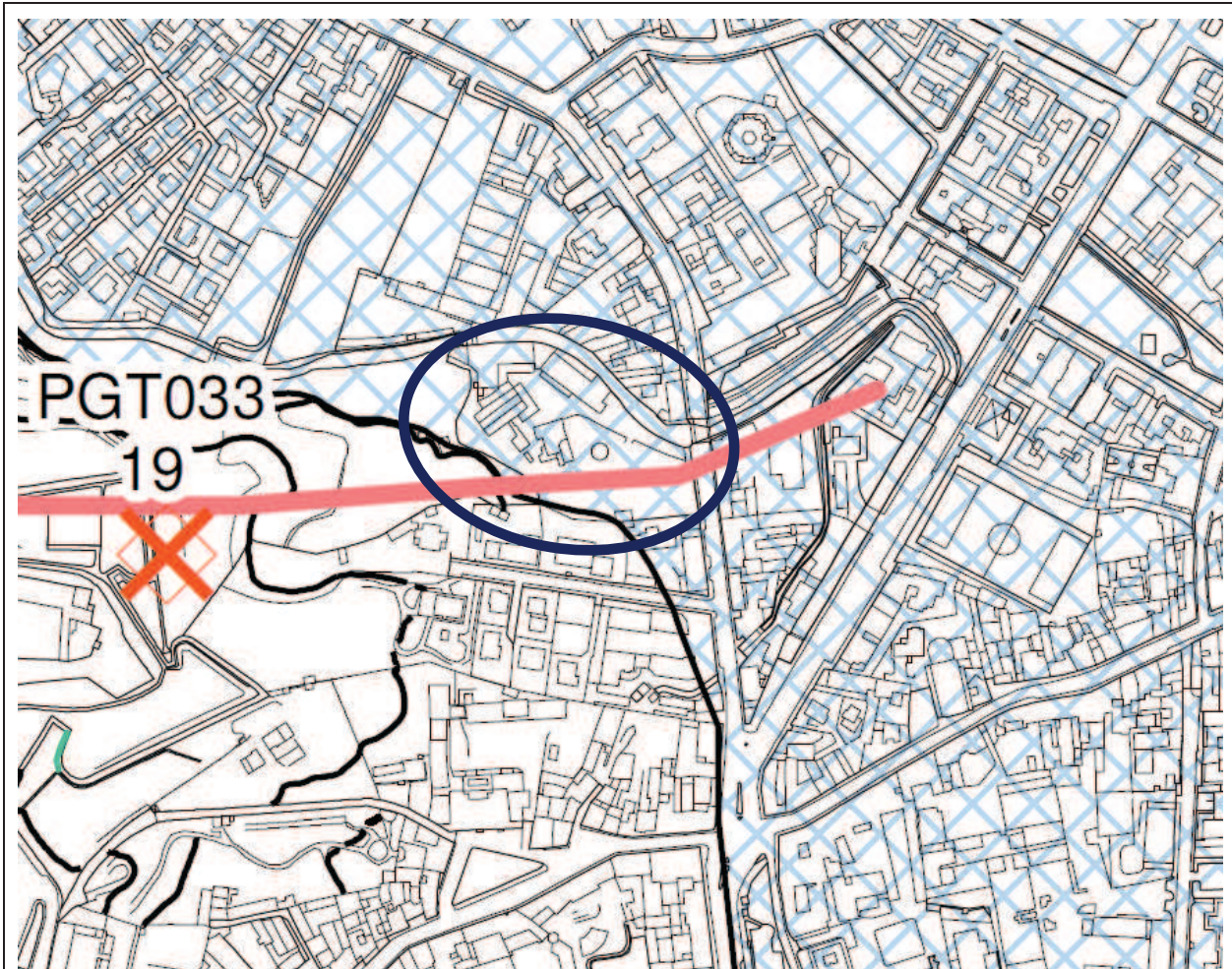
$T_R$  = periodo di ritorno dell'azione;

$a_g$  = accelerazione al suolo;

$F_O$  = massimo fattore di amplificazione spettro orizzontale;

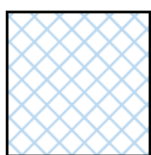
$T_C^*$  = periodo inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le modifiche del moto sismico prodotte dalle condizioni locali sono complessivamente indicate come effetti di sito e sono definite negli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) individuati in fase di pianificazione territoriale.



### Legenda

#### Scenario di pericolosità sismica locale



Z4a

Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi

#### Indagini geofisiche



MASW: prospezione sismica di tipo MASW - Analisi multimodale delle onde superficiali (Multichannel Analysis of Surface Waves)

Figura 7: Stralcio della Carta della Pericolosità sismica locale allegata all'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. (Studio Associato EUROGEO, 2017).



### **3.1 Risposta sismica locale**

La Carta della Pericolosità Sismica allegata alla Componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del P.G.T. assegna all'area lo scenario di pericolosità sismica locale Z4a, zona di fondovalle con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi (*Figura 7*).

I valori di  $a_g$  ottenuti devono essere corretti con parametri che tengono conto delle condizioni particolari del sito esaminato, come la tipologia di suolo su cui insiste il fabbricato (suolo tipo A,B,C,D, E) e le condizioni morfologiche (suolo pianeggiante, pendio variamente inclinato, cresta).

Si chiama "risposta sismica locale" l'azione sismica quale emerge in "superficie" a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Per individuare in modo univoco la risposta sismica si assume come "superficie" il "piano di riferimento" per le diverse tipologie strutturali:

- per fondazioni superficiali questo coincide con il piano di imposta delle stesse;
- per fondazioni su pali e riferita alla testa dei pali;
- nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera;
- per muri di sostegno di terrapieni la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

#### **3.1.1 Amplificazione litologica**

Il D.M. 17 gennaio 2018, il D.M. 14 gennaio 2008, la normativa tecnica europea (Eurocodici EC 7 e EC 8) e le più avanzate normative internazionali, attribuiscono la giusta importanza alla caratterizzazione sismica del terreno su cui dovranno essere realizzate opere di qualunque natura (edifici residenziali e industriali, opere di sostegno e di stabilizzazione di versanti, rilevati stradali, opere infrastrutturali, argini, dighe e opere idrauliche, gallerie, ponti e opere strutturali di grandi dimensioni).

La caratterizzazione del terreno dal punto di vista sismico in particolare e dinamico in generale, richiede come elemento indispensabile la conoscenza del profilo di velocità delle onde di taglio  $V_s$  degli strati di terreno presenti nel sito, fino alla profondità di



almeno 30 metri dal piano campagna, secondo quanto richiesto dalle sopracitate normative.

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio,  $V_{s,eq}$  (in m/s), che, per i depositi con profondità  $H$  del substrato superiore a 30 m equivale alla  $V_{s30}$ .

Sulla base del profilo di velocità equivalente è possibile classificare il sito nelle categorie di tipo A, B, C, D, E come definite nelle NTC18.

In questo caso trovandoci in una zona di raccordo tra la collina e la pianura e viste le stratigrafie dei sondaggi si può ipotizzare che il sottosuolo ricada nelle categorie A/E.

E' prevista tuttavia la verifica della categoria sismica in una fase più avanzata di progettazione dell'intervento edilizio, mediante l'esecuzione di indagini ad hoc finalizzate all'individuazione del substrato sismico ( $V_s > 800$  m/sec).



## 4. POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI DI FONDAZIONE

### 4.1 Introduzione

Il termine “liquefazione” esprime una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall’aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l’annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

La liquefazione include tre principali fenomeni. Il primo è la “fluidificazione” che avviene quando le tensioni tangenziali richieste per assicurare le condizioni di equilibrio statico sono maggiori della resistenza al taglio del terreno al termine del terremoto. Ne consegue che una volta avviate, le deformazioni prodotte dalla fluidificazione possono proseguire anche dopo il terremoto. Il secondo fenomeno è quello della “mobilità ciclica” che si verifica quando le tensioni di taglio necessarie all’equilibrio statico sono minori della resistenza del terreno al termine del terremoto; in tal caso le deformazioni si sviluppano in maniera incrementale durante il terremoto. Il terzo fenomeno, che rappresenta un caso particolare di mobilità ciclica, è quello della “liquefazione ciclica” che si verifica nelle condizioni di free-field e piano campagna orizzontale.

In linea di principio, l’analisi di suscettibilità alla liquefazione di un dato sito richiede:

1. la valutazione delle caratteristiche dell’evento sismico atteso (fattore scatenante)
2. la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (fattore predisponente);
3. la stima degli effetti conseguenti alla liquefazione.

Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo argillosa.



Sulla base di un'analisi della sismicità del sito e delle caratteristiche geotecniche del deposito, si può ritenere che la probabilità che si verifichi la liquefazione sia estremamente bassa o nulla nel caso in cui si manifesti almeno una delle seguenti condizioni (art. 7.11.3.4.2 N.T.C. 2018):

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc1N > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc1N$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. Distribuzione granulometrica esterna alle zone di instabilità (differenti grafici in funzione del coefficiente di uniformità  $U_c$ ).

#### **4.2 Valutazione del potenziale di liquefazione**

Per valutare la suscettibilità del terreno alla liquefazione in caso di sisma avente una magnitudo massima  $(M) = 7,0$  è stato utilizzato uno dei metodi semplificati riportati in letteratura.

I metodi semplificati di verifica del potenziale di liquefazione si basano sul rapporto che intercorre fra le sollecitazioni di taglio che producono liquefazione e quelle indotte dal terremoto. E' necessario pertanto conoscere sia i parametri relativi all'evento sismico sia quelli del terreno. Questi ultimi sono ottenuti privilegiando correlazioni con parametri desunti da prove in situ.

La resistenza del deposito alla liquefazione viene quindi valutata in termini di fattore di resistenza alla liquefazione

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$



dove CRR (Cyclic Resistance Ratio) indica la resistenza del terreno agli sforzi di taglio ciclico e CSR (Cyclic Stress Ratio) la sollecitazione di taglio massima indotta dal sisma.

I metodi proposti differiscono fra loro soprattutto per il modo con cui viene ricavata CRR, la resistenza alla liquefazione. Il parametro maggiormente utilizzato è il numero dei colpi nella prova SPT anche se oggi, con il progredire delle conoscenze, si preferisce valutare il potenziale di liquefazione utilizzando prove statiche (CPT) o prove di misurazione delle onde di taglio Vs.

In generale il potenziale di liquefazione dei terreni sotto scuotimento sismico può essere definito da basso a nullo nei territori caratterizzati da sottosuoli di tipo C ed E, nullo in quelli caratterizzati da profilo stratigrafico tipo B. Infatti solo nei terreni tipo C ed E possono essere presenti livelli sabbiosi sciolti potenzialmente liquefacibili sotto scuotimento sismico.

Detto questo, la verifica del potenziale di liquefazione è rimandata ad una fase di progettazione più avanzata quando, mediante indagini ad hoc, sarà quantificata la resistenza alla liquefazione del terreno (CRR).



## **5. LIMITAZIONI EDIFICATORIE ESPRESSE DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI**

### **5.1 Vincoli**

Nella Carta dei Vincoli sono rappresentate le limitazioni d'uso del territorio derivanti dalle normative in vigore di contenuto prettamente idrogeologico e/o ambientale – paesaggistico (*Figura 8*).

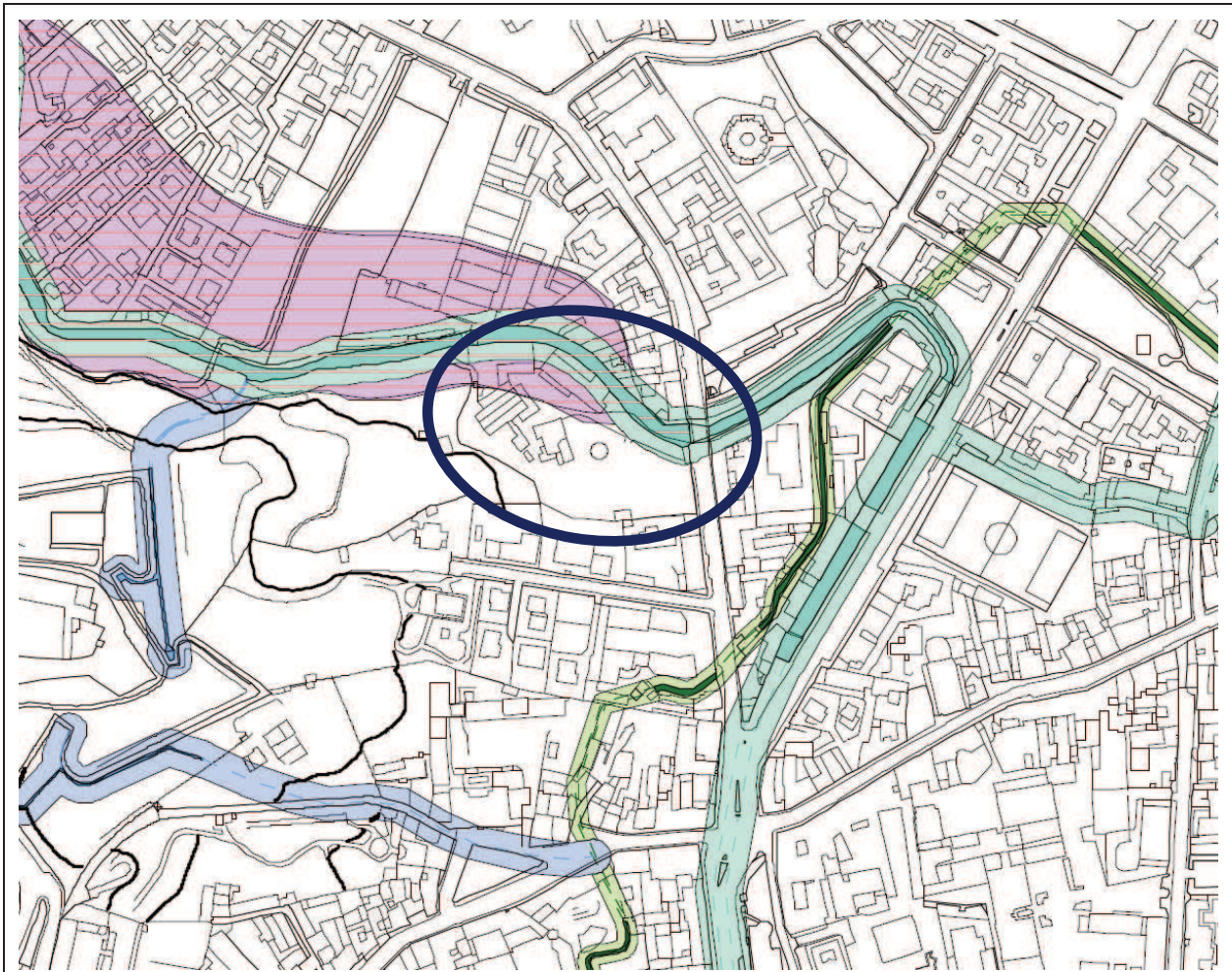
L'Ambito "ATi3" è parzialmente interessato dal Vincolo di Polizia Idraulica sul reticolo idrografico identificato ai sensi del R.D. n. 523/1904 art.96 e della D.G.R. 9/4229 del 23 ottobre 2015. Il Documento di Polizia Idraulica (approvato con Delibera n. 152 Reg. CC / 97 Prop.), individua il reticolo idrico superficiale che attraversa il territorio comunale, lo classifica in Principale, Minore e Consortile e lo regola attraverso le Norme Tecniche di Attuazione. La fascia di rispetto del Torrente Morla è da considerare ampia 10 metri dalla sommità di ciascuna sponda. Ad essa è associata una fattibilità geologica di classe 4 (*fattibilità con gravi limitazioni*), sottoclasse c.

Il Piano Gestione del Rischio Alluvioni, in recepimento della Direttiva Alluvioni della Comunità Europea 2007/60/CE individua un'area a bassa pericolosità di allagamento (P1/L) in adiacenza al Torrente Morla. L'area rientra negli scenari che prevedono *scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi* per ambiti territoriali di Reticolo Secondario Collinare Montano. A tale area è associata una fattibilità geologica di classe 3 (*fattibilità con consistenti limitazioni*), sottoclasse d.



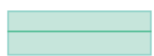
**TABELLA 3: TABELLA RIEPILOGATIVA SCENARI DI INONDAZIONE (PGRA)**

Direttiva Alluvioni		Pericolosità	Tempo di ritorno individuato per ciascun ambito territoriale (anni)				
Scenario	TR (anni)		RP	RSCM (legenda PAI)	RSP	ACL	ACM
Elevata probabilità di alluvioni (H = high)	20-50 (frequente)	P3 elevata	10-20	Ee, Ca RME per conoide ed esondazione	Fino a 50 anni	15 anni	10 anni
Media probabilità di alluvioni (M = medium)	100-200 (poco frequente)	P2 media	100-200	Eb, Cp	50-200 anni	100 anni	100 anni
Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi (L = low)	Maggiore di 500 anni, o massimo storico registrato (raro)	P1 bassa	500	Em, Cn		Massimo storico registrato	>> 100 anni



**Legenda**

**R.D. 523/1904, art. 96: reticolo idrico principale e fasce di rispetto**



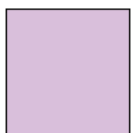
Reticolo idrico principale e relative fasce di rispetto - tratto scoperto



Reticolo idrico principale e relative fasce di rispetto - tratto coperto

**P.G.R.A.**

RETICOLO SECONDARIO COLLINARE E MONTANO (RSCM)



Area P1/L - Area interessata da alluvioni rare, vigono le limitazioni e le prescrizioni stabilite nelle N.d.A. del PAI all'art. 9, comma 6bis, per le aree Em

**Figura 8: Stralcio della Carta dei Vincoli allegata alla componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. (Studio Associato Eurogeo, 2017).**



## 5.2 Fattibilità geologica

A seguito della composizione dei diversi tematismi trattati l'estensore dello studio geologico di supporto alla pianificazione urbanistica ha attribuito, all'ambito territoriale in cui ricade il sito oggetto dell'intervento edilizio, una fattibilità geologica di classe 3 (*fattibilità con consistenti limitazioni*), sottoclasse a, per problematiche di tipo geotecnico (*Figura 9*).

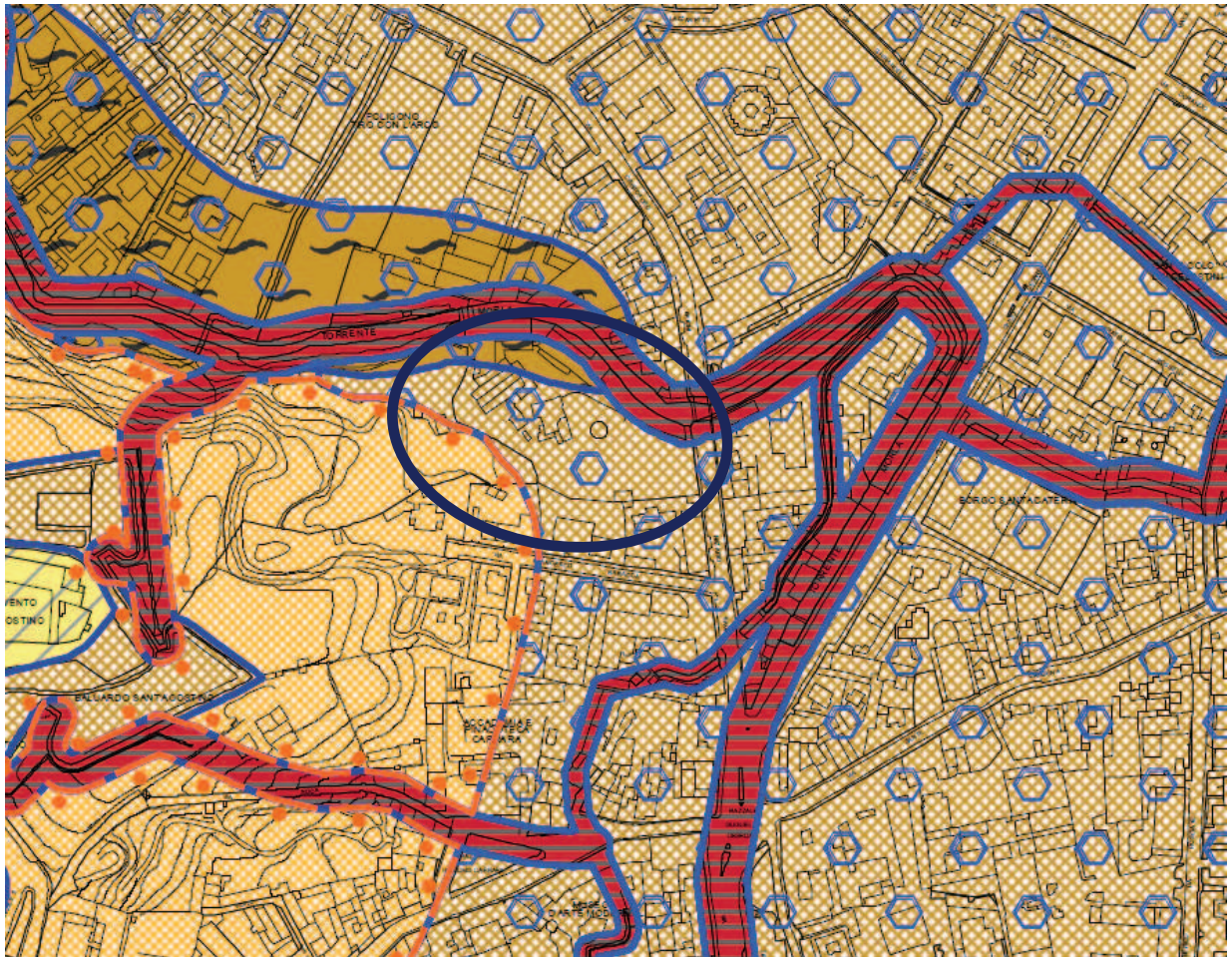
*L'utilizzo delle aree ricadenti in questa sottoclasse è subordinato alla realizzazione di approfondimenti geognostici necessari per la caratterizzazione puntuale dei parametri meccanici del sottosuolo, nonché della situazione idrogeologica locale.*

Una parte dell'area, in adiacenza al Torrente Morla, cade nella sottoclasse 3d, per limitazioni connesse al pericolo di allagamento P1/L come espresso dal P.G.R.A. (bassa pericolosità di allagamento).

*L'utilizzo delle aree ricadente nella sottoclasse 3d è subordinato alla realizzazione di approfondimenti geognostici necessari alla caratterizzazione puntuale dei parametri meccanici del sottosuolo, nonché della situazione idrogeologica locale compresa l'analisi del rischio di allagamento al fine di poter predisporre opportuni accorgimenti mitigatori in fase progettuale.*

*Agli ambiti che ricadono all'interno delle delle perimetrazioni P1/L del P.G.R.A ed Em del P.A.I., si applicano altresì le prescrizioni previste al comma 6bis dell'art. 9 delle Norme Tecniche di Attuazione del P.A.I.*

*Comma 6bis. Nelle aree Em compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.*



### Legenda



3a - Area con consistenti limitazioni d'uso connesse alle modeste caratteristiche geotecniche del primo sottosuolo oppure con consistenti eterogeneità verticali ed orizzontali (comprese le zone con materiale di riporto). Sono da accertare le caratteristiche geomeccaniche ed idrogeologiche del sottosuolo. In caso di possibile ristagno di acqua superficiale si dovrà effettuare un'analisi geomorfologica in un intorno significativo all'area di progetto.



3d - Area a rischio di allagamento e ristagno delle acque superficiali. Oltre alle prescrizioni della sottoclasse 3a, qualsiasi richiesta di concessione edilizia dovrà comprendere una valutazione del rischio effettivo di alluvionamento/allagamento.



4c - Area adiacente ai corsi d'acqua principali, da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e la realizzazione di opere di difesa.  
Tali aree sono state desunte dal documento di Polizia Idraulica (approvato con Delibera n. 152 Reg. CC / 97 Prop.) al quale si rimanda per le azioni consentite e vietate.



Z4 L2-3 - aree soggette ad amplificazione litologica in cui è necessario valutare puntualmente, in fase di progetto, il fattore di amplificazione tipico del sito in esame. Nel caso in cui tale valre fosse superiore ai limiti di soglia propri per il tipo di suolo si dovrà applicare il 3° livello di approfondimento sismico.

Figura 9: Stralcio della Carta della Fattibilità geologica allegata all'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del P.G.T. (Studio Associato EUROGEO, 2017).



## **6. “VERIFICA IDRAULICA DELL’ATTUALE CONFIGURAZIONE DEL TRATTO DI TORRENTE MORLA LIMITROFO ALLA PROPRIETA’ COLORIFICIO MIGLIAVACCA S.R.L.”**

La proprietà ha reso disponibile lo studio idraulico redatto nel 2017 dai dr. Ing. Pier G. Fenaroli e dr. Ing. S. Bettineschi con la verifica idraulica del tratto di Torrente Morla limitrofo l’insediamento dell’ex Colorificio Migliavacca, in sponda destra del Morla ed immediatamente a monte del ponte di via Baioni.

In questo studio sono state riprese ed approfondite le valutazioni contenute nello “Studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Morla e delle rogge ad esso connesse” redatto dallo Studio Telò (gennaio 2015).

A conclusione dell’analisi gli Autori hanno espresso le seguenti considerazioni.

*[..] In sintesi risulta che le portate di piena rimangono all’interno della sezione principale dell’alveo solo per tempi di ritorno  $T=20$  anni, mentre per tempi di ritorno superiori il deflusso raggiunge quote superiori ai limitrofi piano-campagna (anche se il deflusso è sostanzialmente contenuto dalla presenza su ambo i lati di murature perimetrali di edifici e/o muri di recinzione). La presenza di varchi di accesso al fiume e/o di collegamento tra le due sponde (come ad es. il ponticello tra le porzioni dell’”Ex colorificio” in destra e sinistra del Morla) rende potenzialmente allagabili le aree limitrofe al corso d’acqua, sia in sinistra (su tutto il tratto), sia in destra (sostanzialmente a partire dalla sezione 70).*

*Esaminando in particolare la situazione in corrispondenza della sezione 70 (ponticello interno ex colorificio) si osserva poi che con tempo di ritorno  $T=100$  (riferimento di progetto per corsi d’acqua come il Morla), il livello di piena risulta superiore alla quota dell’impalcato sia nella condizione “con passerella” sia in quella “senza passerella”, con un dislivello “dz” rispettivamente pari a 0,80 e 0,49 m. Il valore di tale dislivello aumenta notevolmente se confrontato alla quota del cortile interno dell’insediamento; in quel caso risulta infatti di 1,40 e 1,09m nelle due condizioni esaminate.*



Considerando poi l'ovvia necessità di garantire un adeguato franco di sicurezza bisogna dunque concludere che la questione deve essere attentamente valutata al momento della futura progettazione degli interventi di riqualificazione dell'insediamento "ex Colorificio Migliavacca", sia riconfigurando opportunamente la geometria delle sezioni di deflusso, sia adottando provvedimenti atti a garantire franchi idraulici adeguati (adeguamento delle sommità spondali e/o soprizzo del piano campagna dell'insediamento).

Lo studio idraulico è riportato integralmente in allegato (Allegato 1).

In recepimento a tali raccomandazioni i progettisti hanno previsto l'innalzamento del piano campagna prendendo a riferimento i livelli idraulici calcolati per un tempo di ritorno di 100 anni e dividendo l'area in due settori. Nel primo, quello più interno, il caposaldo di progetto ha una quota di c.ca 3,20 metri (variabile) più alta rispetto al piano campagna attuale, passando da c.ca 261,8 m a 265 m s.l.m..

Nel settore adiacente via Nazario Sauro, il caposaldo di progetto ha una quota di riferimento di 263,5 m s.l.m. (Rif. Tavole di progetto Archh. Loglio, Marchesi, Ravasio).

In entrambi i casi i livelli assoluti del nuovo piano campagna (265 e 263,50 m s.l.m.) sono più elevati dei livelli di piena per tempi di ritorno di 100 e 200 anni calcolati a partire dalla sezione 70, punto di possibile tracimazione dell'acqua (Figura 10).



SEZ	PROGR. [m]	Quota di fondo [m slm]	CON "PASSERELLA"				SENZA "PASSERELLA"			
			PORTATE				PORTATE			
River Sta	Cum Ch Len	Min Ch El	Q020	Q100	Q200	Q100 LAM	Q020	Q100	Q200	Q100 LAM
			[m3/s]				[m3/s]			
			33.0	56.0	64.0	43.0	33.00	56.00	64.00	43.00
			LIVELLI				LIVELLI			
Zw020	Zw100	Zw200	Zw100 LAM	Zw020	Zw100	Zw200	Zw100 LAM			
[m slm]				[m slm]						
100	327.48	261.15	262.48	263.45	263.69	262.93	262.45	263.24	263.51	262.80
90	284.65	260.73	262.55	263.56	263.80	263.03	262.53	263.38	263.65	262.91
80	229.19	260.45	262.35	263.42	263.65	262.88	262.32	263.20	263.47	262.72
70	206.25	260.20	262.14	263.20	263.40	262.67	262.09	262.89	263.15	262.45
60	168.15	259.95	262.07	262.89	263.14	262.44	262.07	262.89	263.14	262.44
50	136.23	259.82	261.95	262.77	263.03	262.32	261.95	262.77	263.03	262.32
40	105.91	259.81	261.68	262.39	262.61	262.01	261.68	262.39	262.61	262.01
30	68.48	259.62	261.11	261.71	261.89	261.38	261.11	261.71	261.89	261.38
20	51.00	259.27	259.96	260.18	260.25	260.06	259.96	260.18	260.25	260.06
10	50.00	259.12	259.95	260.12	260.18	260.02	259.95	260.12	260.18	260.02
0	0.00	258.78	259.91	260.41	260.48	260.08	259.91	260.41	260.48	260.08

River Sta	Cum Ch Len	Min Ch El	TIRANTI				TIRANTI			
			hw020	hw100	hw200	hw100 LAM	hw020	hw100	hw200	hw100 LAM
			[m]				[m]			
100	327.48	261.15	1.33	2.30	2.54	1.78	1.30	2.09	2.36	1.65
90	284.65	260.73	1.82	2.83	3.07	2.30	1.80	2.65	2.92	2.18
80	229.19	260.45	1.90	2.97	3.20	2.43	1.87	2.75	3.02	2.27
70	206.25	260.20	1.94	3.00	3.20	2.47	1.89	2.69	2.95	2.25
60	168.15	259.95	2.12	2.94	3.19	2.49	2.12	2.94	3.19	2.49
50	136.23	259.82	2.13	2.95	3.21	2.50	2.13	2.95	3.21	2.50
40	105.91	259.81	1.87	2.58	2.80	2.20	1.87	2.58	2.80	2.20
30	68.48	259.62	1.49	2.09	2.27	1.76	1.49	2.09	2.27	1.76
20	51.00	259.27	0.69	0.91	0.98	0.79	0.69	0.91	0.98	0.79
10	50.00	259.12	0.83	1.00	1.06	0.90	0.83	1.00	1.06	0.90
0	0.00	258.78	1.13	1.63	1.70	1.30	1.13	1.63	1.70	1.30

Dz [m] calcolati con riferimento alla sezione 70		dz020	dz100	dz200	dz100 LAM	dz020	dz100	dz200	dz100 LAM
		[m]				[m]			
ponticello	262.40	-0.26	0.80	1.00	0.27	-0.31	0.49	0.75	0.05
p.c. insediamento	261.80	0.34	1.40	1.60	0.87	0.29	1.09	1.35	0.65

Figura 10: Estratto dallo studio idraulico di riferimento (Relazione Idraulica Ingg. Bettineschi Fenaroli, Fig. 7)



## 7. CONCLUSIONI E RACCOMANDAZIONI

Su incarico della società FABRICA REAL ESTATE s.r.l. è stato redatto lo studio geologico dell'area in sponda destra al Torrente Morla di proprietà dell'ex Colorificio Migliavacca, a supporto del titolo abilitativo dell'intervento edilizio attuativo denominato Ambito "ATi3" – Via Nazario Sauro, Bergamo.

I dati relativi alle classificazioni di seguito elencate fanno riferimento alla componente Geologica, Idrogeologica e Sismica del Piano del Governo del Territorio del Comune di Bergamo:

Scenario di Pericolosità Sismica Locale: **Z4a**;

Fattibilità Geologica: **Classe 3a, 3d e 4c**.

L'Ambito "ATi3" ricade sul terrazzo alluvionale del Morla, tra i colli di Città Alta a sud ed i rilievi di Monterosso a nord, all'interno della valle attuale del Torrente.

Il sottosuolo è composto da litologie prevalentemente fini, da alternanze di livelli ghiaiosi in matrice sabbiosa limosa con sabbie medio fini limose, limi torbosi e limi/limi sabbiosi e/argillosi. La copertura detritica appoggia su litotipi dell'Arenaria di Sarnico ad una profondità di c.ca 10 metri dal piano campagna.

Il piezometro installato nel 2016 durante i lavori di caratterizzazione ambientale del comparto ed i tre piezometri realizzati quest'anno hanno confermato la presenza di una falda freatica alimentata per dispersione dal Torrente Morla e dal deflusso idrico superficiale della collina.

Il livello della falda tende a innalzarsi avvicinandosi alla collina per la contemporanea risalita del substrato roccioso impermeabile. Nella parte centrale dell'ex insediamento produttivo la falda è stata rinvenuta ad una profondità di c.ca 2,20 metri, livello che è risalito di c.ca 1 metro in occasione delle intense precipitazioni meteoriche di fine ottobre, inizio novembre.

Per quanto attiene il pericolo di allagamento espresso dal P.G.R.A., che ha inserito una fascia di terreno adiacente il Morla in classe P1/L (fattibilità 3d), lo studio idraulico di approfondimento redatto nel 2017 dalla proprietà, ha evidenziato alcune criticità e conseguentemente la necessità che la riqualificazione dell'area sia accompagnata da lavori di riconfigurazione delle sezioni di deflusso del corso d'acqua, di adeguamento delle sommità spondali e/o di soprizzo del piano campagna dell'insediamento.



In recepimento a tali raccomandazioni i progettisti hanno previsto l'innalzamento del piano campagna prendendo a riferimento i livelli idraulici calcolati per un tempo di ritorno di 100 anni con un franco di sicurezza che risulta verificato anche per livelli di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

A conclusione dello studio, si ritiene l'intervento edilizio compatibile con l'assetto geologico del sito fatto salvo il rispetto dei vincoli di polizia idraulica e le attenzioni espresse per le problematiche idrogeologiche, che dovranno essere opportunamente recepite dai progettisti prevedendo opere di mitigazione e adottando opportuni accorgimenti costruttivi atti a favorire il regolare deflusso delle acque verso il Morla e la salubrità dei locali interrati.

Gli accertamenti geognostici necessari per la progettazione esecutiva dei fabbricati sono rimandati ad una fase di progettazione più avanzata.

Dott. Geol. Renato Caldarelli



Dott. Geol. Massimo Elitropi



**ALLEGATI**

**VERIFICA IDRAULICA  
DELL'ATTUALE  
CONFIGURAZIONE DEL TRATTO  
DI TORRENTE MORLA LIMITROFO  
ALLA PROPRIETA' COLORIFICIO  
MIGLIAVACCA S.R.L., dr. Ing. Pier  
G. Fenaroli e dr. Ing. S.  
Bettineschi, 2017**

COMUNE DI BERGAMO

Committente: **Colorificio Migliavacca srl**  
**via dell'industria, 20 - 24126 Bergamo**

**VERIFICA IDRAULICA DELL'ATTUALE CONFIGURAZIONE DEL TRATTO DI TORRENTE MORLA LIMITROFO ALLA PROPRIETA' COLORIFICIO MIGLIAVACCA SRL**  
**via Nazario Sauro,32 - Bergamo (BG)**



---

**RELAZIONE IDRAULICA**

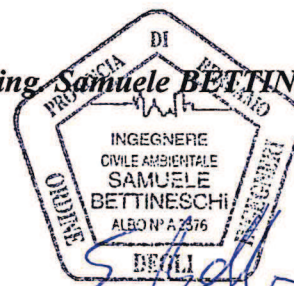
---

Ottobre 2017

dr. ing. *Pier Giuseppe FENAROLI*



dr. ing. *Samuele BETTINESCHI*



---

VERIFICA IDRAULICA DELL'ATTUALE CONFIGURAZIONE DEL TRATTO DI TORRENTE MORLA LIMITROFO  
ALLA PROPRIETA' COLORIFICIO MIGLIAVACCA SRL via Nazario Sauro,32 - Bergamo (BG)

**RELAZIONE IDRAULICA**

## **INDICE**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE DEL BACINO DEL MORLA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. CENNI STORICI E VALUTAZIONI RECENTI SULLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL TORRENTE MORLA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. CONSIDERAZIONI SULLE PORTATE DI PIENA DEL MORLA.....</b>	<b>13</b>
<b>5. ANALISI IDRAULICHE.....</b>	<b>16</b>
5.1 Ricostruzione delle caratteristiche geometriche del sito .....	16
5.2 Modellazione matematica: caratteristiche codice di calcolo utilizzato e ipotesi adottate nel caso in esame .....	16
5.3 Risultati delle verifiche idrauliche .....	18
<b>6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>20</b>

## **FIGURE (FUORI TESTO)**

Fig. 1: Corografia bacino T. Morla

Fig. 1: Bacino T. Morla in corrispondenza del ponte di via Baioni

Fig. 3: Direttiva Alluvioni: Carta della Pericolosità da Alluvioni (da fig.5 RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA “*Studio Morla 2015*”)

Fig. 4: Perimetrazione delle aree storicamente Allegate riportate nello Studio dell’Autorità di Bacino del PO – MONOGRAFIA DEL T.MORLA SOTTOPROGETTO SP 1.4 (da fig.7 RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA “*Studio Morla 2015*”)

Fig. 5: “*Studio Morla 2015*”- Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici in funzione di piene per vari tempi di ritorno:

- a) TR= 20 anni (stralcio da Elaborato 01 dello “*Studio Morla 2015*”)
- b) TR= 100 anni (stralcio da Elaborato 02 dello “*Studio Morla 2015*”)
- c) TR= 200 anni (stralcio da Elaborato 03 dello “*Studio Morla 2015*”)

Fig. 6: Riepilogo valutazioni effettuate per la determinazione delle portate di calcolo

Fig. 7: Tabella riepilogativa dei livelli risultanti dalla modellazione matematica

## **ALLEGATO A: ELABORATI CODICE DI CALCOLO HECRAS**

### **Calcolo con passerella sez.70/ Calcolo senza passerella sez.70**

- Tabelle Livelli di piena
- Profilo longitudinale
- Sezioni di calcolo con livelli di piena

## **TAVOLE**

- Tavole Rilievo topografico a cura dello “Studio Tecnico LGB” di Colere.

## **1. PREMESSA**

Nel presente rapporto, redatto su incarico del Committente COLORIFICIO MIGLIAVACCA srl, sono riportate le risultanze della verifica idraulica riguardante l'attuale configurazione del tratto di torrente Morla limitrofo all'insediamento "Ex colorificio Migliavacca", in via Nazario Sauro, 32 a Bergamo, in sponda destra del Morla ed immediatamente a monte del ponte di via Baioni.

Le motivazioni del presente studio nascono dalla volontà della Committenza di acquisire le informazioni utili ad inquadrare la situazione dell'insediamento nell'ambito dell'assetto idraulico del Morla, in particolar modo in previsione di eventuali interventi di ristrutturazione e riqualificazione dell'area.

Va subito evidenziato che riguardo all'attuale assetto idraulico dell'area in questione esistono già delle valutazioni di particolare importanza, fornite dallo:

*"STUDIO IDROGEOLOGICO, IDRAULICO ED AMBIENTALE A SCALA DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE MORLA E DELLE ROGGE AD ESSO CONNESSE - Studio Telò – gennaio 2015"*

sviluppato per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e della Regione Lombardia – UTR Bergamo. Di quelle più significative si riportano degli ampi stralci nei successivi capitoli, laddove utili ad inquadrare e supportare le attività effettuate per il caso in esame.

Metodologie e risultanze delle varie attività sono descritte in dettaglio nei successivi capitoli.

## **2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO GENERALE DEL BACINO DEL MORLA**

Il torrente Morla nasce dalle colline ove sorgono Ponteranica e Odera, costituite dalle pendici meridionali del Canto Alto (Val di Baderen), del monte Solino (Valle Morla) e del Col di Ranica.

Il suo corso presenta un andamento prevalente in direzione nord-sud (vedi fig. 1); partendo dal territorio di Sorisole e Ponteranica attraversa la città di Bergamo, interessando il quartiere di Valtesse, percorrendo Viale Giulio Cesare e lambendo Borgo S. Caterina. Questo tratto è per gran parte caratterizzato da una forzata canalizzazione e da una copertura che lo interessa per quasi metà della sua lunghezza.

Successivamente il Morla svolta verso Borgo Palazzo e poi, verso sud, si dirige verso il quartiere di Campagnola. Lasciando il Comune di Bergamo si divide in 2 rami:

- il primo, diretto a sud, verso Orio al Serio
- il secondo, verso sud-ovest, verso Azzano S. Paolo (con un tratto sotterraneo, corrispondente all'attraversamento di autostrada ed asse interurbano)

Ad Azzano i due rami si riuniscono ed il corso d'acqua prosegue in direzione sud fino a raggiungere Zanica, dove compie una brusca svolta verso sud-ovest per evitarne l'abitato. Successivamente entra nel territorio di Comun Nuovo; a nord del paese a questo punto il torrente è ormai completamente artificializzato. Lasciato Comun Nuovo il tracciato diventa via via sempre meno evidente, tanto da rendere difficile la distinzione tra il corso principale e quelli secondari.

Attualmente le sue acque, a valle dell'abitato di Spirano, si immettono infine nel Canale di Gronda Sud; da indicazioni fornite da alcune mappe storiche sembrerebbe che in passato il suo corso proseguisse attraverso la pianura centrale bergamasca, superando il Fosso Bergamasco e lambendo i centri abitati di Pagazzano, Bariano e Fornovo S. Giovanni, per confluire infine nel Serio a sud di Mozzanica.

Per quanto riguarda la determinazione delle sue caratteristiche “geometriche” diverse fonti quantificano la lunghezza del Morla in 14 km (di cui 8 nel territorio di Bergamo) e la sua superficie in 22 km<sup>2</sup>; la delimitazione del bacino fornita dal “*Geoportale della Regione Lombardia*” (vedi fig.1) porta invece ad una stima della superficie pari a 33 km<sup>2</sup>. (Ovviamente la differenza nasce dalla sezione di chiusura considerata, oltre che dall’oggettiva difficoltà di delimitare la superficie del bacino sotteso nella zona di pianura).

La situazione relativa alla sezione del Morla al ponte di via Baioni, quella di specifico interesse per il presente rapporto, è invece visualizzata in fig. 2; per tale sezione risulta:

- una lunghezza dell’asta principale all’incirca pari a 9.4 km;
- un’estensione del bacino drenante all’incirca pari a 14.3 km<sup>2</sup>.

### **3. CENNI STORICI E VALUTAZIONI RECENTI SULLE PROBLEMATICHE IDRAULICHE DEL TORRENTE MORLA**

Secondo varie pubblicazioni, in epoca storica il Comprensorio del Morla riusciva a smaltire senza problemi la portata drenata anche durante i periodi di pioggia intensa, grazie ad un generale equilibrio della situazione antropica gravante sul tratto cittadino ed alla capacità di infiltrazione consentita dalla rete capillare dei canali al servizio di gronda del sottostante Fosso Bergamasco.

Ciò nonostante il Morla fu comunque protagonista di straripamenti che causarono danni anche ingenti; sono citate in particolare le piene significative degli anni 1896, 1932, 1937, 1940, 1946, 1949, ma soprattutto quella del 3 Maggio 1936, per la quale le cronache riferiscono di una devastazione senza precedenti, tanto da inondare il piccolo cimitero di Valtesse fino a far affiorare le ossa dei defunti.

Con l'obiettivo di porre rimedio a queste problematiche, aggravate dall'impetuoso processo di espansione urbana intervenuto dopo la seconda guerra mondiale, si decise di canalizzare parte del percorso cittadino del fiume, coprendone alcuni tratti; le opere si conclusero nei primi anni sessanta, modificando definitivamente la natura del torrente.

La zona maggiormente interessata fu Borgo S. Caterina, che vide la totale scomparsa del corso d'acqua e l'eliminazione del caratteristico "ponte di Borgo S. Caterina", da secoli delimitazione territoriale del quartiere stesso (ed ancora visibile al di sotto di piazzale Oberdan, all'incrocio tra via G. Cesare e via C. Battisti).

Per il tratto riguardante i territori a valle della città, nel 1966 il Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca avviò un progetto di riordino; esso prevedeva la separazione delle funzioni irrigue e idrauliche mediante la costruzione di un canale che avrebbe convogliato le acque in eccesso nel Fosso Bergamasco, a sua volta da riattivare perché in parte interrato. Questo progetto venne poi abbandonato, per essere sostituito dal progetto dello scolmatore del Morla, da Campagnola al F. Serio, canale di grande dimensioni, poi effettivamente realizzato ed ultimato nel 1991.

Come citato già citato in Premessa, valutazioni più recenti, riguardanti le criticità esistenti nella configurazione attuale, sono poi riportate nello studio:

*“STUDIO IDROGEOLOGICO, IDRAULICO ED AMBIENTALE A SCALA DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE MORLA E DELLE ROGGE AD ESSO CONNESSE - Studio Telò – gennaio 2015”*

sviluppato per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e della Regione Lombardia – UTR Bergamo.

In tale studio, nel seguito abbreviato per comodità in *“Studio Morla 2015”*, ed in particolare nella *“RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA”*, si fa un primo bilancio delle criticità idrauliche esistenti, sottolineando che esse *“... sono aggravate dall’incremento delle piogge critiche evidenziato negli ultimi decenni, caratterizzate dall’intensificazione delle concentrazioni temporali e spaziali delle precipitazioni, con conseguente incremento della pericolosità idraulica, soprattutto per i corsi d’acqua aventi bacino imbrifero di piccole o medie dimensioni ...”*

Lo *“Studio Morla 2015”* segnala inoltre che le criticità note insistono prevalentemente sul tratto urbano di Bergamo ed in corrispondenza dell’abitato di Spirano, e specifica che esse sono tradotte, in termini di frequenza di allagamento, nella Cartografia della *“Direttiva Alluvioni”* (Direttiva 2007/60/CE e d.lgs. 49/2010 di recepimento) di cui in Fig.3 è riportato uno stralcio relativo alla città di Bergamo.

Nello stesso *“Studio Morla 2015”* si evidenzia poi come le mappe della *“Direttiva Alluvioni”* riprendano almeno parzialmente il quadro conoscitivo definito dal precedente studio dell’Autorità di Bacino.

*Autorità di Bacino F. Po -2002- Studio idraulico del T. Morla denominato  
“MONOGRAFIA DEL TORRENTE MORLA – SOTTOPROGETTO SP 1.4”.*

dove si erano perimetrare le aree *“storicamente allagate”* nel tratto a suo tempo indagato (vedi fig. 4).

Sempre nello *“Studio Morla 2015”*, con riferimento al tratto urbano di Bergamo, si sottolinea che *“... storicamente si è assistito a fenomeni di spagliamento del corso d’acqua lungo le aree golenali (tutt’ora aree verdi) presenti in sponda destra all’altezza di Valverde (lungo l’attuale*

*percorso ciclo-pedonale denominato "Greenway del Morla", e in maniera più gravosa all'interno delle aree urbane in corrispondenza della confluenza del T. Tremana.*

*A tali elementi di rischio idraulico si aggiungono , soprattutto per gli estesi tratti tombinati in ambito urbano, elementi di potenziale criticità legati al trasporto solido e, soprattutto, al trasporto flottante ... "*

Per gli scopi del presente rapporto va per la verità segnalato che sulle mappe sopraccitate (vedi Figg. 3÷4) risulta evidentemente individuato l'interessamento di aree anche a monte del ponte di via Baioni, proprio in prossimità dell'insediamento "Ex Colorificio Migliavacca" che si sta esaminando.

Riguardo alle informazioni desumibili dagli elaborati dello "Studio Morla 2015" si evidenzia che in esso sono illustrate le risultanze di analisi idrodinamiche di dettaglio, sviluppate procedendo all'implementazione di apposita modellazione numerica di carattere mono-dimensionale (codice HecRAS). Rimandando allo studio per i dettagli, si richiamano nel seguito i risultati ricavati per il territorio cittadino:

"... .."

- *il primo processo di parziale esondazione rispetto all'alveo inciso si verifica all'altezza delle aree golenali di Valverde, ubicate in sponda sinistra sino a ricomprendere parte del percorso "Greenway del Morla";*
- *ulteriori processi di parziale esondazione in caso di piena si verificano immediatamente a valle delle aree golenali in esame, arrivando a coinvolgere alcune abitazioni in sponda sinistra del torrente all'altezza di via Berlendis, a causa dell'insufficiente altezza dei muri spondali che risultano, in taluni tratti, inferiori rispetto alla sommità spondale opposta;*
- *procedendo verso valle per circa 1.5 km il torrente non presenta ulteriori processi di esondazione o spagliamento, sino ad arrivare al nodo idraulico in corrispondenza della confluenza del T. Tremana, a valle del quale si succedono i diversi tratti tombinati interni all'abitato di Bergamo;*
- *... gli apporti di piena del T. Morla e dell'affluente Tremana raggiungono valori di portata non compatibili con la geometria dei manufatti di attraversamento in corrispondenza della rispettiva confluenza con la parte iniziale del tratto tombinato di Piazzale Oberdan. Tale criticità, provocata dall'intera successione degli attraversamenti e dell'ingresso del tratto*

*tombinato, viene ulteriormente aggravata dalla puntuale riduzione della sezione di deflusso di quest'ultimo in corrispondenza del ponte storico di via Borgo S. Caterina;*

- *le simulazioni idrodinamiche evidenziano quindi il dettaglio dell'inadeguatezza del nodo in esame, ulteriormente aggravato dalla minor altezza dei muri arginali in sponda sinistra rispetto a quelli in sponda opposta, lungo viale G. Cesare;*
- *una volta limitata la portata transitante all'interno del primo tratto tombinato cittadino (sotto piazzale Oberdan), i successivi tratti urbani di Bergamo, compresi quelli tombinati risultano in grado di consentire il transito della portata residua ..."*

Alla luce di tali risultati lo "Studio Morla 2015" non segnalerebbe dunque particolari criticità idrauliche riguardanti il tratto di interesse per il presente rapporto, cioè quello in destra idrografica appena a monte del ponte di Via Baioni. L'assenza di segnalazioni in merito è peraltro confermata anche da quanto riportato sulle seguenti tavole dello studio stesso:

- Tav. 01 – Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici per  $T_R = 20$  anni
- Tav. 02 – Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici per  $T_R = 100$  anni
- Tav. 03 – Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici per  $T_R = 200$  anni

Osservando gli stralci presentati nelle Figg. 5a÷c si nota infatti che il tratto di nostro interesse (delimitato sulla figura delle sez. S06 e S07) risulta:

- "senza esondazioni" ai nodi (bollino "blu" invece che "rosso");
- con max riempimento compreso tra il 51 ed il 75% per  $T_R = 20$  anni (linea gialla in Fig. 5/a) e tra il 76% ed il 99% per  $T_R = 100$  anni e 200 anni (linea arancione sulle Figg. 5b÷c), segnalando in pratica l'assenza di esondazioni.

Per la verità dai sopralluoghi effettuati dagli scriventi risulta che il tratto in questione è in effetti canalizzato nella sezione principale e contenuto su ambo i lati da murature perimetrali di edifici o da muri di recinzione che raggiungono quote di sommità ben più elevate dei limitrofi piano-campagna. La presenza di varchi di accesso al fiume e/o di collegamento tra le due sponde rende però opportuna l'esecuzione di verifiche di maggior dettaglio, basate sull'acquisizione della geometria di un congruo numero di sezioni intermedie rispetto a quelle dello "Studio Morla 2015" (cioè la 06 e la 07 che sono agli estremi di monte e di valle del tratto in esame).

Di tali verifiche, delle ipotesi e delle modalità con cui esse sono state condotte si riferisce nei successivi capitoli.

Per completare il quadro delle informazioni utili a valutare il caso in esame è infine opportuno richiamare gli “INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO” previsti dallo “Studio Morla 2015”, che possono riassumersi come segue:

1. selettore di materiale flottante con canale di by-pass e di incremento dei processi laminativi naturali: tale intervento, previsto in corrispondenza delle aree golenali di Valverde, permette da un lato di minimizzare l'aggravio delle problematiche idrauliche ad opera del possibile transito ed accumulo di materiale flottante, soprattutto in corrispondenza di attraversamenti ed all'interno di tratti tombinati, e dall'altro contribuisce a ridurre le portate di piena convogliate verso i successivi tratti urbani, mitigando in particolare le criticità idrauliche evidenziate in corrispondenza della confluenza del T.Tremana;
2. adeguamento in quota di presidi idraulici, andando a sopralzare i tratti di insufficienza spondale evidenziati lungo entrambe le sponde in corrispondenza del tratto critico alla confluenza del T.Tremana e, più a monte, lungo la sponda sinistra all'altezza di via Berlendis, i cui muri spondali hanno altezza inferiore rispetto alla sommità spondale opposta;
3. realizzazione di diversivo del T.Tremana mediante condotta di grandi dimensioni, al fine di ripristinare le condizioni idrodinamiche del torrente pregresse alla deviazione e tombinatura dello stesso, seguendo il tracciato di viale Giulio Cesare dallo stadio sino alla confluenza nel T.Morla;
4. selettore di materiale flottante a monte del tratto tombinato del T.Tremana, al fine di evitare l'ulteriore incremento derivante dal transito e probabile accumulo di materiale flottante.

Tali interventi risultano oltretutto di imminente realizzazione, come testimoniato dal fatto che proprio in questi giorni (fine ottobre 2017) è in scadenza uno specifico bando del comune di Bergamo che li riguarda e che prevede l'affidamento di:

*“Servizi di ingegneria ed architettura per la redazione del Progetto di fattibilità tecnico-economica, del progetto definitivo ed esecutivo e coordinamento sicurezza in fase di progettazione nell'ambito dello studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del torrente Morla e delle rogge ad esse connesse – intervento 1 selettore di materiale flottante e opere atte ad incrementare il potere laminativo a protezione dell'abitato di Bergamo – intervento 3 Scolmatore torrente Tremana a protezione dell'abitato di Bergamo.”*

Per le valutazioni riguardanti il tratto che costituisce l'oggetto del presente rapporto, di particolare importanza è evidentemente l'intervento riguardante le aree di Valverde (sintetizzabile come “AREA LAMINAZIONE VALVERDE”) perché una volta realizzato porterebbe ad una riduzione delle portate di progetto anche per il tratto in esame. Al riguardo, rimandando per i

dettagli agli elaborati originali, è qui opportuno richiamare che per tale interventi lo “Studio Morla 2015” ipotizza due possibili alternative:

- A) ottimizzazione complessiva delle capacità laminative delle aree golenali, **estese parzialmente anche su terreni privati;**
- B) razionalizzazione delle aree golenali, con **riprofilatura limitata alle particelle catastali di proprietà del demanio** (ottenendo però una minor efficacia della laminazione delle onde di piena del Morla).

Senza entrare nel merito delle scelte né dello “Studio Morla 2015”, né in quelle che potranno essere adottate dagli affidatari del sopracitato incarico del Comune di Bergamo, per gli scopi del presente rapporto si ritiene utile riportare anche quanto lo “Studio Morla 2015” associa alle 2 soluzioni in termine di riduzione delle portate di piena:

- **Soluzione A:** “...il dimensionamento dei diversi manufatti di regolazione **consente di laminare l'idrogramma di piena per TR 100 anni**, che nello stato di fatto presenta un valore di portata al colmo pari a circa  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , **sino ad un valore di portata pari a circa  $41 \text{ m}^3/\text{s}$**  ...”
- **Soluzione B:** “...il dimensionamento dei diversi manufatti di regolazione **consente di laminare l'idrogramma di piena per TR 100 anni**, da un valore di portata al colmo di circa  $50 \text{ m}^3/\text{s}$ , **sino ad un valore di portata pari a circa  $43 \text{ m}^3/\text{s}$**  ...”

Proprio alla luce di queste ultime valutazioni, e soprattutto dell'imminente realizzazione degli interventi in questione, nelle verifiche idrauliche illustrate nei capitoli successivi si è ritenuto di considerare una portata di calcolo aggiuntiva rispetto a quelle caratterizzanti la situazione attuale (TR= 20, 100, 200 anni), adottando una  $Q_{100 \text{ LAMINATA}} = 43 \text{ m}^3/\text{s}$ .

#### 4. CONSIDERAZIONI SULLE PORTATE DI PIENA DEL MORLA

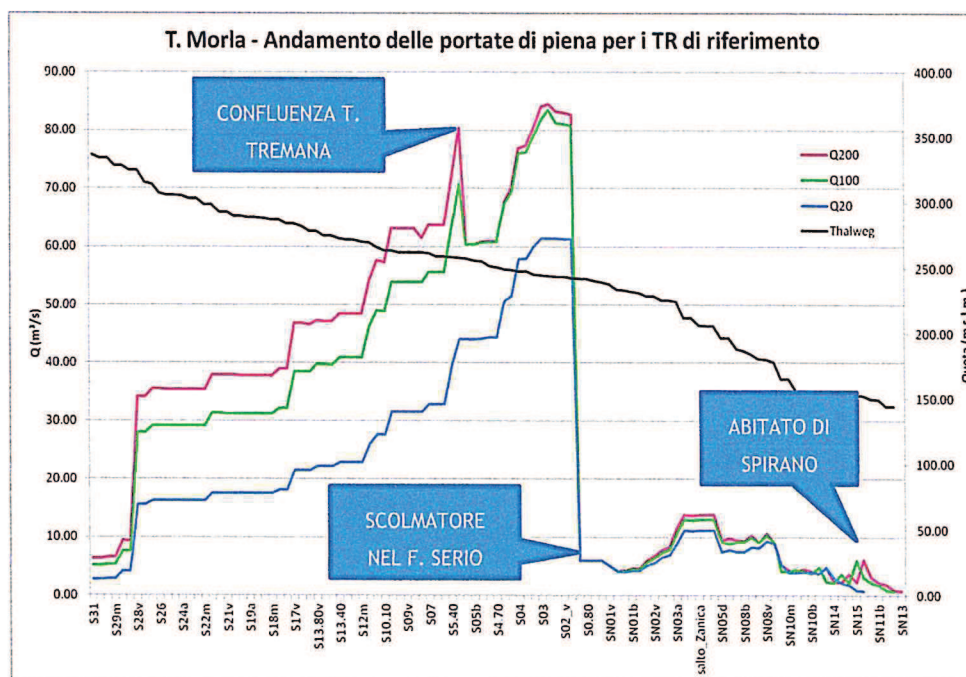
Alla luce di tutte le considerazioni riportate in precedenza ed in particolare nel Cap.3, risulta evidente che nella scelta delle portate di calcolo da adottare per le verifiche idrauliche che costituiscono l'oggetto del presente rapporto, è opportuno far riferimento a quelle individuate nel più volte citato:

*"STUDIO IDROGEOLOGICO, IDRAULICO ED AMBIENTALE A SCALA DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE MORLA E DELLE ROGGE AD ESSO CONNESSE - Studio Telò – gennaio 2015"*

sviluppato per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e della Regione Lombardia – UTR Bergamo. (E' anche importante sottolineare che tale scelta è stata preventivamente condivisa con i tecnici dell'UTR-Bergamo, Ente competente per la Polizia Idraulica del Morla.

Al riguardo va però subito sottolineato che l'individuazione pratica dei valori da utilizzare si è rilevata per niente immediata, soprattutto a causa di un certa cripticità che caratterizza le informazioni consultabili dallo "Studio Morla 2015" sia sui valori di portata di calcolo, sia sui livelli di piena corrispondenti alle simulazioni numeriche effettuate.

Dei livelli sono infatti forniti solo i profili longitudinali in forma grafica (non si sono trovate tabelle con i risultati espressi in forma esplicita); per le portate sono invece disponibili il grafico di fig. 26 della Relazione Idrologico-idraulica:



e la tabella, sempre della stessa Relazione Idrologico-idraulica:

Sezione	Q (m <sup>3</sup> /s)		
	TR20	TR100	TR200
S31	4.1	7.6	9.5
S28	16.3	29.1	35.4
S22	22.2	39.7	47.5
S17	22.9	40.9	48.4
S12	26.0	46.0	54.0
S11	27.7	43.0	58.0
S10	32.8	49.6	63.8
S5a	44.0	64.7	80.4
S4.8	51.0	67.0	68.0
S4.6	51.5	69.0	70.0
S4	57.8	75.9	77.0
S3.6	60.0	79.1	81.0
S3	61.5	83.5	84.5
S1	6.0	6.0	6.0
SN1	4.3	4.5	4.6
SN2	6.6	7.5	8.5
SN3	11.1	12.8	13.9
SN4	15.1	17.6	18.5
SN5	8.2	8.9	9.2
SN10	3.9	4.2	4.3
SN12	0.9	1.0	1.1

Al fine di determinare le portate da utilizzare per il tratto di interesse (Morla a monte di via Baioni, delimitato Dalle sezioni 06 e 07 dello “*Studio Morla 2015*”), si è proceduto a digitalizzare:

- sia il “profilo di rigurgito nel tratto di Morla in corrispondenza delle aree golenali di Valverde per TR 20, 100 e 200 anni” (fig. 44 - Relazione Idrologico-idraulica “*Studio Morla 2015*”);
- sia il grafico sopra citato riguardante l’andamento della portata di piena per il TR di riferimento” (fig. 26 - Relazione Idrologico-idraulica “*Studio Morla 2015*”).

Incrociando i dati disponibili si è ricostruita la situazione riepilogata in fig. 6. Dai controlli effettuati si osserva per la verità una certa discrepanza tra i valori riportati in tabella e quelli desumibili dal grafico (vedi diff = grafico – tab.2 in fig. 6); per quanto riguarda il tratto di specifico interesse per il presente rapporto (compreso tra le sezioni 06 e 07 dello “*Studio Morla*”

2015”), si può però valutare come buona l’ approssimazione che individua in 32.8, 56.6 e 63.7 m<sup>3</sup>/s le portate rispettivamente associabili ai tempi di ritorno TR = 20, 100 e 200 anni (fig. 6).

Alla luce di tali conclusioni le verifiche idrauliche del tratto in esame (Morla a monte di via Baioni) sono state condotte considerando le seguenti portate di calcolo:

$$Q_{20 \text{ anni}} = 33 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100 \text{ anni}} = 56 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200 \text{ anni}} = 64 \text{ m}^3/\text{s}$$

Per le considerazioni dettagliate in conclusione del capitolo precedente (conseguenti all’ imminente realizzazione di un’ area di laminazione in Valverde), oltre ad esse è stata considerata la portata aggiuntiva:

$$Q_{100 \text{ LAMINATA}} = 43 \text{ m}^3/\text{s}$$

## **5. ANALISI IDRAULICHE**

### **5.1 Ricostruzione delle caratteristiche geometriche del sito**

Per acquisire le informazioni geometriche relative all'alveo nel tratto di interesse, necessarie per l'esecuzione dei calcoli idraulici, nel settembre 2017 è stato effettuato uno specifico rilievo topografico a cura dello "Studio Tecnico LGB" di Colere.

Mediante tale rilievo, appoggiato all'aerofotogrammetrico comunale, è stata ricostruita la geometria di 10 sezioni trasversali significative.

Gli elementi più significativi del rilievo sono documentati nelle tavola illustrativa del rilievo topografico (planimetria e sezioni trasversali del corso d'acqua).

### **5.2 Modellazione matematica: caratteristiche codice di calcolo utilizzato e ipotesi adottate nel caso in esame**

Per il calcolo delle massime altezze idriche, come usuale nella normale pratica della modellazione matematica in campo idraulico, si è fatto riferimento alla condizione di moto permanente, ipotizzando per ogni sezione di calcolo un valore della portata pari alla massima di progetto, considerando accettabile di simulare il comportamento idraulico del corso d'acqua durante il passaggio di un'onda di piena (moto vario) come una successione di fasi di moto permanente a portata costante per ciascuna di esse.

Le verifiche idrauliche sono state effettuate mediante l'ausilio del *software HecRAS 5.0.3* che consente il calcolo dell'andamento dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o canali artificiali e la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali, ecc.

Rimandando alla letteratura specialistica per i dettagli di tale modello (oggetto di una copiosa bibliografia descrittiva), è però importante sottolineare che per l'applicazione al caso in esame ci si è basati sulle seguenti determinazioni:

1. **la geometria dell'alveo**, come detto in precedenza (Par. 4.1), è stata ricostruita partendo dalle risultanze di un apposito rilievo topografico, mediante il quale è stata determinata la geometria di 10 sezioni trasversali rappresentative del tratto di interesse (vedi tavola rilievo ed "Elaborati codice di calcolo Hec-Ras");
2. come **scabrezza caratteristica della sezione di deflusso**, considerate le caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle sponde e sulla base delle indicazioni fornite in letteratura, si è adottato un coefficiente di scabrezza  $n = 0.0286$  (k di Strickler = 35);
3. come **condizioni al contorno** nelle sezioni alle estremità di monte e di valle del tratto in esame, si sono imposti i livelli di moto uniforme.

Per le portate di "calcolo" si sono adottati i valori desunti dalla documentazione allegata al più volte citato "Studio Morla 2015", ricavati secondo le modalità illustrate dettagliatamente nel precedente Cap.4, cui si rimanda per tutti i dettagli:

$$Q_{20 \text{ anni}} = \dots\dots\dots 33 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100 \text{ anni}} = \dots\dots\dots 56 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{200 \text{ anni}} = \dots\dots\dots 64 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{100 \text{ LAMINATA}} = \dots 43 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 5.3 Risultati delle verifiche idrauliche

Prima di esporre i risultati delle verifiche effettuate, proprio per specificare quali condizioni sono state studiate, va sottolineato che durante i sopralluoghi effettuati sul tratto in esame si è riscontrata la presenza di una passerella (vedi sez. 70 rilievo) destinata a collegare le porzioni dell'insediamento "*Ex colorificio Migliavacca*" in destra e sinistra idrografica del Morla. Considerato che, in caso di eventuale riqualificazione dell'insediamento questo manufatto sarebbe senz'altro per lo meno ristrutturato, si è ritenuto opportuno effettuare le verifiche idrauliche in 2 diverse condizioni:

- 1) "*con la passerella esistente (sez.70 rilievo)*"
- 2) "*senza la passerella esistente (sez.70 rilievo)*"

I risultati delle verifiche sono illustrate in dettaglio nell'allegato A "ELABORATI CODICE DI CALCOLO HECRAS", in fig. 7 sono invece riepilogati i livelli calcolati in corrispondenza delle sezioni rilevate. Analizzando i risultati, ed in particolare i livelli visualizzati nelle sezioni di calcolo si osserva che nel tratto in esame le portate di piena rimangono all'interno della sezione principale dell'alveo solo per tempi di ritorno  $T=20$  anni, mentre per tempi di ritorno superiori il deflusso è comunque contenuto dalla presenza su ambo i lati di murature perimetrali di edifici e/o di muri di recinzione che sopralzano la quota di sommità ben oltre i limitrofi piano-campagna.

Alla luce di tale situazione risulta evidente che la presenza di varchi di accesso al fiume e/o di collegamento tra le due sponde (come ad es. il ponticello tra le porzioni dell'"*Ex colorificio*" in destra e sinistra del Morla) rende potenzialmente allagabili le aree limitrofe al corso d'acqua, sia in sinistra (su tutto il tratto), sia in destra (sostanzialmente a partire dalla sezione 70).

Esaminando ad esempio la situazione in corrispondenza della sezione 70 (ponticello interno ex colorificio) si osserva in particolare (vedi fig. 7) che con tempo di ritorno  $T=100$  anni, cioè il riferimento di progetto per un corso d'acqua come il Morla, il livello di piena risulta superiore alla quota dell'impalcato (262.40 m slm) sia nella condizione "*con passerella*" sia in quella "*senza passerella*", con un dislivello "dz" rispettivamente pari a 0.80 e 0.49 m. Il valore di tale

dislivello aumenta notevolmente se confrontato alla quota del cortile interno dell'insediamento (261.80 m slm); in quel caso risulta infatti di 1.40 e 1.09 m, nelle 2 condizioni esaminate.

Considerando poi l'ovvia necessità di garantire un adeguato franco di sicurezza bisogna dunque concludere che la questione deve essere attentamente valutata al momento della futura progettazione degli interventi di riqualificazione dell'insediamento "*ex colorificio Migliavacca*", sia riconfigurando opportunamente la geometria delle sezioni di deflusso, sia adottando provvedimenti atti a garantire franchi idraulici adeguati (adeguamento delle sommità spondali e/o sopralzo del piano campagna dell'insediamento).

## 6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nel presente studio sono riportate le valutazioni effettuate in merito alla verifica idraulica dell'attuale configurazione del tratto di torrente Morla limitrofo all'insediamento "Ex colorificio Migliavacca", in via Nazario Sauro, 32 a Bergamo, in sponda destra del Morla ed immediatamente a monte del ponte di via Baioni. La verifica è in particolare stata finalizzata all'acquisizione di informazioni utili ad inquadrare la situazione dell'insediamento nell'ambito dell'assetto idraulico del Morla, in previsione di futuri interventi di ristrutturazione e riqualificazione dell'area.

Va subito evidenziato che riguardo all'attuale assetto idraulico dell'area in questione esistono già delle valutazioni di particolare significatività, fornite dallo:

*"STUDIO IDROGEOLOGICO, IDRAULICO ED AMBIENTALE A SCALA DI SOTTOBACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE MORLA E DELLE ROGGE AD ESSO CONNESSE - Studio Telò – gennaio 2015"*

sviluppato per conto del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e della Regione Lombardia – UTR Bergamo. Di esse è fornito un riepilogo nel Cap.3.

Dopo aver ricostruito il quadro conoscitivo delle informazioni già disponibili, si è poi provveduto agli opportuni approfondimenti, attraverso una modellazione matematica dei fenomeni idraulici del tratto di interesse, basata sulle stesse portate di piena dello "Studio Morla 2015" (vedi Cap.4) e sulla ricostruzione geometrica di dettaglio di un congruo numero di sezioni trasversali del corso d'acqua a monte del ponte di via Baioni (parag. 5.1).

Considerato che durante i sopralluoghi si è riscontrata la presenza di una passerella tra le porzioni in destra e sinistra dell'insediamento "Ex colorificio Migliavacca" e che, in caso di eventuale riqualificazione dell'insediamento, questo manufatto sarebbe senz'altro per lo meno ristrutturato, si è ritenuto opportuno effettuare le verifiche idrauliche in 2 diverse condizioni:

- 1) "con la passerella esistente (sez.70 rilievo)"
- 2) "senza la passerella esistente (sez.70 rilievo)"

I risultati delle verifiche sono illustrate in dettaglio nell'allegato A "ELABORATI CODICE DI CALCOLO HECRAS" e riepilogati nel precedente paragrafo 5.3. In sintesi risulta che le portate di piena rimangono all'interno della sezione principale dell'alveo solo per tempi di ritorno  $T=20$  anni, mentre per tempi di ritorno superiori il deflusso raggiunge quote superiori ai limitrofi piano-campagna (anche se il deflusso è sostanzialmente contenuto dalla presenza su ambo i lati di murature perimetrali di edifici e/o di muri di recinzione). La presenza di varchi di accesso al fiume e/o di collegamento tra le due sponde (come ad es. il ponticello tra le porzioni dell'"Ex colorificio" in destra e sinistra del Morla) rende potenzialmente allagabili le aree limitrofe al corso d'acqua, sia in sinistra (su tutto il tratto), sia in destra (sostanzialmente a partire dalla sezione 70).

Esaminando in particolare la situazione in corrispondenza della sezione 70 (ponticello interno ex colorificio) si osserva poi che con tempo di ritorno  $T=100$  anni (riferimento di progetto per corsi d'acqua come il Morla), il livello di piena risulta superiore alla quota dell'impalcato sia nella condizione "con passerella" sia in quella "senza passerella", con un dislivello "dz" rispettivamente pari a 0.80 e 0.49 m. Il valore di tale dislivello aumenta notevolmente se confrontato alla quota del cortile interno dell'insediamento; in quel caso risulta infatti di 1.40 e 1.09 m, nelle 2 condizioni esaminate.

Considerando poi l'ovvia necessità di garantire un adeguato franco di sicurezza bisogna dunque concludere che la questione deve essere attentamente valutata al momento della futura progettazione degli interventi di riqualificazione dell'insediamento "ex colorificio Migliavacca", sia riconfigurando opportunamente la geometria delle sezioni di deflusso, sia adottando provvedimenti atti a garantire franchi idraulici adeguati (adeguamento delle sommità spondali e/o soprizzo del piano campagna dell'insediamento).

Ottobre 2017

dr. ing. Pier Giuseppe FENAROLI



dr. ing. Samuele BETTINESCHI



---

## FIGURE (FUORI TESTO)

---

Fig. 1: Corografia bacino T. Morla

Fig. 1: Bacino T. Morla in corrispondenza del ponte di via Baioni

Fig. 3: Direttiva Alluvioni: Carta della Pericolosità da Alluvioni (da fig.5 RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA "*Studio Morla 2015*")

Fig. 4: Perimetrazione delle aree storicamente Allegate riportate nello Studio dell'Autorità di Bacino del PO – MONOGRAFIA DEL T.MORLA SOTTOPROGETTO SP 1.4 (da fig.7 RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA "*Studio Morla 2015*")

Fig. 5: "*Studio Morla 2015*"- Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici in funzione di piene per vari tempi di ritorno:

d) TR= 20 anni (stralcio da Elaborato 01 dello "*Studio Morla 2015*")

e) TR= 100 anni (stralcio da Elaborato 02 dello "*Studio Morla 2015*")

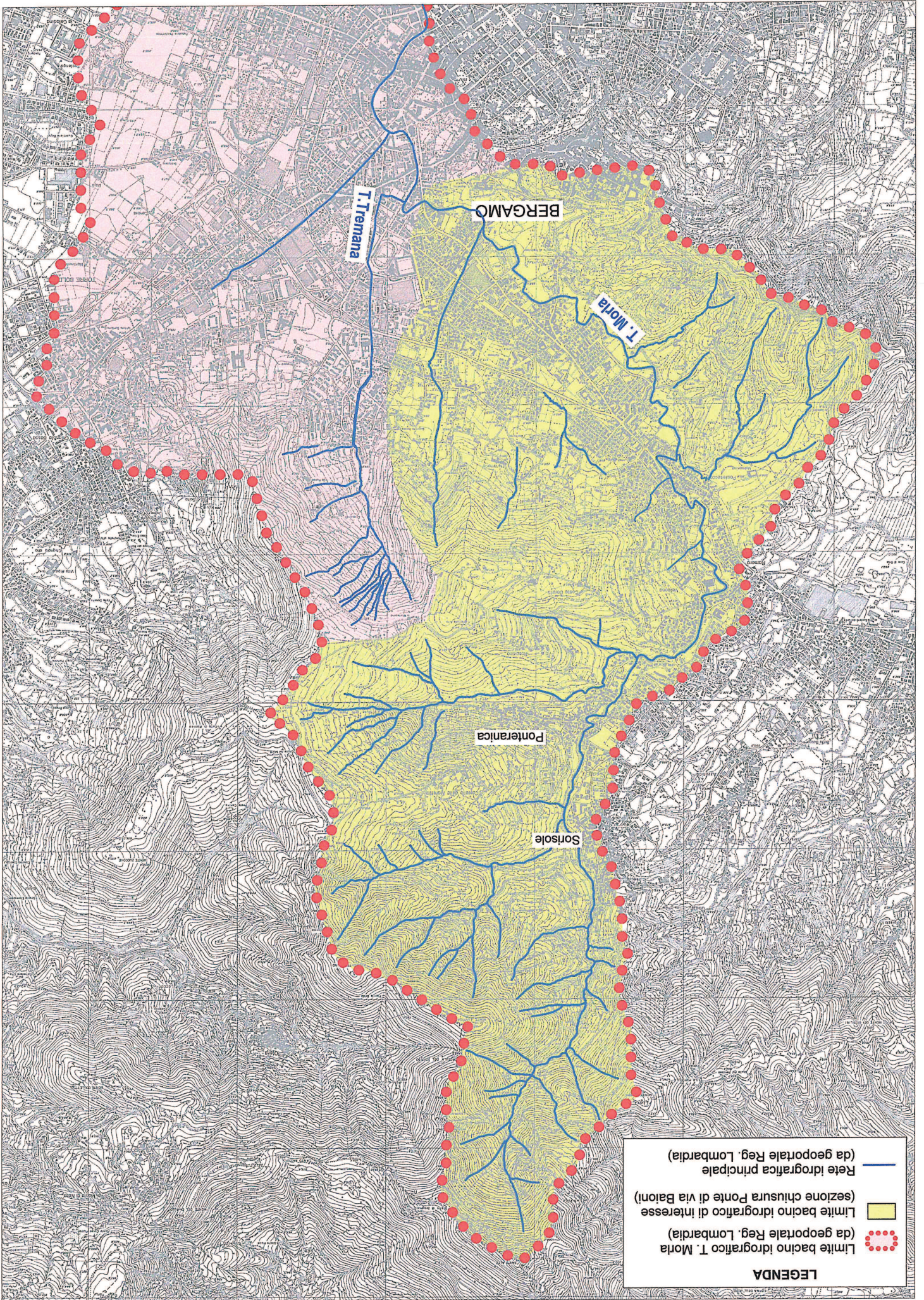
f) TR= 200 anni (stralcio da Elaborato 03 dello "*Studio Morla 2015*")

Fig. 6: Riepilogo valutazioni effettuate per la determinazione delle portate di calcolo

Fig. 7: Tabella riepilogativa dei livelli risultanti dalla modellazione matematica



Fig. 2: Bacino torrente Morta in corrispondenza del ponte di via Baloni a Bergamo (scala grafica)



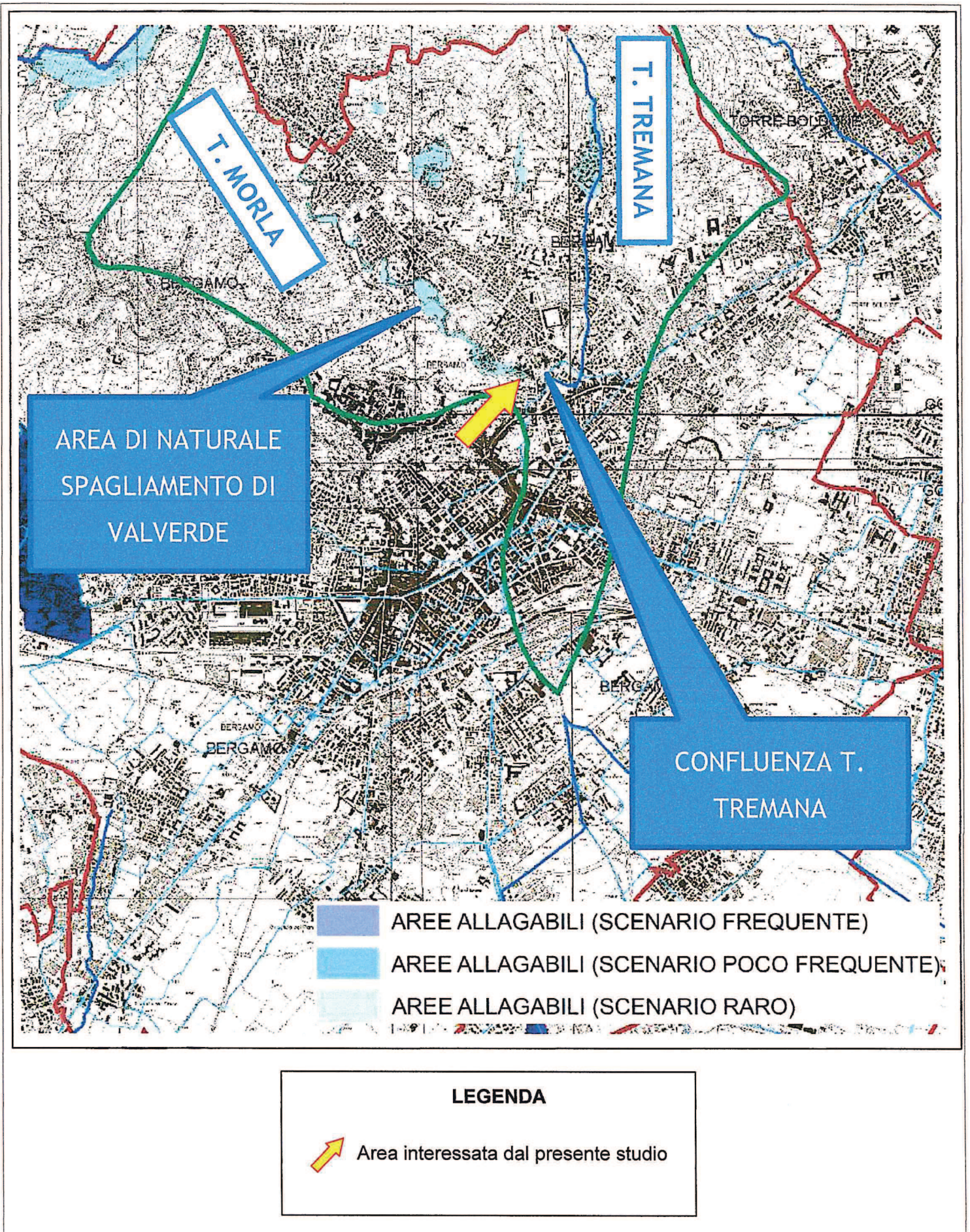


Fig. 3: Direttiva Alluvioni - Carta della Pericolosità da alluvioni (da Fig. 5 "Studio Morla 2015")



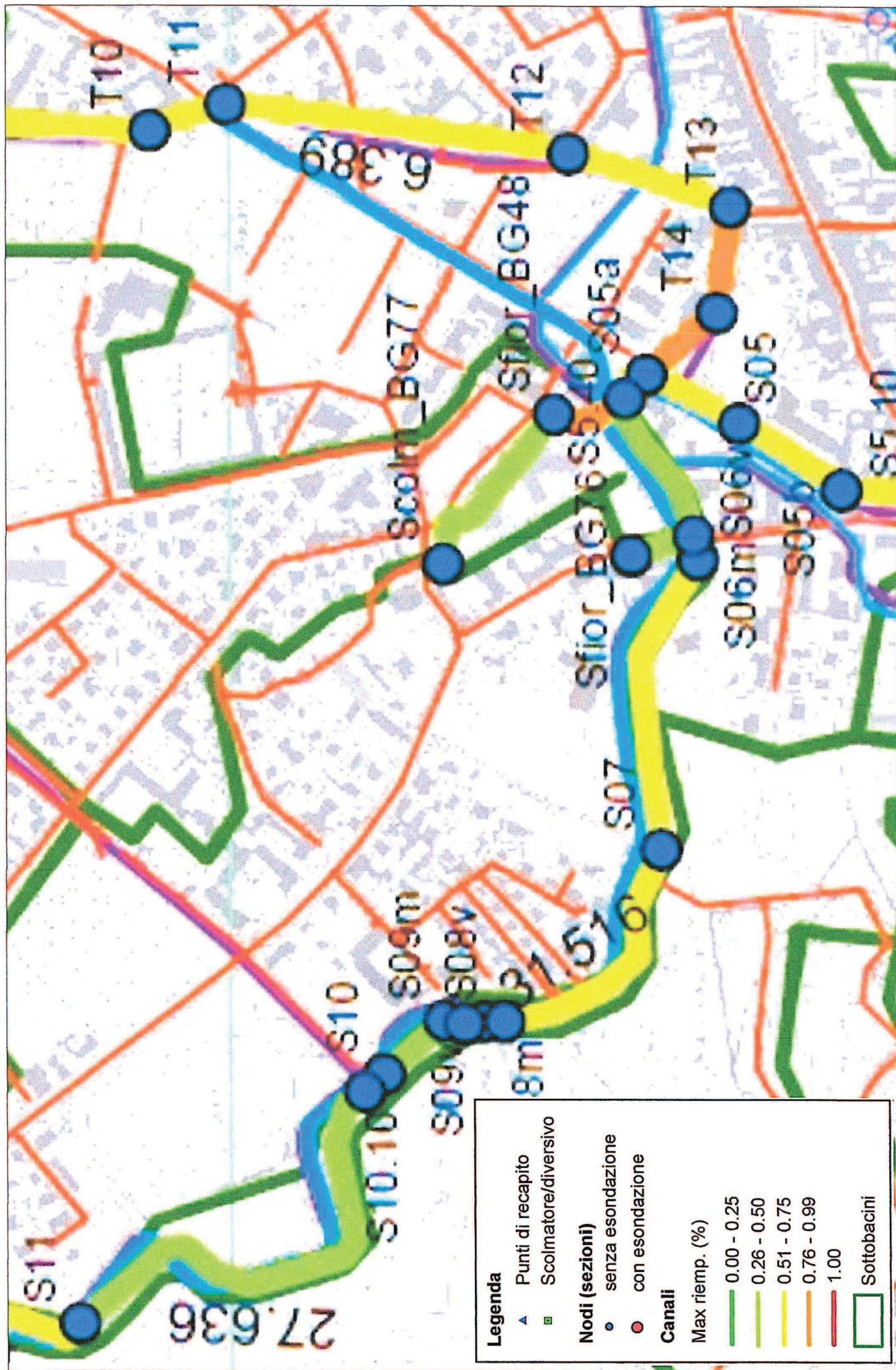


Fig. 5/a: "Studio Morla 2015": "Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici in funzione di piene per TR 20 anni" relativo all'area di indagine (Stralcio da Elaborato 01)

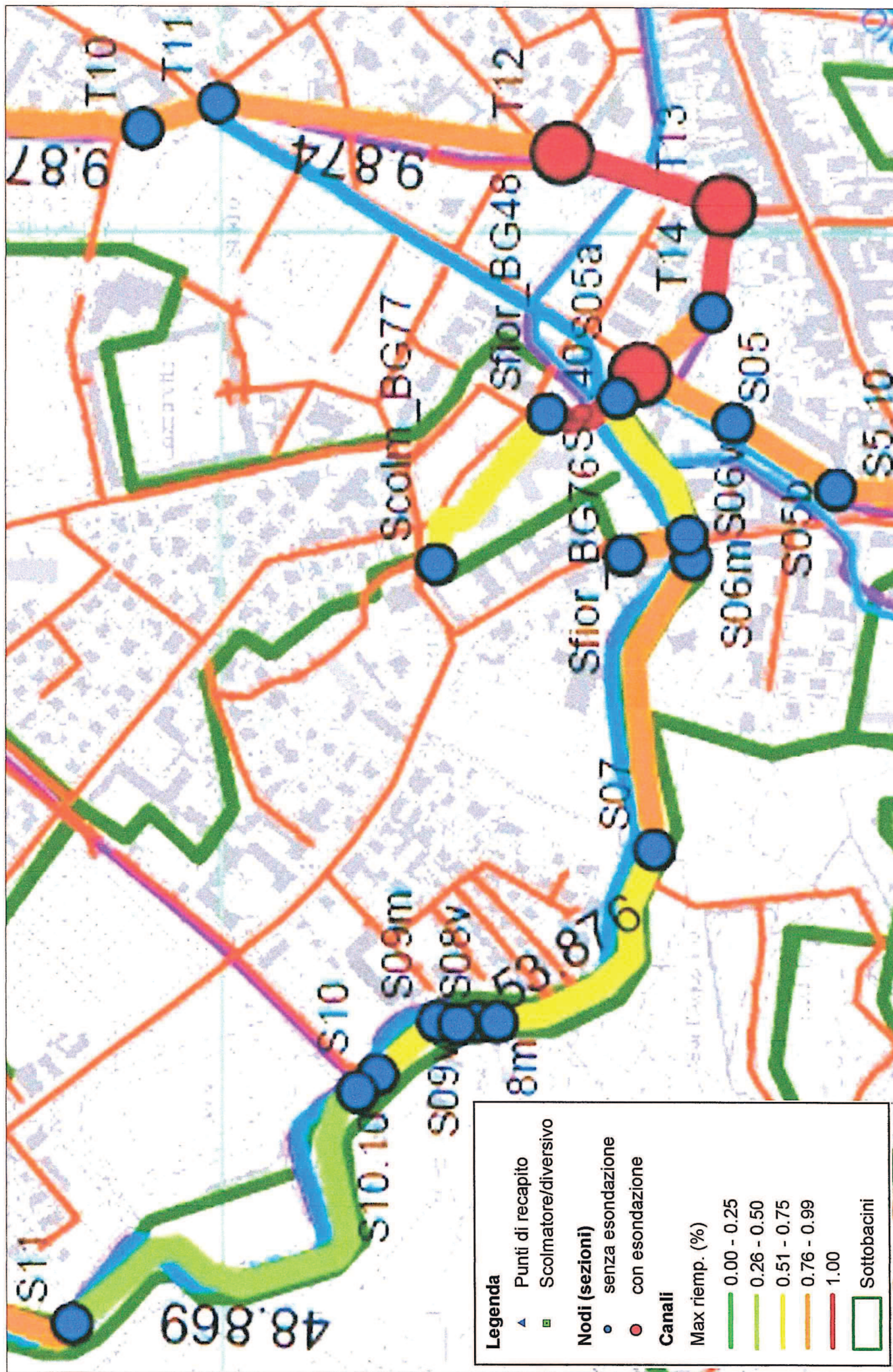


Fig. 5/b: "Studio Morla 2015": "Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici in funzione di piene per TR 100 anni" relativa all'area di indagine (Stralcio da Elaborato 02)

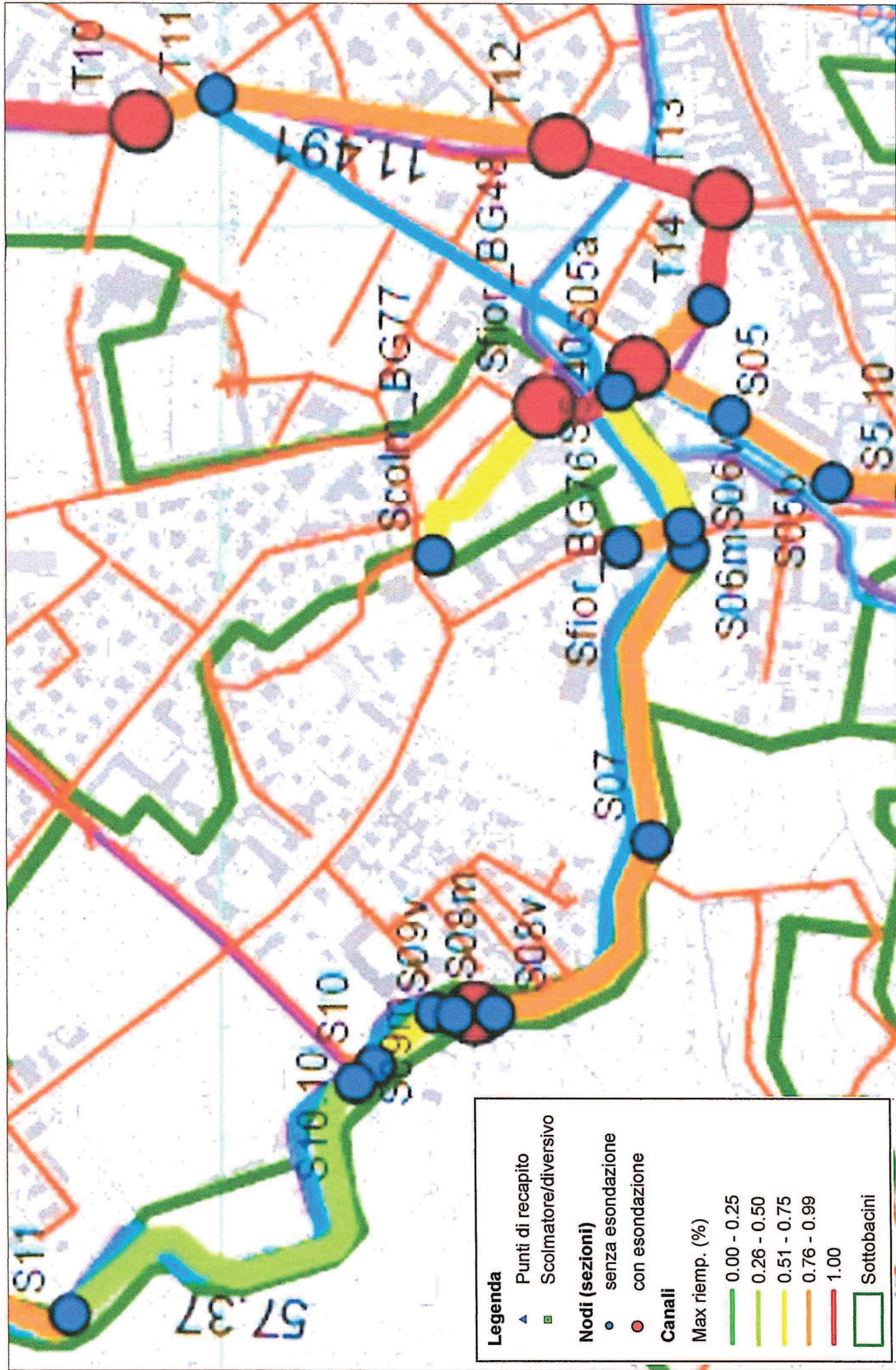


Fig. 5/c: "Studio Morla 2015": "Planimetria con individuazione di nodi e tratti critici in funzione di piene per TR 200 anni" relativa all'area di indagine (Stralcio da Elaborato 03)

**PORTATE TORRENTE MORLA CON VARIO TEMPO DI RITORNO**

[da "Studio Idrogeologico Morla" (Telò 2015) - Relazione Idrologico Idraulica - tab.2 - pag.51]				Ricostruzione portate da rielaborazione grafici "Studio Morla" (Telò 2015) (fig.26 e 44 - Relazione Idrologico Idraulica)											
Sezione	Q (m <sup>3</sup> /s)			da Grafici Profili longitudinali - fig. 44		Q [m <sup>3</sup> /s]									
	TR20	TR100	TR200	X <sub>CAD</sub>	Z <sub>fondoCAD</sub>	da grafico			Diff = grafico-tab.2						
						TR20	TR100	TR200	TR20	TR100	TR200				
S31	4.1	7.6	9.5												
S28	16.3	29.1	35.4												
S22	22.2	39.7	47.5												
S17	22.9	40.9	48.4												
S11	26.0	46.0	54.0												
S13	27.7	43.0	58.0												
S10	32.8	49.6	63.8												
S5a	44.0	64.7	80.4												
S4.8	51.0	67.0	68.0												
S4.6	51.5	69.0	70.0												
S4	57.8	75.9	77.0												
S3.6	60.0	79.1	81.0												
S3	61.5	83.5	84.5												
S1	6.0	6.0	6.0												
SN1	4.3	4.5	4.6												
SN2	6.6	7.5	8.5												
SN3	11.1	12.8	13.9												
SN4	15.1	17.6	18.5												
SN5	8.2	8.9	9.2												
SN10	3.9	4.2	4.3												
SN12	0.9	1.0	1.1												
S31						da pos.sigla graf.fig.26	2.7	5.1	6.3	-1.4	-2.5	-3.2			
19.5 Sezz. 19a valle				22428.49	288.91										
19 Sezz. 19 valle				22389.16	288.26										
18 Sezz. 18 valle				22230.98	287.30										
17 Sezz. 17 valle				21989.89	284.36	da z_fondo graf. Fig 44	21.4	38.4	46.8	-1.5	-2.5	-1.6			
16 Sezz. 16				21774.71	282.35										
13 Sezz. 13				20463.99	272.14	da z_fondo graf. Fig 44	22.8	40.9	48.5	-4.9	-2.1	-9.5			
12 Sezz. 12 valle				20163.97	270.88										
11.611b Briglia valle				20022.55	267.51										
11.2 11a				19893.98	266.80										
11 Sezz. 11				19814.47	266.33										
10 Sezz. 10 valle				19358.90	263.76	da z_fondo	31.5	53.8	63.1	-1.3	4.2	-0.7			
9 Sezz. 9 valle				19251.98	262.24	da z_fondo graf. Fig 44	31.5	53.9	63.1						
8 Sezz. 8 valle				19217.87	261.93	da z_fondo graf. Fig 44	31.5	53.9	63.1						
7 Sezz. 7				19000.61	261.46	da z_fondo graf. Fig 44	32.8	55.6	63.7						
6 Sezz. 6 valle				18717.54	258.92	da z_fondo graf. Fig 44	32.8	55.6	63.7						
5.2 Sezz. 5a valle				18510.00	257.64	da z_fondo graf. Fig 44	44.0	70.4	80.1	0.0	5.7	-0.3			
5 Sezz. 5 valle				18427.51	257.49										
4.895 Tombotto 5b S.Caterina				18338.57	255.25										
4.84 Tombotto S.Caterina - 4.80				18226.90	253.45	da z_fondo graf. Fig 44	44.2	60.7	60.9	-6.8	-6.3	-7.1			
S4						da pos.sigla graf.fig.26	57.8	75.9	77.0	0.0	0.0	0.0			
S3						da pos.sigla graf.fig.26	61.4	83.3	84.4	-0.1	-0.2	-0.1			

[da "Studio Idrogeologico Morla" (Telò 2015) - Relazione Idrologico Idraulica - fig.26 - pag.35]

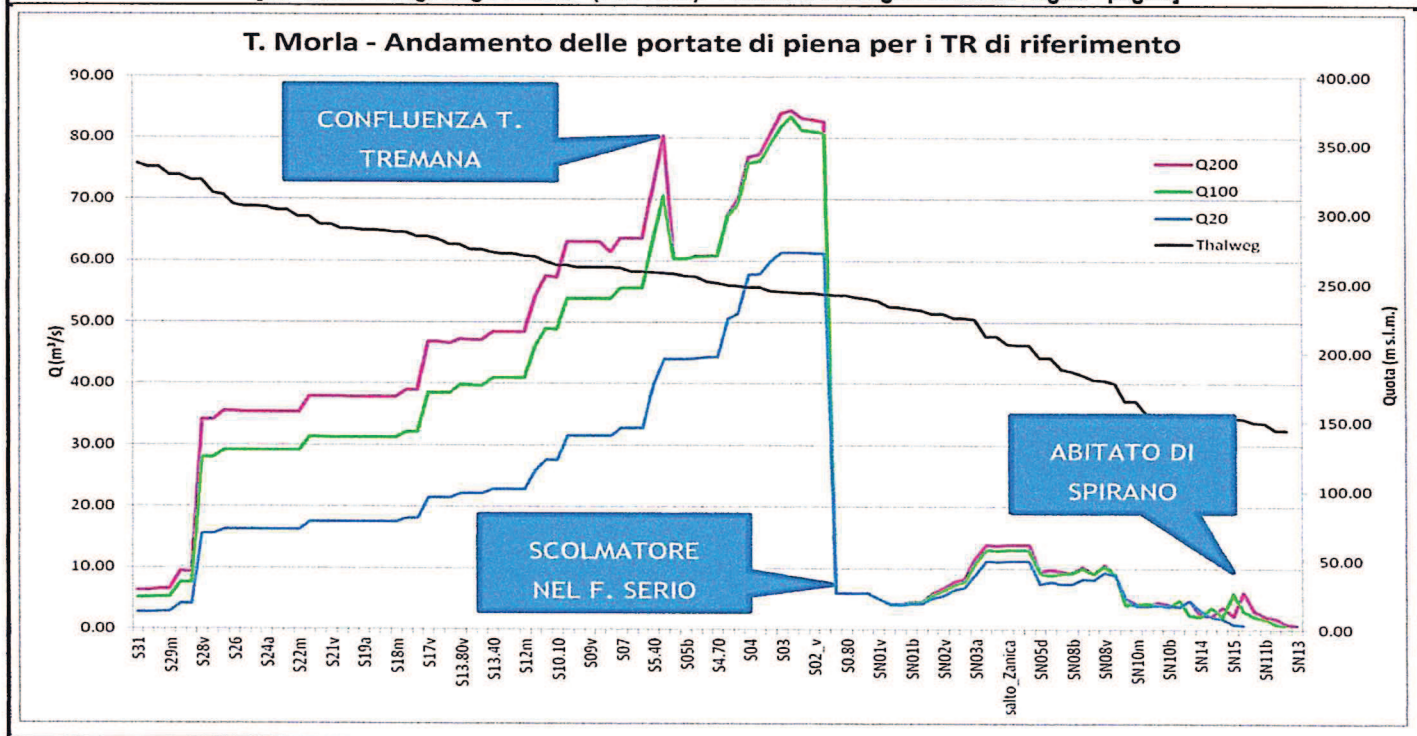


Fig. 6 - Riepilogo valutazioni effettuate per la determinazione delle portate di calcolo

## [Risultati-Morla-Baioni] Tab.1-Riepilogo

SEZ	PROGR. [m]	Quota di fondo [m slm]	CON "PASSERELLA"				SENZA "PASSERELLA"			
			PORTATE				PORTATE			
River Sta	Cum Ch Len	Min Ch El	Q020	Q100	Q200	Q100 LAM	Q020	Q100	Q200	Q100 LAM
			[m3/s]				[m3/s]			
			33.0	56.0	64.0	43.0	33.00	56.00	64.00	43.00
			LIVELLI				LIVELLI			
Zw020	Zw100	Zw200	Zw100 LAM	Zw020	Zw100	Zw200	Zw100 LAM			
[m slm]				[m slm]						
100	327.48	261.15	262.48	263.45	263.69	262.93	262.45	263.24	263.51	262.80
90	284.65	260.73	262.55	263.56	263.80	263.03	262.53	263.38	263.65	262.91
80	229.19	260.45	262.35	263.42	263.65	262.88	262.32	263.20	263.47	262.72
70	206.25	260.20	262.14	263.20	263.40	262.67	262.09	262.89	263.15	262.45
60	168.15	259.95	262.07	262.89	263.14	262.44	262.07	262.89	263.14	262.44
50	136.23	259.82	261.95	262.77	263.03	262.32	261.95	262.77	263.03	262.32
40	105.91	259.81	261.68	262.39	262.61	262.01	261.68	262.39	262.61	262.01
30	68.48	259.62	261.11	261.71	261.89	261.38	261.11	261.71	261.89	261.38
20	51.00	259.27	259.96	260.18	260.25	260.06	259.96	260.18	260.25	260.06
10	50.00	259.12	259.95	260.12	260.18	260.02	259.95	260.12	260.18	260.02
0	0.00	258.78	259.91	260.41	260.48	260.08	259.91	260.41	260.48	260.08

River Sta	Cum Ch Len	Min Ch El	TIRANTI				TIRANTI			
			hw020	hw100	hw200	hw100 LAM	hw020	hw100	hw200	hw100 LAM
			[m]				[m]			
100	327.48	261.15	1.33	2.30	2.54	1.78	1.30	2.09	2.36	1.65
90	284.65	260.73	1.82	2.83	3.07	2.30	1.80	2.65	2.92	2.18
80	229.19	260.45	1.90	2.97	3.20	2.43	1.87	2.75	3.02	2.27
70	206.25	260.20	1.94	3.00	3.20	2.47	1.89	2.69	2.95	2.25
60	168.15	259.95	2.12	2.94	3.19	2.49	2.12	2.94	3.19	2.49
50	136.23	259.82	2.13	2.95	3.21	2.50	2.13	2.95	3.21	2.50
40	105.91	259.81	1.87	2.58	2.80	2.20	1.87	2.58	2.80	2.20
30	68.48	259.62	1.49	2.09	2.27	1.76	1.49	2.09	2.27	1.76
20	51.00	259.27	0.69	0.91	0.98	0.79	0.69	0.91	0.98	0.79
10	50.00	259.12	0.83	1.00	1.06	0.90	0.83	1.00	1.06	0.90
0	0.00	258.78	1.13	1.63	1.70	1.30	1.13	1.63	1.70	1.30

Dz [m] calcolati con riferimento alla sezione 70		dz020	dz100	dz200	dz100 LAM	dz020	dz100	dz200	dz100 LAM
		[m]				[m]			
ponticello	262.40	-0.26	0.80	1.00	0.27	-0.31	0.49	0.75	0.05
p.c. insediamento	261.80	0.34	1.40	1.60	0.87	0.29	1.09	1.35	0.65

Fig.7: Tabella riepilogativa dei livelli risultanti dalla modellazione matematica

---

## **ALLEGATO A: ELABORATI CODICE DI CALCOLO HECRAS**

---

**Calcolo con passerella sez. 70**

- Tabelle Livelli di piena
- Profilo longitudinale
- Sezioni di calcolo con livelli di piena

**Calcolo senza passerella sez. 70**

- Tabelle Livelli di piena
- Profilo longitudinale
- Sezioni di calcolo con livelli di piena

**dr. ing. Pier Giuseppe FENAROLI**  
via Crocefisso, 37F 24123 Bergamo (BG)  
tel 035-683195 mail: [pgfena@libero.it](mailto:pgfena@libero.it)

**dr. ing. Samuele BETTINESCHI**  
via Madonna della neve 41 - Bergamo (BG)  
tel 335-7123072 mail: [bettineschi@live.it](mailto:bettineschi@live.it)

---

### **Calcolo con passerella sez. 70**

- Tabelle Livelli di piena
- Profilo longitudinale
- Sezioni di calcolo con livelli di piena

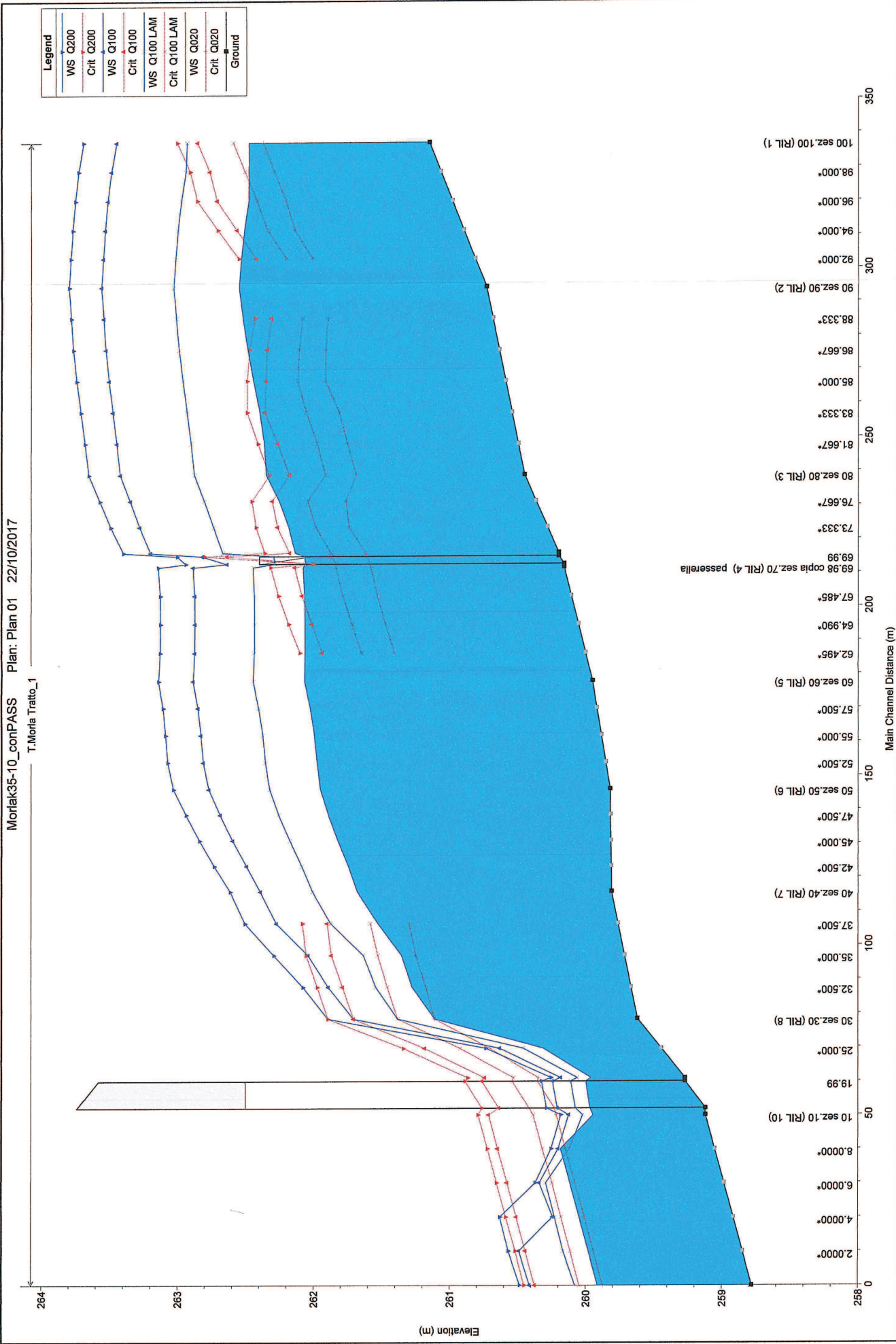
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	100	Q020	327.48	33.00	261.15	262.48	262.37	262.95	0.006448	3.05	10.82	8.81	0.88
Tratto_1	100	Q100	327.48	56.00	261.15	263.45	262.86	263.87	0.004343	2.86	19.56	12.32	0.73
Tratto_1	100	Q200	327.48	64.00	261.15	263.69	263.00	264.10	0.003665	2.84	22.57	12.36	0.67
Tratto_1	100	Q100 LAM	327.48	43.00	261.15	262.93	262.59	263.36	0.004240	2.89	14.86	8.95	0.72
Tratto_1	98.000*	Q020	318.92	33.00	261.07	262.48	262.29	262.88	0.005045	2.81	11.74	9.14	0.79
Tratto_1	98.000*	Q100	318.92	56.00	261.07	263.49	262.76	263.81	0.002770	2.51	22.33	12.67	0.60
Tratto_1	98.000*	Q200	318.92	64.00	261.07	263.73	262.91	264.05	0.002459	2.52	25.38	12.72	0.57
Tratto_1	98.000*	Q100 LAM	318.92	43.00	261.07	262.94	262.51	263.31	0.003392	2.68	16.02	9.32	0.65
Tratto_1	96.000*	Q020	310.35	33.00	260.98	262.48	262.20	262.82	0.004420	2.59	12.77	10.54	0.75
Tratto_1	96.000*	Q100	310.35	56.00	260.98	263.51	262.71	263.77	0.001892	2.24	25.06	13.04	0.51
Tratto_1	96.000*	Q200	310.35	64.00	260.98	263.75	262.86	264.01	0.001740	2.27	28.17	13.11	0.49
Tratto_1	96.000*	Q100 LAM	310.35	43.00	260.98	262.97	262.42	263.25	0.002706	2.35	18.30	11.84	0.60
Tratto_1	94.000*	Q020	301.78	33.00	260.90	262.51	262.14	262.76	0.002907	2.22	14.86	11.68	0.63
Tratto_1	94.000*	Q100	301.78	56.00	260.90	263.53	262.57	263.74	0.001357	2.02	27.78	13.44	0.45
Tratto_1	94.000*	Q200	301.78	64.00	260.90	263.77	262.70	263.99	0.001281	2.06	30.99	13.55	0.44
Tratto_1	94.000*	Q100 LAM	301.78	43.00	260.90	263.00	262.34	263.22	0.001848	2.07	20.79	12.61	0.51
Tratto_1	92.000*	Q020	293.22	33.00	260.81	262.53	262.01	262.72	0.001907	1.92	17.15	12.44	0.52
Tratto_1	92.000*	Q100	293.22	56.00	260.81	263.55	262.42	263.72	0.001010	1.83	30.54	13.85	0.39
Tratto_1	92.000*	Q200	293.22	64.00	260.81	263.79	262.55	263.97	0.000974	1.89	33.85	13.94	0.39
Tratto_1	92.000*	Q100 LAM	293.22	43.00	260.81	263.02	262.20	263.19	0.001304	1.84	23.34	13.18	0.44
Tratto_1	90	Q020	284.65	33.00	260.73	262.55		262.70	0.001322	1.69	19.52	13.07	0.44
Tratto_1	90	Q100	284.65	56.00	260.73	263.56		263.70	0.000785	1.68	33.35	14.23	0.35
Tratto_1	90	Q200	284.65	64.00	260.73	263.80		263.95	0.000770	1.74	36.75	14.30	0.35
Tratto_1	90	Q100 LAM	284.65	43.00	260.73	263.03		263.17	0.000966	1.66	25.94	13.68	0.38
Tratto_1	88.333*	Q020	275.41	33.00	260.68	262.52	261.90	262.68	0.001663	1.77	18.66	13.04	0.47
Tratto_1	88.333*	Q100	275.41	56.00	260.68	263.54	262.31	263.69	0.000899	1.71	32.68	14.15	0.36
Tratto_1	88.333*	Q200	275.41	64.00	260.68	263.78	262.43	263.94	0.000877	1.77	36.07	14.24	0.36
Tratto_1	88.333*	Q100 LAM	275.41	43.00	260.68	263.01	262.08	263.16	0.001145	1.71	25.22	13.70	0.40
Tratto_1	86.667*	Q020	266.17	33.00	260.64	262.49	261.91	262.66	0.002145	1.86	17.73	12.94	0.51
Tratto_1	86.667*	Q100	266.17	56.00	260.64	263.53	262.34	263.69	0.001014	1.75	31.94	14.09	0.37
Tratto_1	86.667*	Q200	266.17	64.00	260.64	263.77	262.47	263.93	0.000970	1.82	35.26	14.20	0.36
Tratto_1	86.667*	Q100 LAM	266.17	43.00	260.64	262.99	262.11	263.15	0.001378	1.76	24.47	13.71	0.42
Tratto_1	85.000*	Q020	256.92	33.00	260.59	262.44	261.91	262.64	0.002450	1.96	16.86	12.51	0.54
Tratto_1	85.000*	Q100	256.92	56.00	260.59	263.50	262.35	263.67	0.001177	1.82	30.72	14.06	0.38
Tratto_1	85.000*	Q200	256.92	64.00	260.59	263.74	262.49	263.92	0.001129	1.89	33.87	14.78	0.38
Tratto_1	85.000*	Q100 LAM	256.92	43.00	260.59	262.96	262.12	263.13	0.001587	1.83	23.53	13.57	0.44
Tratto_1	83.333*	Q020	247.68	33.00	260.54	262.40	261.81	262.61	0.002684	2.06	16.04	11.97	0.57
Tratto_1	83.333*	Q100	247.68	56.00	260.54	263.48	262.36	263.66	0.001352	1.90	29.44	14.50	0.40
Tratto_1	83.333*	Q200	247.68	64.00	260.54	263.71	262.49	263.91	0.001351	1.98	32.39	14.50	0.39
Tratto_1	83.333*	Q100 LAM	247.68	43.00	260.54	262.93	262.06	263.12	0.001694	1.90	22.64	13.50	0.45
Tratto_1	81.667*	Q020	238.44	33.00	260.50	262.36	261.75	262.59	0.002330	2.10	15.74	10.12	0.54
Tratto_1	81.667*	Q100	238.44	56.00	260.50	263.45	262.26	263.65	0.001447	1.97	28.38	14.38	0.41
Tratto_1	81.667*	Q200	238.44	64.00	260.50	263.68	262.41	263.90	0.001458	2.05	31.15	14.38	0.41
Tratto_1	81.667*	Q100 LAM	238.44	43.00	260.50	262.90	261.97	263.10	0.001781	1.96	21.80	13.43	0.46
Tratto_1	80	Q020	229.19	33.00	260.45	262.35	261.69	262.57	0.001994	2.06	16.03	9.54	0.51
Tratto_1	80	Q100	229.19	56.00	260.45	263.42	262.19	263.63	0.001430	2.03	27.62	14.26	0.41
Tratto_1	80	Q200	229.19	64.00	260.45	263.65	262.33	263.88	0.001437	2.12	30.21	14.26	0.41
Tratto_1	80	Q100 LAM	229.19	43.00	260.45	262.88	261.91	263.08	0.001780	2.00	21.48	14.26	0.46
Tratto_1	76.667*	Q020	221.55	33.00	260.37	262.25	261.76	262.54	0.003560	2.37	13.95	9.31	0.62
Tratto_1	76.667*	Q100	221.55	56.00	260.37	263.35	262.31	263.61	0.002206	2.28	24.58	12.41	0.46
Tratto_1	76.667*	Q200	221.55	64.00	260.37	263.57	262.46	263.86	0.002295	2.39	26.82	12.80	0.47
Tratto_1	76.667*	Q100 LAM	221.55	43.00	260.37	262.80	262.04	263.06	0.002585	2.24	19.19	12.19	0.51
Tratto_1	73.333*	Q020	213.90	33.00	260.28	262.19	261.74	262.51	0.004239	2.51	13.17	8.23	0.63
Tratto_1	73.333*	Q100	213.90	56.00	260.28	263.28	262.27	263.59	0.002433	2.47	22.67	10.99	0.50
Tratto_1	73.333*	Q200	213.90	64.00	260.28	263.49	262.43	263.84	0.002470	2.60	24.59	11.04	0.50
Tratto_1	73.333*	Q100 LAM	213.90	43.00	260.28	262.74	261.99	263.03	0.003050	2.41	17.81	10.88	0.55
Tratto_1	70	Q020	206.25	33.00	260.20	262.14	261.62	262.48	0.003427	2.58	12.81	7.09	0.61
Tratto_1	70	Q100	206.25	56.00	260.20	263.20	262.18	263.56	0.002674	2.68	20.92	9.67	0.53
Tratto_1	70	Q200	206.25	64.00	260.20	263.40	262.36	263.81	0.002849	2.84	22.50	9.70	0.54
Tratto_1	70	Q100 LAM	206.25	43.00	260.20	262.67	261.87	263.01	0.002987	2.58	16.69	9.62	0.57
Tratto_1	69.99	Bridge											
Tratto_1	69.98	Q020	201.95	33.00	260.16	262.08	261.58	262.42	0.003526	2.60	12.69	7.08	0.62
Tratto_1	69.98	Q100	201.95	56.00	260.16	263.19	262.14	263.34	0.003638	2.99	18.75	9.64	0.62
Tratto_1	69.98	Q200	201.95	64.00	260.16	263.41	262.32	263.63	0.003555	3.08	20.78	9.67	0.61
Tratto_1	69.98	Q100 LAM	201.95	43.00	260.16	262.44	261.84	262.85	0.003522	2.81	15.30	7.17	0.61
Tratto_1	67.485*	Q020	193.50	33.00	260.11	262.07	261.53	262.39	0.003114	2.51	13.17	7.31	0.60
Tratto_1	67.485*	Q100	193.50	56.00	260.11	263.17	262.09	263.30	0.003492	2.90	19.28	9.36	0.59
Tratto_1	67.485*	Q200	193.50	64.00	260.11	263.38	262.26	263.59	0.003640	3.01	21.26	9.46	0.59
Tratto_1	67.485*	Q100 LAM	193.50	43.00	260.11	262.44	261.79	262.81	0.003239	2.71	15.89	9.26	0.60
Tratto_1	64.990*	Q020	185.05	33.00	260.06	262.06	261.47	262.36	0.002748	2.39	13.80	7.57	0.57
Tratto_1	64.990*	Q100	185.05	56.00	260.06	263.17	262.01	263.27	0.002967	2.78	20.15	9.48	0.56
Tratto_1	64.990*	Q200	185.05	64.00	260.06	263.38	262.18	263.55	0.003036	2.89	22.18	9.55	0.56
Tratto_1	64.990*	Q100 LAM	185.05	43.00	260.06	262.44	261.72	262.77	0.002852	2.58	16.67	9.37	0.57
Tratto_1	62.495*	Q020	176.60	33.00	260.00	262.06	261.41	262.32	0.002376	2.26	14.58	7.86	0.53
Tratto_1	62.495*	Q100	176.60	56.00	260.00	263.17	262.01	263.23	0.002615	2.65	21.14	9.81	0.53
Tratto_1	62.495*	Q200	176.60	64.00	260.00	263.38	262.10	263.51	0.002685	2.75	23.25	9.97	0.53
Tratto_1	62.495*	Q100 LAM	176.60	43.00	260.00	262.44	261.65	262.74	0.002479	2.45	17.57	9.52	0.53
Tratto_1	60	Q020	168.15	33.00	259.95	262.07		262.30	0.002110	2.12	15.55	10.04	0.50

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T.Moria Reach: Tratto\_1 (Continued)

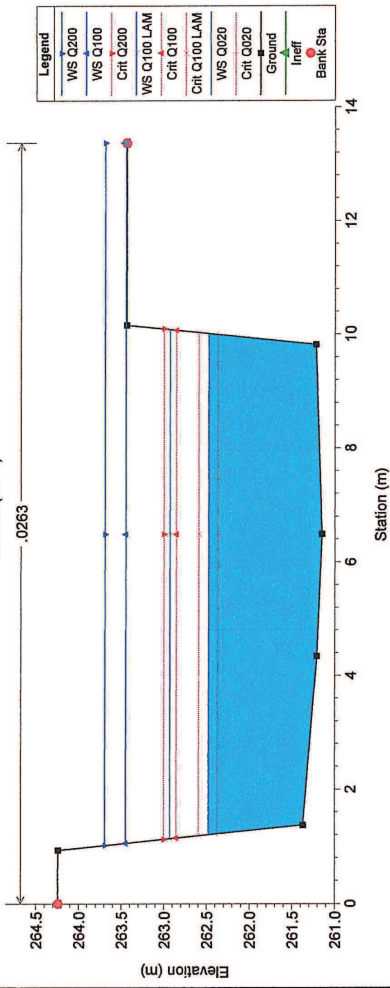
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	60	Q100	168.15	56.00	259.95	262.89		263.20	0.002094	2.48	22.57	10.11	0.49
Tratto_1	60	Q200	168.15	64.00	259.95	263.14		263.48	0.002112	2.58	24.76	10.14	0.49
Tratto_1	60	Q100 LAM	168.15	43.00	259.95	262.44		262.71	0.002079	2.29	18.78	10.07	0.49
Tratto_1	57.500*	Q020	160.17	33.00	259.92	262.03		262.28	0.002448	2.22	14.88	8.65	0.53
Tratto_1	57.500*	Q100	160.17	56.00	259.92	262.85		263.18	0.002408	2.55	21.99	9.71	0.51
Tratto_1	57.500*	Q200	160.17	64.00	259.92	263.11		263.46	0.002390	2.64	24.23	9.85	0.51
Tratto_1	57.500*	Q100 LAM	160.17	43.00	259.92	262.40		262.69	0.002477	2.37	18.12	9.47	0.52
Tratto_1	55.000*	Q020	152.19	33.00	259.89	261.99		262.25	0.002714	2.26	14.62	8.57	0.54
Tratto_1	55.000*	Q100	152.19	56.00	259.89	262.83		263.16	0.002593	2.55	21.94	9.53	0.52
Tratto_1	55.000*	Q200	152.19	64.00	259.89	263.09		263.44	0.002466	2.63	24.30	9.59	0.51
Tratto_1	55.000*	Q100 LAM	152.19	43.00	259.89	262.37		262.67	0.002803	2.41	17.83	9.21	0.54
Tratto_1	52.500*	Q020	144.21	33.00	259.85	261.98		262.23	0.002743	2.23	14.77	8.46	0.54
Tratto_1	52.500*	Q100	144.21	56.00	259.85	262.81		263.14	0.002452	2.53	22.12	9.14	0.52
Tratto_1	52.500*	Q200	144.21	64.00	259.85	263.07		263.42	0.002335	2.61	24.50	9.17	0.51
Tratto_1	52.500*	Q100 LAM	144.21	43.00	259.85	262.36		262.65	0.002608	2.39	18.00	8.58	0.53
Tratto_1	50	Q020	136.23	33.00	259.82	261.95		262.21	0.002332	2.25	14.66	8.05	0.53
Tratto_1	50	Q100	136.23	56.00	259.82	262.77		263.12	0.002412	2.61	21.46	8.78	0.53
Tratto_1	50	Q200	136.23	64.00	259.82	263.03		263.40	0.002370	2.69	23.75	8.80	0.52
Tratto_1	50	Q100 LAM	136.23	43.00	259.82	262.32		262.63	0.002321	2.43	17.68	8.15	0.53
Tratto_1	47.500*	Q020	128.65	33.00	259.82	261.89		262.19	0.002750	2.41	13.71	7.64	0.57
Tratto_1	47.500*	Q100	128.65	56.00	259.82	262.69		263.09	0.002846	2.82	19.88	8.04	0.57
Tratto_1	47.500*	Q200	128.65	64.00	259.82	262.94		263.37	0.002828	2.93	21.88	8.10	0.57
Tratto_1	47.500*	Q100 LAM	128.65	43.00	259.82	262.26		262.60	0.002750	2.60	16.53	7.75	0.57
Tratto_1	45.000*	Q020	121.07	33.00	259.81	261.82		262.16	0.003272	2.57	12.82	7.13	0.61
Tratto_1	45.000*	Q100	121.07	56.00	259.81	262.59		263.06	0.003395	3.03	18.51	7.53	0.62
Tratto_1	45.000*	Q200	121.07	64.00	259.81	262.84		263.34	0.003467	3.14	20.35	7.78	0.61
Tratto_1	45.000*	Q100 LAM	121.07	43.00	259.81	262.17		262.57	0.003350	2.80	15.38	7.36	0.62
Tratto_1	42.500*	Q020	113.49	33.00	259.81	261.74		262.13	0.003903	2.74	12.04	6.89	0.66
Tratto_1	42.500*	Q100	113.49	56.00	259.81	262.49		263.03	0.004096	3.24	17.31	7.21	0.67
Tratto_1	42.500*	Q200	113.49	64.00	259.81	262.73		263.31	0.004128	3.36	19.04	7.34	0.67
Tratto_1	42.500*	Q100 LAM	113.49	43.00	259.81	262.09		262.54	0.003979	2.98	14.43	7.06	0.67
Tratto_1	40	Q020	105.91	33.00	259.81	261.68		262.09	0.004544	2.85	11.59	6.70	0.69
Tratto_1	40	Q100	105.91	56.00	259.81	262.39		262.99	0.004920	3.41	16.41	6.81	0.70
Tratto_1	40	Q200	105.91	64.00	259.81	262.61		263.26	0.005043	3.57	17.92	6.84	0.70
Tratto_1	40	Q100 LAM	105.91	43.00	259.81	262.01		262.50	0.004697	3.12	13.80	6.76	0.70
Tratto_1	37.500*	Q020	96.55	33.00	259.76	261.53	261.30	262.03	0.005997	3.15	10.47	6.82	0.81
Tratto_1	37.500*	Q100	96.55	56.00	259.76	262.27	261.90	262.93	0.005547	3.59	15.61	6.97	0.77
Tratto_1	37.500*	Q200	96.55	64.00	259.76	262.50	262.08	263.21	0.005521	3.72	17.22	7.02	0.76
Tratto_1	37.500*	Q100 LAM	96.55	43.00	259.76	261.87	261.58	262.45	0.005661	3.35	12.84	6.89	0.78
Tratto_1	35.000*	Q020	87.20	33.00	259.71	261.35	261.25	261.96	0.007417	3.46	9.55	6.31	0.90
Tratto_1	35.000*	Q100	87.20	56.00	259.71	262.04	261.87	262.86	0.007415	4.00	13.99	6.68	0.88
Tratto_1	35.000*	Q200	87.20	64.00	259.71	262.29	262.05	263.14	0.007282	4.07	15.73	7.09	0.87
Tratto_1	35.000*	Q100 LAM	87.20	43.00	259.71	261.63	261.53	262.37	0.007747	3.80	11.33	6.39	0.91
Tratto_1	32.500*	Q020	77.84	33.00	259.67	261.28	261.17	261.89	0.007635	3.48	9.49	6.33	0.91
Tratto_1	32.500*	Q100	77.84	56.00	259.67	261.89	261.79	262.78	0.008218	4.17	13.44	6.48	0.92
Tratto_1	32.500*	Q200	77.84	64.00	259.67	262.08	261.97	263.05	0.008461	4.37	14.65	6.53	0.93
Tratto_1	32.500*	Q100 LAM	77.84	43.00	259.67	261.54	261.46	262.30	0.008098	3.84	11.19	6.40	0.93
Tratto_1	30	Q020	68.48	33.00	259.62	261.11	261.11	261.81	0.009194	3.69	8.94	6.40	1.00
Tratto_1	30	Q100	68.48	56.00	259.62	261.71	261.71	262.68	0.009535	4.38	12.78	6.52	1.00
Tratto_1	30	Q200	68.48	64.00	259.62	261.89	261.89	262.96	0.009632	4.57	14.01	6.56	1.00
Tratto_1	30	Q100 LAM	68.48	43.00	259.62	261.38	261.38	262.21	0.009345	4.03	10.68	6.45	1.00
Tratto_1	25.000*	Q020	59.74	33.00	259.45	260.31	260.70	261.61	0.029762	5.04	6.54	8.69	1.86
Tratto_1	25.000*	Q100	59.74	56.00	259.45	260.63	261.18	262.47	0.028501	5.99	9.34	8.83	1.86
Tratto_1	25.000*	Q200	59.74	64.00	259.45	260.73	261.34	262.73	0.028256	6.26	10.23	8.87	1.86
Tratto_1	25.000*	Q100 LAM	59.74	43.00	259.45	260.46	260.92	262.00	0.029090	5.50	7.81	8.76	1.86
Tratto_1	20	Q020	51.00	33.00	259.27	259.96	260.35	261.30	0.042718	5.12	6.44	11.55	2.19
Tratto_1	20	Q100	51.00	56.00	259.27	260.18	260.74	262.15	0.042114	6.21	9.01	11.59	2.25
Tratto_1	20	Q200	51.00	64.00	259.27	260.25	260.87	262.42	0.041831	6.51	9.83	11.61	2.26
Tratto_1	20	Q100 LAM	51.00	43.00	259.27	260.06	260.53	261.69	0.042553	5.65	7.61	11.57	2.23
Tratto_1	19.99		Bridge										
Tratto_1	10	Q020	50.00	33.00	259.12	259.95	260.22	260.83	0.024205	4.16	7.93	12.84	1.69
Tratto_1	10	Q100	50.00	56.00	259.12	260.12	260.71	261.64	0.031403	5.45	10.27	13.32	1.98
Tratto_1	10	Q200	50.00	64.00	259.12	260.18	260.79	261.89	0.032860	5.79	11.05	13.48	2.04
Tratto_1	10	Q100 LAM	50.00	43.00	259.12	260.02	260.39	261.21	0.028491	4.82	8.93	13.05	1.86
Tratto_1	8.0000*	Q020	40.00	33.00	259.05	260.18	260.15	260.57	0.006801	2.75	12.00	13.66	0.94
Tratto_1	8.0000*	Q100	40.00	56.00	259.05	260.20	260.65	261.27	0.018427	4.58	12.24	13.71	1.55
Tratto_1	8.0000*	Q200	40.00	64.00	259.05	260.25	260.72	261.50	0.020330	4.94	12.94	13.85	1.63
Tratto_1	8.0000*	Q100 LAM	40.00	43.00	259.05	260.12	260.32	260.88	0.014522	3.87	11.12	13.49	1.36
Tratto_1	6.0000*	Q020	30.00	33.00	258.98	260.12	260.08	260.50	0.006803	2.75	11.99	13.66	0.94
Tratto_1	6.0000*	Q100	30.00	56.00	258.98	260.34	260.58	261.04	0.009754	3.70	15.12	14.26	1.15
Tratto_1	6.0000*	Q200	30.00	64.00	258.98	260.37	260.65	261.23	0.012019	4.12	15.55	14.63	1.28
Tratto_1	6.0000*	Q100 LAM	30.00	43.00	258.98	260.29	260.25	260.74	0.006576	2.97	14.46	14.14	0.94
Tratto_1	4.0000*	Q020	20.00	33.00	258.92	260.05	260.01	260.43	0.006802	2.75	12.00	13.66	0.94
Tratto_1	4.0000*	Q100	20.00	56.00	258.92	260.24	260.51	260.98	0.010608	3.81	14.71	14.19	1.19
Tratto_1	4.0000*	Q200	20.00	64.00	258.92	260.63	260.59	261.02	0.006562	2.77	23.08	25.47	0.93
Tratto_1	4.0000*	Q100 LAM	20.00	43.00	258.92	260.23	260.18	260.68	0.006521	2.97	14.50	14.15	0.94
Tratto_1	2.0000*	Q020	10.00	33.00	258.85	259.98	259.94	260.37	0.006806	2.75	11.99	13.66	0.94
Tratto_1	2.0000*	Q100	10.00	56.00	258.85	260.49	260.44	260.84	0.006556	2.64	21.23	25.29	0.92

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T.Moria Reach: Tratto\_1 (Continued)

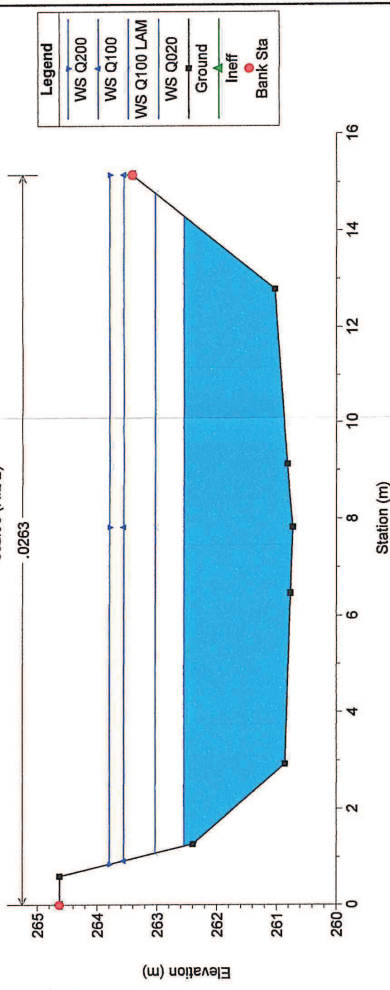
Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	2.0000*	Q200	10.00	64.00	258.85	260.57	260.52	260.96	0.006454	2.76	23.21	25.48	0.92
Tratto_1	2.0000*	Q100 LAM	10.00	43.00	258.85	260.17	260.11	260.61	0.006425	2.95	14.57	14.16	0.93
Tratto_1	00	Q020		33.00	258.78	259.91	259.87	260.30	0.006809	2.75	11.99	13.66	0.94
Tratto_1	00	Q100		56.00	258.78	260.41	260.37	260.77	0.006803	2.67	20.98	25.26	0.94
Tratto_1	00	Q200		64.00	258.78	260.48	260.45	260.89	0.006802	2.80	22.82	25.44	0.95
Tratto_1	00	Q100 LAM		43.00	258.78	260.08	260.05	260.54	0.006801	3.01	14.30	14.11	0.95



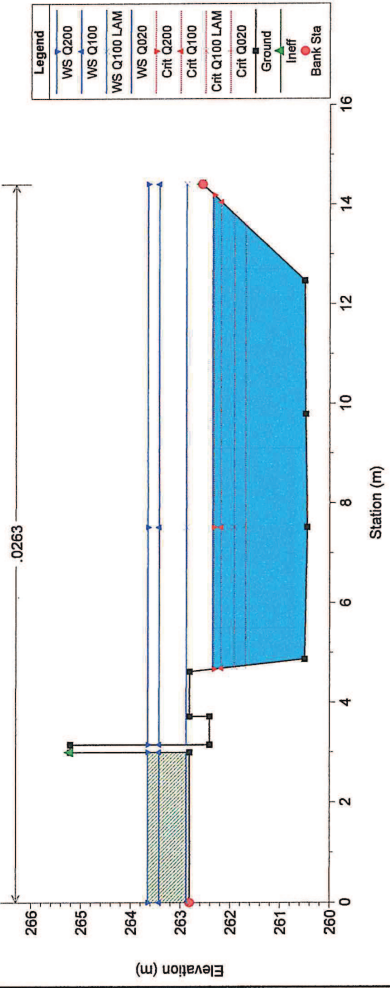
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.100 (RIL 1)



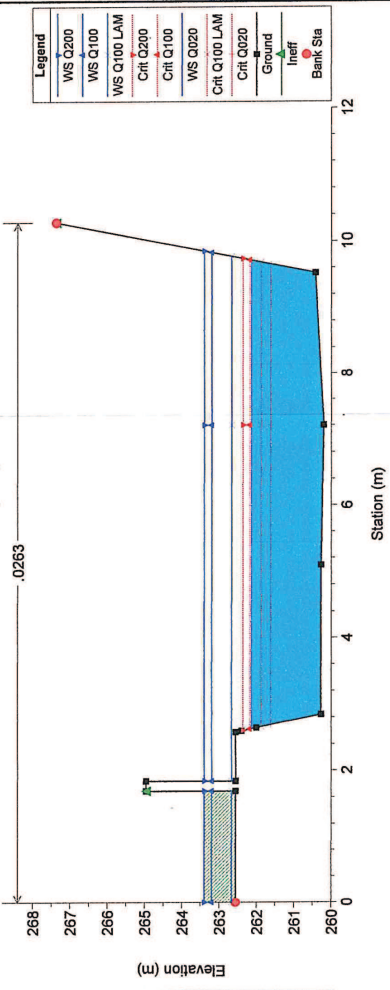
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.90 (RIL 2)



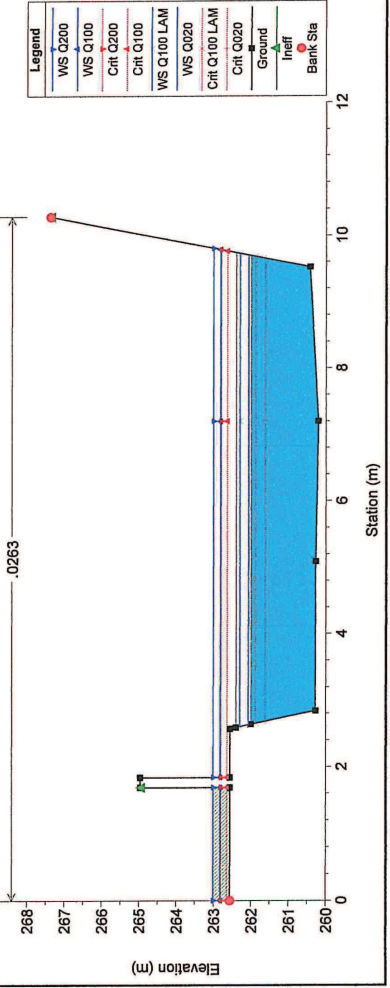
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.80 (RIL 3)



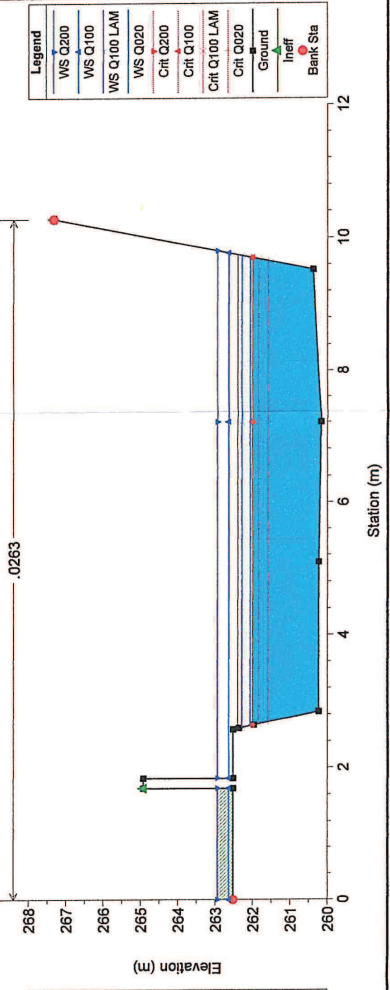
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.70 (RIL 4)



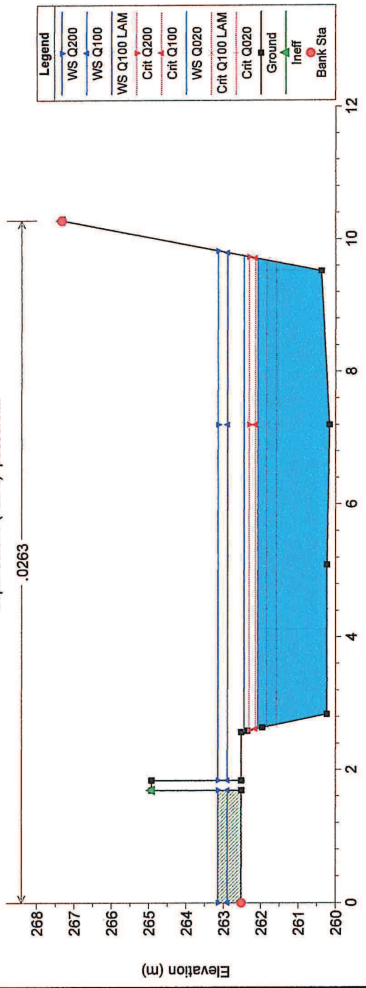
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



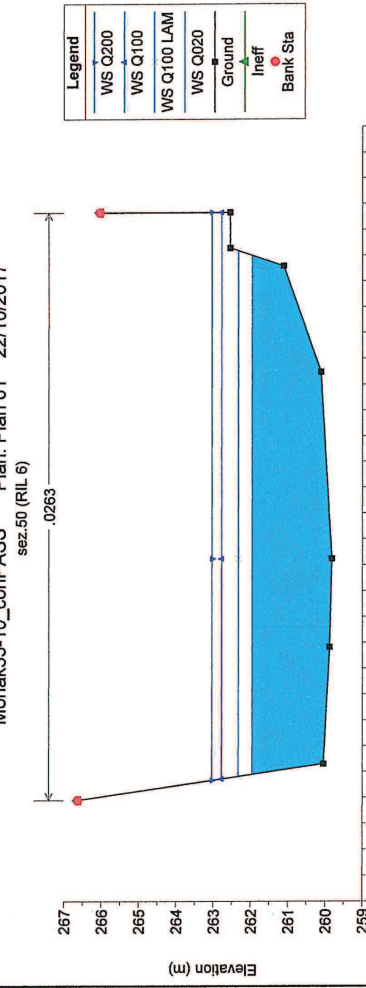
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



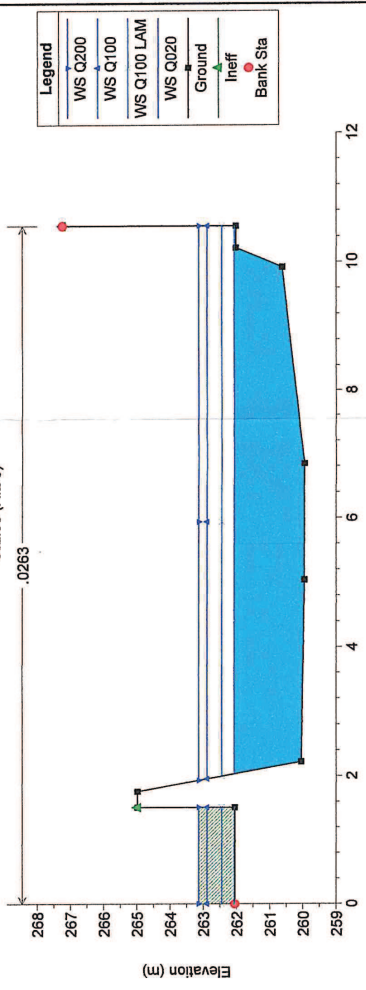
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 copia sez.70 (RIL 4) passerella



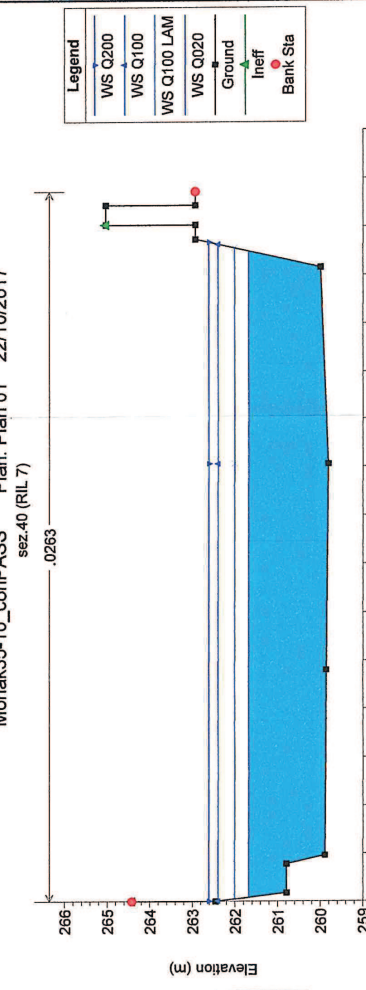
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 sez.50 (RIL 6)



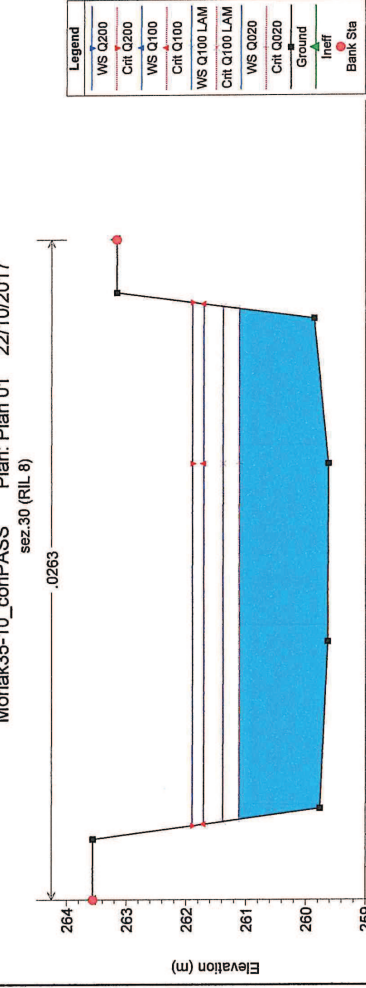
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 sez.60 (RIL 5)



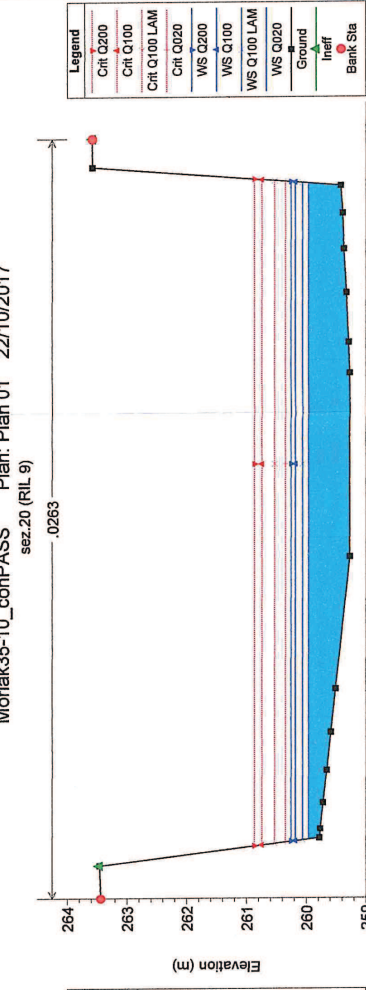
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 sez.40 (RIL 7)



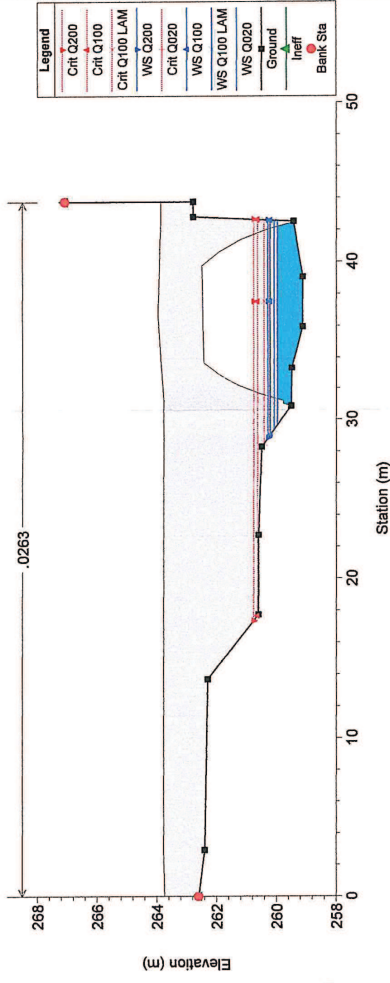
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 sez.30 (RIL 8)



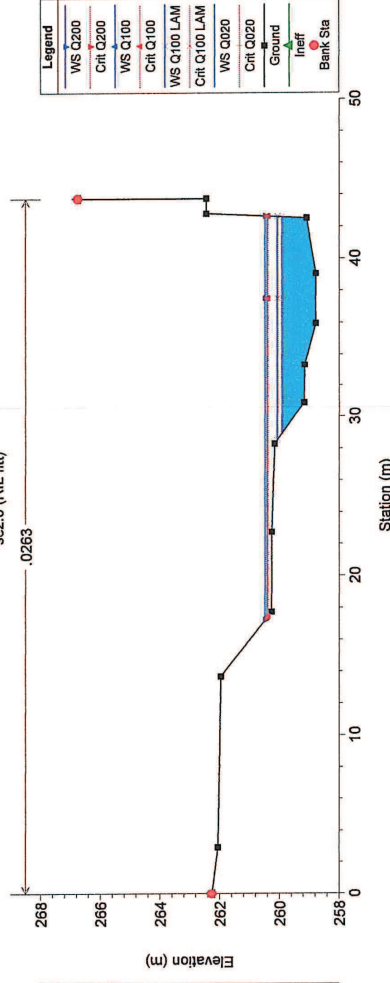
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
 sez.20 (RIL 9)



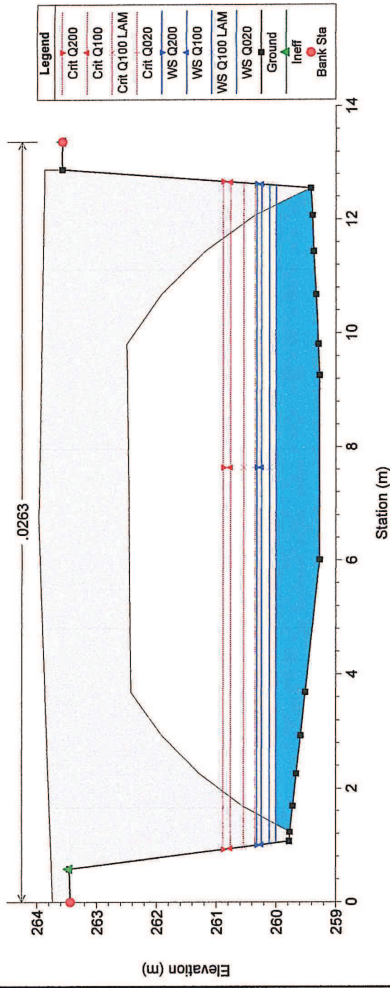
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



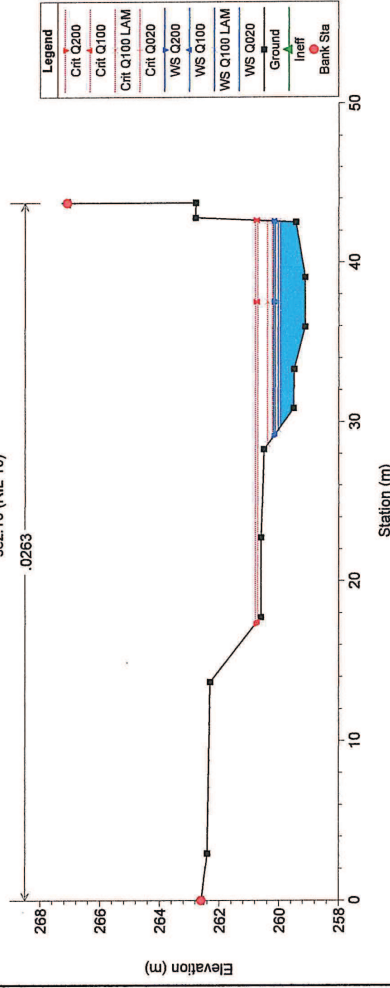
Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



Moriak35-10\_conPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



**dr. ing. Pier Giuseppe FENAROLI**  
via Crocefisso, 37F 24123 Bergamo (BG)  
tel 035-683195 mail: [pgfena@libero.it](mailto:pgfena@libero.it)

**dr. ing. Samuele BETTINESCHI**  
via Madonna della neve 41 - Bergamo (BG)  
tel 335-7123072 mail: [bettineschi@live.it](mailto:bettineschi@live.it)

---

### **Calcolo senza passerella sez. 70**

- Tabelle Livelli di piena
- Profilo longitudinale
- Sezioni di calcolo con livelli di piena
-

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T.Morla Reach: Tratto\_1

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	100	Q020	327.48	33.00	261.15	262.45	262.37	262.94	0.006900	3.12	10.58	8.80	0.91
Tratto_1	100	Q100	327.48	56.00	261.15	263.24	262.86	263.75	0.004346	3.17	17.65	9.05	0.73
Tratto_1	100	Q200	327.48	64.00	261.15	263.51	263.00	264.02	0.005057	3.15	20.31	12.33	0.78
Tratto_1	100	Q100 LAM	327.48	43.00	261.15	262.80	262.59	263.30	0.005391	3.14	13.71	8.91	0.81
Tratto_1	98.000*	Q020	318.92	33.00	261.07	262.45	262.29	262.87	0.005398	2.87	11.48	9.13	0.82
Tratto_1	98.000*	Q100	318.92	56.00	261.07	263.28	262.76	263.69	0.003822	2.84	19.75	11.89	0.70
Tratto_1	98.000*	Q200	318.92	64.00	261.07	263.56	262.91	263.94	0.003210	2.75	23.23	12.69	0.65
Tratto_1	98.000*	Q100 LAM	318.92	43.00	261.07	262.81	262.51	263.24	0.004271	2.90	14.82	9.27	0.73
Tratto_1	96.000*	Q020	310.35	33.00	260.98	262.45	262.20	262.81	0.004217	2.64	12.50	9.53	0.74
Tratto_1	96.000*	Q100	310.35	56.00	260.98	263.32	262.71	263.63	0.002572	2.49	22.51	12.72	0.60
Tratto_1	96.000*	Q200	310.35	64.00	260.98	263.59	262.86	263.90	0.002195	2.46	26.06	13.05	0.55
Tratto_1	96.000*	Q100 LAM	310.35	43.00	260.98	262.84	262.42	263.18	0.003451	2.56	16.78	11.50	0.68
Tratto_1	94.000*	Q020	301.78	33.00	260.90	262.49	262.14	262.75	0.003057	2.26	14.61	11.63	0.64
Tratto_1	94.000*	Q100	301.78	56.00	260.90	263.34	262.57	263.59	0.001793	2.22	25.25	13.24	0.51
Tratto_1	94.000*	Q200	301.78	64.00	260.90	263.61	262.70	263.86	0.001579	2.22	28.88	13.48	0.48
Tratto_1	94.000*	Q100 LAM	301.78	43.00	260.90	262.88	262.34	263.13	0.002311	2.23	19.25	12.38	0.57
Tratto_1	92.000*	Q020	293.22	33.00	260.81	262.51	262.01	262.71	0.001994	1.95	16.89	12.41	0.53
Tratto_1	92.000*	Q100	293.22	56.00	260.81	263.36	262.42	263.57	0.001305	2.00	27.99	13.71	0.45
Tratto_1	92.000*	Q200	293.22	64.00	260.81	263.63	262.55	263.84	0.001180	2.02	31.72	13.88	0.43
Tratto_1	92.000*	Q100 LAM	293.22	43.00	260.81	262.90	262.20	263.10	0.001596	1.97	21.78	13.00	0.49
Tratto_1	90	Q020	284.65	33.00	260.73	262.53		262.68	0.001376	1.71	19.26	13.04	0.45
Tratto_1	90	Q100	284.65	56.00	260.73	263.38		263.55	0.000994	1.82	30.77	14.13	0.39
Tratto_1	90	Q200	284.65	64.00	260.73	263.65		263.82	0.000920	1.85	34.59	14.25	0.38
Tratto_1	90	Q100 LAM	284.65	43.00	260.73	262.91		263.07	0.001162	1.77	24.35	13.53	0.42
Tratto_1	88.333*	Q020	275.41	33.00	260.68	262.50	261.90	262.66	0.001741	1.80	18.38	13.01	0.48
Tratto_1	88.333*	Q100	275.41	56.00	260.68	263.36	262.31	263.54	0.001155	1.86	30.05	14.08	0.41
Tratto_1	88.333*	Q200	275.41	64.00	260.68	263.63	262.43	263.81	0.001056	1.89	33.87	14.18	0.39
Tratto_1	88.333*	Q100 LAM	275.41	43.00	260.68	262.89	262.08	263.06	0.001402	1.82	23.56	13.54	0.44
Tratto_1	86.667*	Q020	266.17	33.00	260.64	262.46	261.91	262.64	0.002264	1.90	17.41	12.87	0.52
Tratto_1	86.667*	Q100	266.17	56.00	260.64	263.34	262.34	263.52	0.001336	1.91	29.28	14.01	0.42
Tratto_1	86.667*	Q200	266.17	64.00	260.64	263.61	262.47	263.80	0.001188	1.94	33.06	14.13	0.40
Tratto_1	86.667*	Q100 LAM	266.17	43.00	260.64	262.86	262.11	263.04	0.001721	1.89	22.72	13.53	0.47
Tratto_1	85.000*	Q020	256.92	33.00	260.59	262.41	261.91	262.62	0.002591	2.00	16.51	12.42	0.55
Tratto_1	85.000*	Q100	256.92	56.00	260.59	263.31	262.35	263.51	0.001565	1.99	28.08	13.95	0.44
Tratto_1	85.000*	Q200	256.92	64.00	260.59	263.58	262.49	263.79	0.001391	2.02	31.71	14.11	0.42
Tratto_1	85.000*	Q100 LAM	256.92	43.00	260.59	262.83	262.12	263.03	0.001988	1.98	21.76	13.35	0.49
Tratto_1	83.333*	Q020	247.68	33.00	260.54	262.37	261.81	262.59	0.002844	2.10	15.68	11.84	0.58
Tratto_1	83.333*	Q100	247.68	56.00	260.54	263.27	262.36	263.49	0.001755	2.08	26.86	13.79	0.45
Tratto_1	83.333*	Q200	247.68	64.00	260.54	263.54	262.49	263.77	0.001633	2.11	30.28	14.50	0.43
Tratto_1	83.333*	Q100 LAM	247.68	43.00	260.54	262.79	262.06	263.00	0.002158	2.07	20.82	13.31	0.51
Tratto_1	81.667*	Q020	238.44	33.00	260.50	262.33	261.75	262.57	0.002455	2.14	15.43	10.09	0.55
Tratto_1	81.667*	Q100	238.44	56.00	260.50	263.23	262.26	263.47	0.001885	2.17	25.83	14.38	0.47
Tratto_1	81.667*	Q200	238.44	64.00	260.50	263.51	262.41	263.75	0.001767	2.20	29.07	14.38	0.45
Tratto_1	81.667*	Q100 LAM	238.44	43.00	260.50	262.75	261.97	262.98	0.002298	2.14	20.05	13.16	0.53
Tratto_1	80	Q020	229.19	33.00	260.45	262.32	261.69	262.54	0.002105	2.10	15.73	9.51	0.52
Tratto_1	80	Q100	229.19	56.00	260.45	263.20	262.18	263.45	0.001891	2.23	25.13	14.26	0.48
Tratto_1	80	Q200	229.19	64.00	260.45	263.47	262.33	263.74	0.001761	2.27	28.18	14.26	0.46
Tratto_1	80	Q100 LAM	229.19	43.00	260.45	262.72	261.91	262.96	0.002090	2.17	19.79	10.35	0.50
Tratto_1	76.667*	Q020	221.55	33.00	260.37	262.21	261.76	262.51	0.003841	2.43	13.57	9.28	0.64
Tratto_1	76.667*	Q100	221.55	56.00	260.37	263.10	262.31	263.43	0.002946	2.53	22.13	12.31	0.54
Tratto_1	76.667*	Q200	221.55	64.00	260.37	263.37	262.46	263.71	0.002809	2.58	24.81	12.42	0.52
Tratto_1	76.667*	Q100 LAM	221.55	43.00	260.37	262.62	262.04	262.93	0.003323	2.46	17.45	9.59	0.58
Tratto_1	73.333*	Q020	213.90	33.00	260.28	262.14	261.74	262.48	0.004659	2.59	12.76	8.21	0.66
Tratto_1	73.333*	Q100	213.90	56.00	260.28	263.01	262.27	263.40	0.003475	2.77	20.22	10.94	0.59
Tratto_1	73.333*	Q200	213.90	64.00	260.28	263.27	262.43	263.68	0.003206	2.83	22.61	10.99	0.57
Tratto_1	73.333*	Q100 LAM	213.90	43.00	260.28	262.54	261.99	262.90	0.003978	2.67	16.08	8.37	0.62
Tratto_1	70	Q020	206.25	33.00	260.20	262.09	261.62	262.44	0.003723	2.65	12.45	7.07	0.64
Tratto_1	70	Q100	206.25	56.00	260.20	262.89	262.18	263.36	0.003787	3.03	18.49	9.64	0.63
Tratto_1	70	Q200	206.25	64.00	260.20	263.15	262.36	263.65	0.003685	3.12	20.52	9.67	0.62
Tratto_1	70	Q100 LAM	206.25	43.00	260.20	262.45	261.87	262.87	0.003683	2.86	15.05	7.16	0.63
Tratto_1	69.98	Q020	201.95	33.00	260.16	262.08	261.58	262.42	0.003526	2.60	12.69	7.08	0.62
Tratto_1	69.98	Q100	201.95	56.00	260.16	262.89	262.14	263.34	0.003638	2.99	18.75	9.64	0.62
Tratto_1	69.98	Q200	201.95	64.00	260.16	263.14	262.32	263.63	0.003555	3.08	20.78	9.67	0.61
Tratto_1	69.98	Q100 LAM	201.95	43.00	260.16	262.44	261.84	262.85	0.003522	2.81	15.30	7.17	0.61
Tratto_1	67.485*	Q020	193.50	33.00	260.11	262.07	261.53	262.39	0.003114	2.51	13.17	7.31	0.60
Tratto_1	67.485*	Q100	193.50	56.00	260.11	262.87	262.09	263.30	0.003492	2.90	19.28	9.36	0.59
Tratto_1	67.485*	Q200	193.50	64.00	260.11	263.13	262.26	263.59	0.003640	3.01	21.26	9.46	0.59
Tratto_1	67.485*	Q100 LAM	193.50	43.00	260.11	262.44	261.79	262.81	0.003239	2.71	15.89	9.26	0.60
Tratto_1	64.990*	Q020	185.05	33.00	260.06	262.06	261.47	262.36	0.002748	2.39	13.80	7.57	0.57
Tratto_1	64.990*	Q100	185.05	56.00	260.06	262.87	262.01	263.27	0.002967	2.78	20.15	9.48	0.56
Tratto_1	64.990*	Q200	185.05	64.00	260.06	263.13	262.18	263.55	0.003036	2.89	22.18	9.55	0.56
Tratto_1	64.990*	Q100 LAM	185.05	43.00	260.06	262.44	261.72	262.77	0.002852	2.58	16.67	9.37	0.57
Tratto_1	62.495*	Q020	176.60	33.00	260.00	262.06	261.41	262.32	0.002376	2.26	14.58	7.86	0.53
Tratto_1	62.495*	Q100	176.60	56.00	260.00	262.87	261.84	263.23	0.002615	2.65	21.14	9.81	0.53
Tratto_1	62.495*	Q200	176.60	64.00	260.00	263.13	262.10	263.51	0.002685	2.75	23.25	9.97	0.53
Tratto_1	62.495*	Q100 LAM	176.60	43.00	260.00	262.44	261.85	262.74	0.002479	2.45	17.57	9.52	0.53
Tratto_1	60	Q020	168.15	33.00	259.95	262.07		262.30	0.002110	2.12	15.55	10.04	0.50
Tratto_1	60	Q100	168.15	56.00	259.95	262.89		263.20	0.002094	2.48	22.57	10.11	0.49
Tratto_1	60	Q200	168.15	64.00	259.95	263.14		263.48	0.002112	2.58	24.76	10.14	0.49

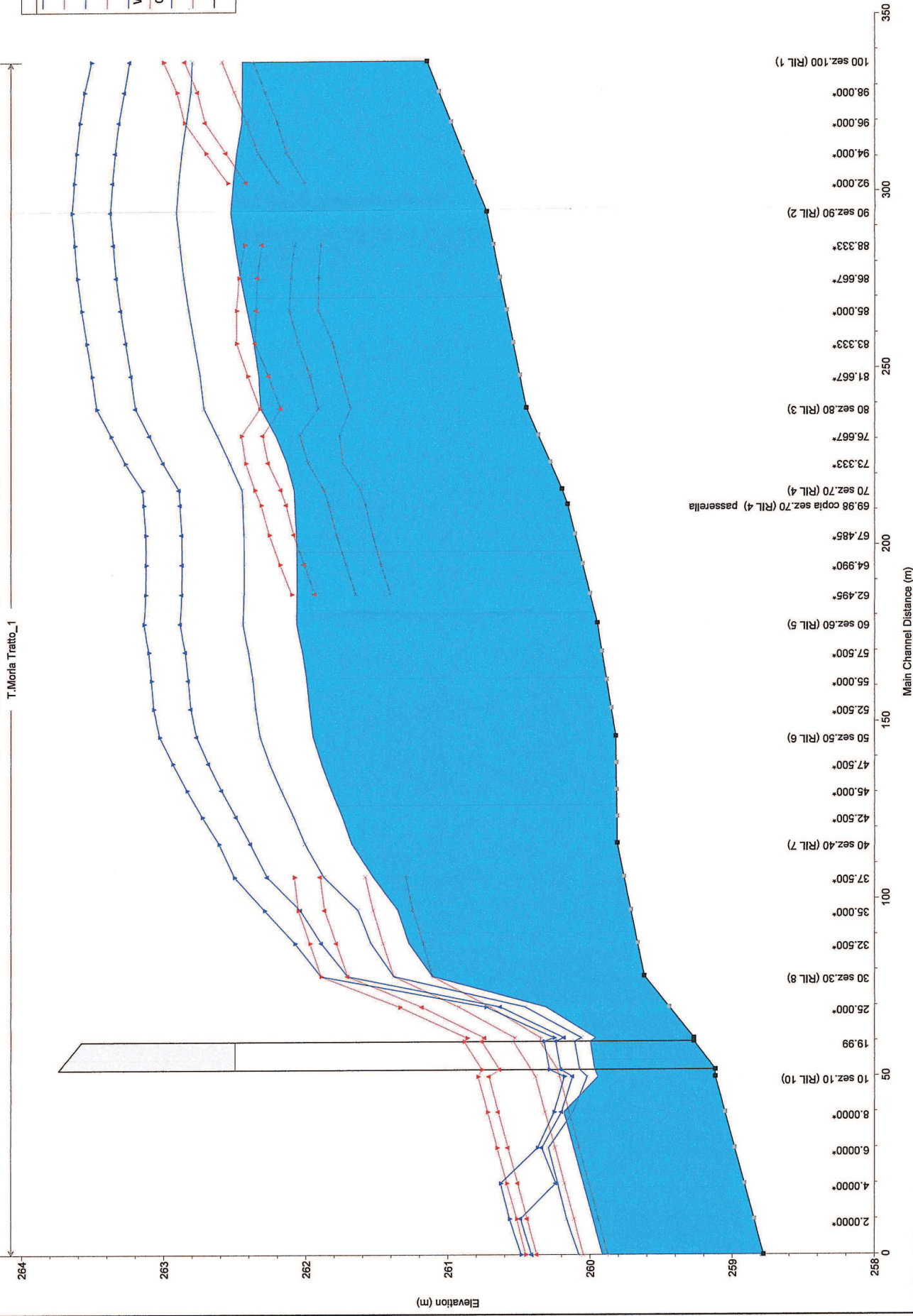
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T.Moria Reach: Tratto\_1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	60	Q100 LAM	168.15	43.00	259.95	262.44		262.71	0.002079	2.29	18.78	10.07	0.49
Tratto_1	57.500*	Q020	160.17	33.00	259.92	262.03		262.28	0.002448	2.22	14.88	8.85	0.53
Tratto_1	57.500*	Q100	160.17	56.00	259.92	262.85		263.18	0.002408	2.55	21.99	9.71	0.51
Tratto_1	57.500*	Q200	160.17	64.00	259.92	263.11		263.46	0.002390	2.64	24.23	9.85	0.51
Tratto_1	57.500*	Q100 LAM	160.17	43.00	259.92	262.40		262.69	0.002477	2.37	18.12	9.47	0.52
Tratto_1	55.000*	Q020	152.19	33.00	259.89	261.99		262.25	0.002714	2.26	14.62	8.57	0.54
Tratto_1	55.000*	Q100	152.19	56.00	259.89	262.83		263.16	0.002593	2.55	21.94	9.53	0.52
Tratto_1	55.000*	Q200	152.19	64.00	259.89	263.09		263.44	0.002466	2.63	24.30	9.59	0.51
Tratto_1	55.000*	Q100 LAM	152.19	43.00	259.89	262.37		262.67	0.002803	2.41	17.83	9.21	0.54
Tratto_1	52.500*	Q020	144.21	33.00	259.85	261.98		262.23	0.002743	2.23	14.77	8.46	0.54
Tratto_1	52.500*	Q100	144.21	56.00	259.85	262.81		263.14	0.002452	2.53	22.12	9.14	0.52
Tratto_1	52.500*	Q200	144.21	64.00	259.85	263.07		263.42	0.002335	2.61	24.50	9.17	0.51
Tratto_1	52.500*	Q100 LAM	144.21	43.00	259.85	262.36		262.65	0.002608	2.39	18.00	8.58	0.53
Tratto_1	50	Q020	136.23	33.00	259.82	261.95		262.21	0.002332	2.25	14.66	8.05	0.53
Tratto_1	50	Q100	136.23	56.00	259.82	262.77		263.12	0.002412	2.61	21.46	8.78	0.53
Tratto_1	50	Q200	136.23	64.00	259.82	263.03		263.40	0.002370	2.69	23.75	8.80	0.52
Tratto_1	50	Q100 LAM	136.23	43.00	259.82	262.32		262.63	0.002321	2.43	17.68	8.15	0.53
Tratto_1	47.500*	Q020	128.65	33.00	259.82	261.89		262.19	0.002750	2.41	13.71	7.64	0.57
Tratto_1	47.500*	Q100	128.65	56.00	259.82	262.69		263.09	0.002846	2.82	19.88	8.04	0.57
Tratto_1	47.500*	Q200	128.65	64.00	259.82	262.94		263.37	0.002828	2.93	21.88	8.10	0.57
Tratto_1	47.500*	Q100 LAM	128.65	43.00	259.82	262.26		262.60	0.002750	2.60	16.53	7.75	0.57
Tratto_1	45.000*	Q020	121.07	33.00	259.81	261.82		262.16	0.003272	2.57	12.82	7.13	0.61
Tratto_1	45.000*	Q100	121.07	56.00	259.81	262.59		263.06	0.003395	3.03	18.51	7.53	0.62
Tratto_1	45.000*	Q200	121.07	64.00	259.81	262.84		263.34	0.003467	3.14	20.35	7.78	0.61
Tratto_1	45.000*	Q100 LAM	121.07	43.00	259.81	262.17		262.57	0.003350	2.80	15.38	7.36	0.62
Tratto_1	42.500*	Q020	113.49	33.00	259.81	261.74		262.13	0.003903	2.74	12.04	6.89	0.66
Tratto_1	42.500*	Q100	113.49	56.00	259.81	262.49		263.03	0.004096	3.24	17.31	7.21	0.67
Tratto_1	42.500*	Q200	113.49	64.00	259.81	262.73		263.31	0.004128	3.36	19.04	7.34	0.67
Tratto_1	42.500*	Q100 LAM	113.49	43.00	259.81	262.09		262.54	0.003979	2.98	14.43	7.06	0.67
Tratto_1	40	Q020	105.91	33.00	259.81	261.68		262.09	0.004544	2.85	11.59	6.70	0.69
Tratto_1	40	Q100	105.91	56.00	259.81	262.39		262.99	0.004920	3.41	16.41	6.81	0.70
Tratto_1	40	Q200	105.91	64.00	259.81	262.61		263.26	0.005043	3.57	17.92	6.84	0.70
Tratto_1	40	Q100 LAM	105.91	43.00	259.81	262.01		262.50	0.004697	3.12	13.80	6.76	0.70
Tratto_1	37.500*	Q020	96.55	33.00	259.76	261.53	261.30	262.03	0.005997	3.15	10.47	6.82	0.81
Tratto_1	37.500*	Q100	96.55	56.00	259.76	262.27	261.90	262.93	0.005547	3.59	15.61	6.97	0.77
Tratto_1	37.500*	Q200	96.55	64.00	259.76	262.50	262.08	263.21	0.005521	3.72	17.22	7.02	0.76
Tratto_1	37.500*	Q100 LAM	96.55	43.00	259.76	261.87	261.58	262.45	0.005661	3.35	12.84	6.89	0.78
Tratto_1	35.000*	Q020	87.20	33.00	259.71	261.35	261.25	261.96	0.007417	3.46	9.55	6.31	0.90
Tratto_1	35.000*	Q100	87.20	56.00	259.71	262.04	261.87	262.86	0.007415	4.00	13.99	6.68	0.88
Tratto_1	35.000*	Q200	87.20	64.00	259.71	262.29	262.05	263.14	0.007282	4.07	15.73	7.09	0.87
Tratto_1	35.000*	Q100 LAM	87.20	43.00	259.71	261.63	261.53	262.37	0.007747	3.80	11.33	6.39	0.91
Tratto_1	32.500*	Q020	77.84	33.00	259.67	261.28	261.17	261.89	0.007635	3.48	9.49	6.33	0.91
Tratto_1	32.500*	Q100	77.84	56.00	259.67	261.89	261.79	262.78	0.008218	4.17	13.44	6.48	0.92
Tratto_1	32.500*	Q200	77.84	64.00	259.67	262.08	261.97	263.05	0.008461	4.37	14.65	6.53	0.93
Tratto_1	32.500*	Q100 LAM	77.84	43.00	259.67	261.54	261.46	262.30	0.008098	3.84	11.19	6.40	0.93
Tratto_1	30	Q020	68.48	33.00	259.62	261.11	261.11	261.81	0.009194	3.69	8.94	6.40	1.00
Tratto_1	30	Q100	68.48	56.00	259.62	261.71	261.71	262.68	0.009535	4.38	12.78	6.52	1.00
Tratto_1	30	Q200	68.48	64.00	259.62	261.89	261.89	262.96	0.009632	4.57	14.01	6.56	1.00
Tratto_1	30	Q100 LAM	68.48	43.00	259.62	261.38	261.38	262.21	0.009345	4.03	10.68	6.45	1.00
Tratto_1	25.000*	Q020	59.74	33.00	259.45	260.31	260.70	261.61	0.029762	5.04	6.54	8.69	1.86
Tratto_1	25.000*	Q100	59.74	56.00	259.45	260.63	261.18	262.47	0.028501	5.99	9.34	8.83	1.86
Tratto_1	25.000*	Q200	59.74	64.00	259.45	260.73	261.34	262.73	0.028256	6.26	10.23	8.87	1.86
Tratto_1	25.000*	Q100 LAM	59.74	43.00	259.45	260.46	260.92	262.00	0.029090	5.50	7.81	8.76	1.86
Tratto_1	20	Q020	51.00	33.00	259.27	259.96	260.35	261.30	0.042718	5.12	6.44	11.55	2.19
Tratto_1	20	Q100	51.00	56.00	259.27	260.18	260.74	262.15	0.042114	6.21	9.01	11.59	2.25
Tratto_1	20	Q200	51.00	64.00	259.27	260.25	260.87	262.42	0.041831	6.51	9.83	11.61	2.26
Tratto_1	20	Q100 LAM	51.00	43.00	259.27	260.06	260.53	261.69	0.042553	5.65	7.61	11.57	2.23
Tratto_1	19.99	Bridge											
Tratto_1	10	Q020	50.00	33.00	259.12	259.95	260.22	260.83	0.024205	4.16	7.93	12.84	1.69
Tratto_1	10	Q100	50.00	56.00	259.12	260.12	260.71	261.64	0.031403	5.45	10.27	13.32	1.98
Tratto_1	10	Q200	50.00	64.00	259.12	260.18	260.79	261.89	0.032860	5.79	11.05	13.48	2.04
Tratto_1	10	Q100 LAM	50.00	43.00	259.12	260.02	260.39	261.21	0.028491	4.82	8.93	13.05	1.86
Tratto_1	8.0000*	Q020	40.00	33.00	259.05	260.18	260.15	260.57	0.006801	2.75	12.00	13.66	0.94
Tratto_1	8.0000*	Q100	40.00	56.00	259.05	260.20	260.65	261.27	0.018427	4.58	12.24	13.71	1.55
Tratto_1	8.0000*	Q200	40.00	64.00	259.05	260.25	260.72	261.50	0.020330	4.94	12.94	13.85	1.63
Tratto_1	8.0000*	Q100 LAM	40.00	43.00	259.05	260.12	260.32	260.88	0.014522	3.87	11.12	13.49	1.36
Tratto_1	6.0000*	Q020	30.00	33.00	258.98	260.12	260.08	260.50	0.006803	2.75	11.99	13.66	0.94
Tratto_1	6.0000*	Q100	30.00	56.00	258.98	260.34	260.58	261.04	0.009754	3.70	15.12	14.26	1.15
Tratto_1	6.0000*	Q200	30.00	64.00	258.98	260.37	260.65	261.23	0.012019	4.12	15.55	14.63	1.28
Tratto_1	6.0000*	Q100 LAM	30.00	43.00	258.98	260.29	260.25	260.74	0.006576	2.97	14.46	14.14	0.94
Tratto_1	4.0000*	Q020	20.00	33.00	258.92	260.05	260.01	260.43	0.006802	2.75	12.00	13.66	0.94
Tratto_1	4.0000*	Q100	20.00	56.00	258.92	260.24	260.51	260.98	0.010608	3.81	14.71	14.19	1.19
Tratto_1	4.0000*	Q200	20.00	64.00	258.92	260.63	260.59	261.02	0.006562	2.77	23.08	25.47	0.93
Tratto_1	4.0000*	Q100 LAM	20.00	43.00	258.92	260.23	260.18	260.68	0.006521	2.97	14.50	14.15	0.94
Tratto_1	2.0000*	Q020	10.00	33.00	258.85	259.98	259.94	260.37	0.006806	2.75	11.99	13.66	0.94
Tratto_1	2.0000*	Q100	10.00	56.00	258.85	260.49	260.44	260.84	0.006556	2.64	21.23	25.29	0.92
Tratto_1	2.0000*	Q200	10.00	64.00	258.85	260.57	260.52	260.96	0.006454	2.76	23.21	25.48	0.92
Tratto_1	2.0000*	Q100 LAM	10.00	43.00	258.85	260.17	260.11	260.61	0.006425	2.95	14.57	14.16	0.93

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: T.Moria Reach: Tratto\_1 (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Cum Ch Len (m)	Q Total (m <sup>3</sup> /s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
Tratto_1	00	Q020		33,00	258,78	259,91	259,87	260,30	0,006809	2,75	11,99	13,66	0,94
Tratto_1	00	Q100		56,00	258,78	260,41	260,37	260,77	0,006803	2,67	20,98	25,26	0,94
Tratto_1	00	Q200		64,00	258,78	260,46	260,45	260,89	0,006802	2,80	22,82	25,44	0,95
Tratto_1	00	Q100 LAM		43,00	258,78	260,08	260,05	260,54	0,006801	3,01	14,30	14,11	0,95

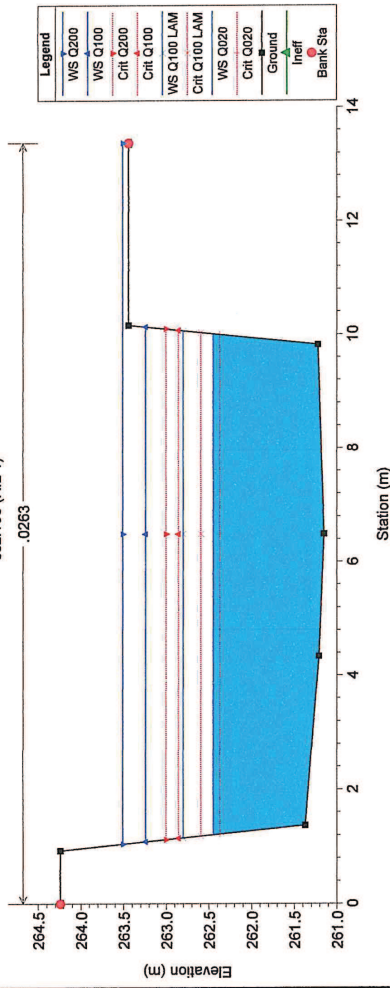
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



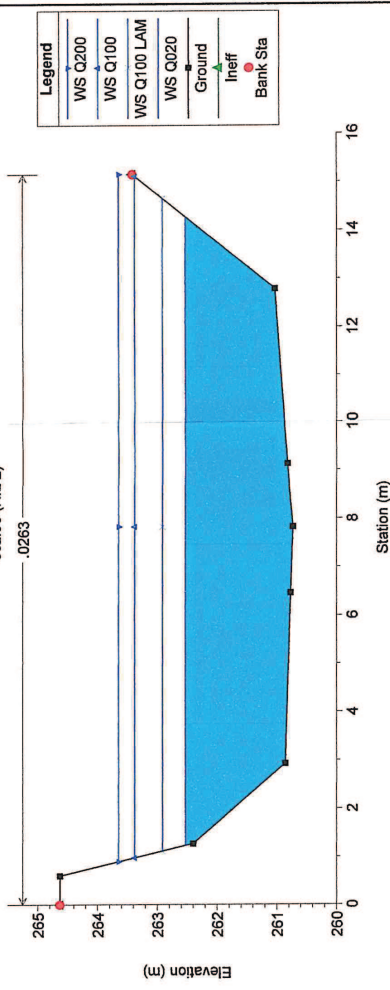
Legend	
WS Q200	WS Q100
Crit Q200	Crit Q100
WS Q100 LAM	Crit Q100 LAM
WS Q020	Crit Q020
Ground	

T. Moria Tratto\_1

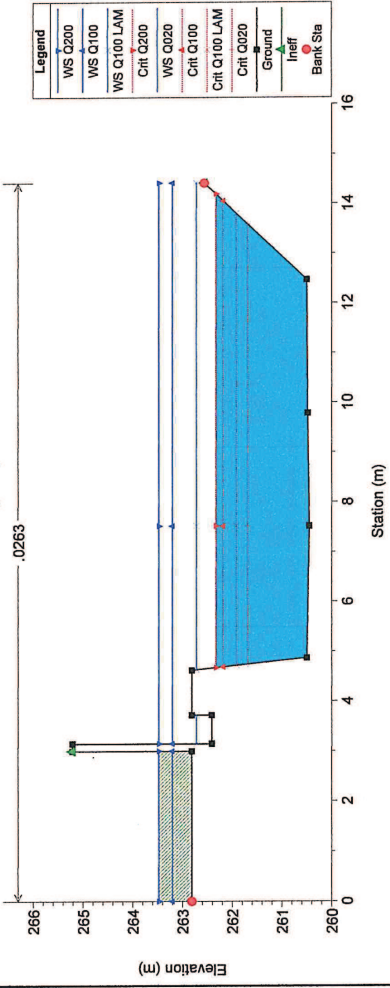
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.100 (RIL 1)



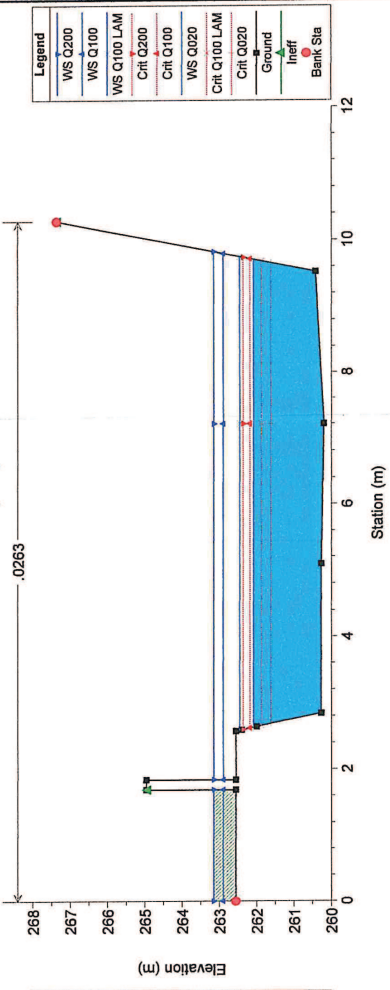
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.90 (RIL 2)



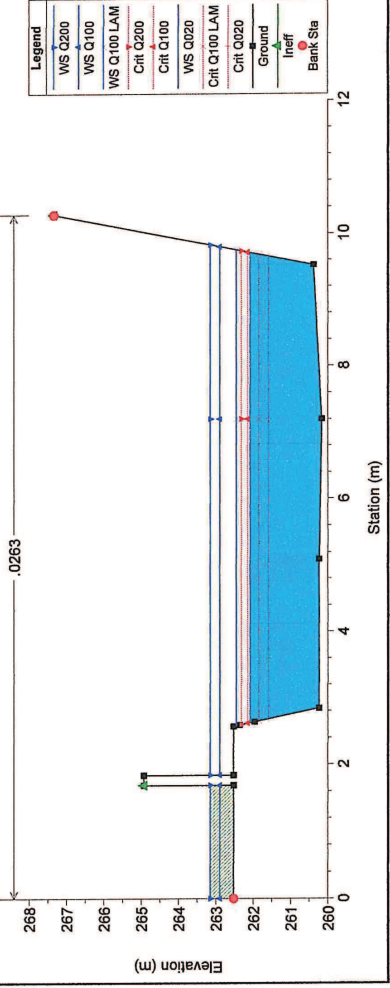
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.80 (RIL 3)



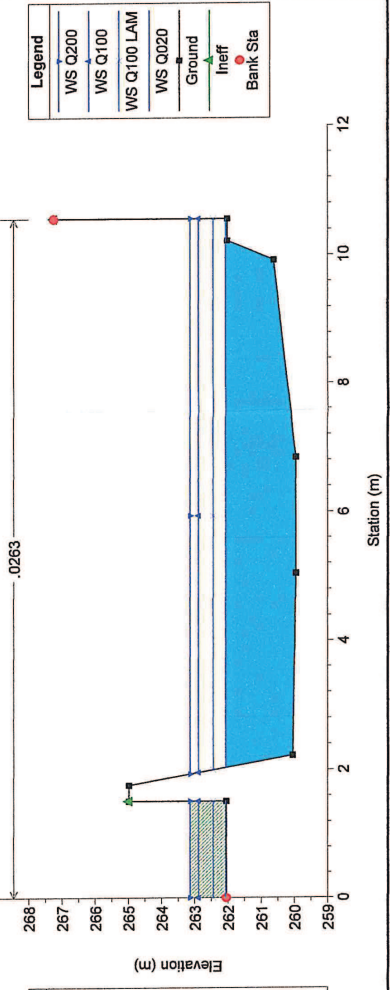
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.70 (RIL 4)



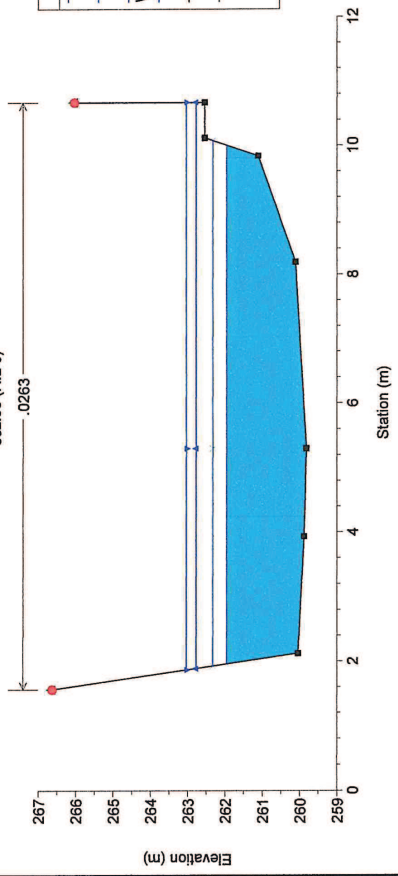
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
copla sez.70 (RIL 4) passerella



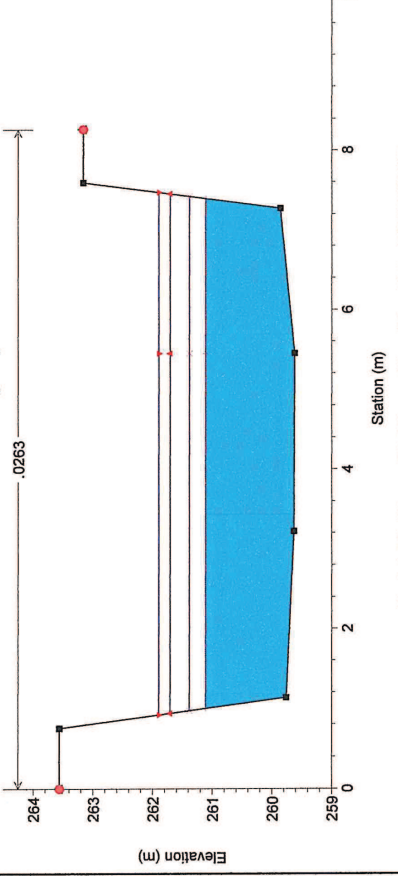
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.60 (RIL 5)



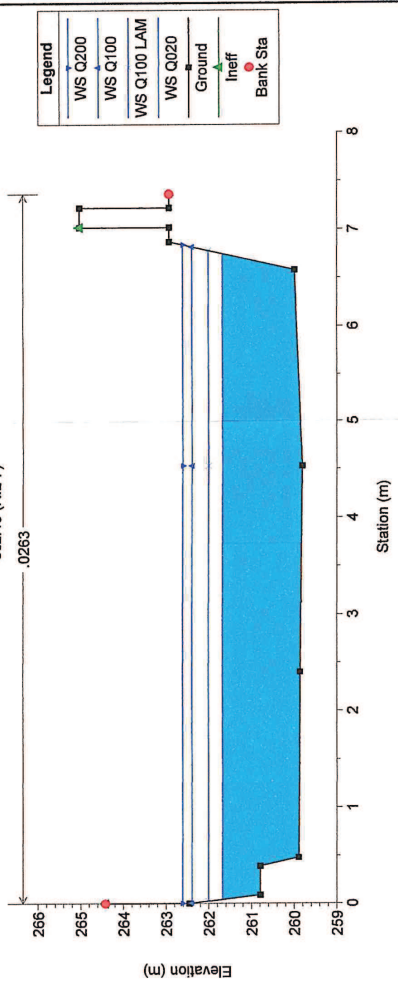
Morlak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.50 (RIL 6)



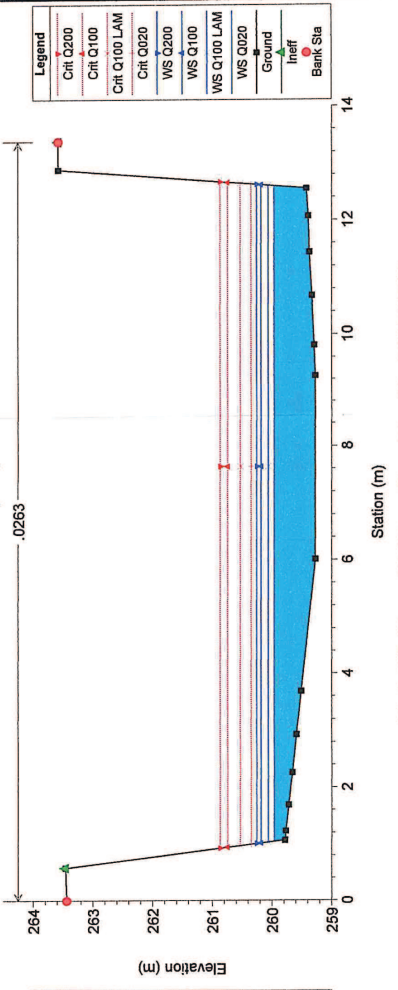
Morlak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.30 (RIL 8)



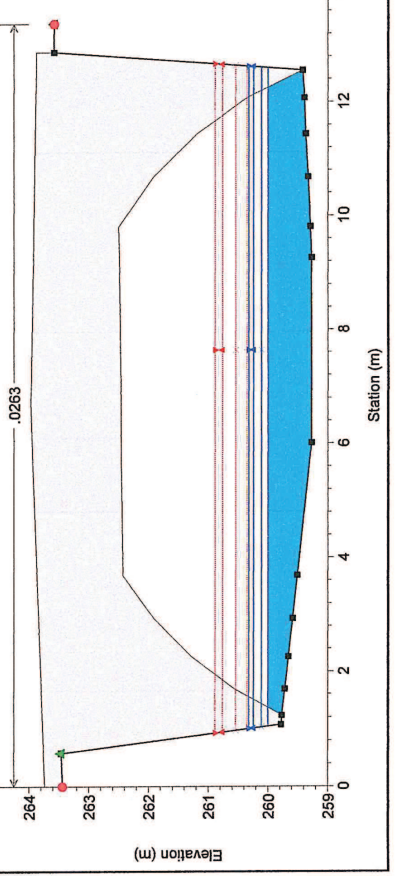
Morlak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.40 (RIL 7)



Morlak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017  
sez.20 (RIL 9)

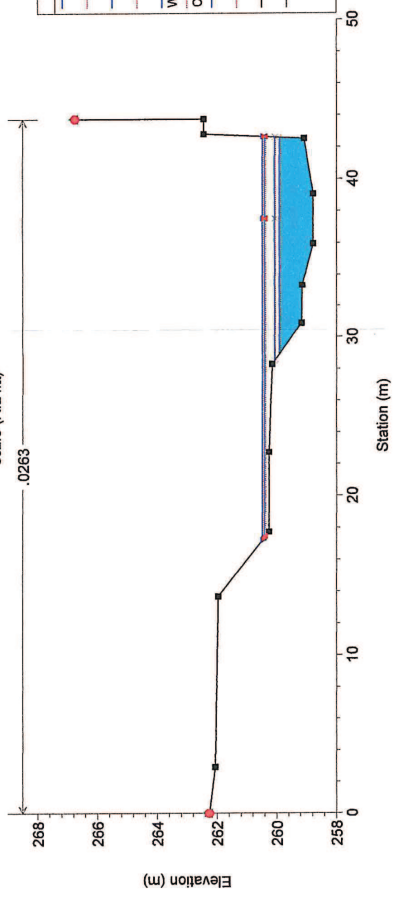


Morlak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017



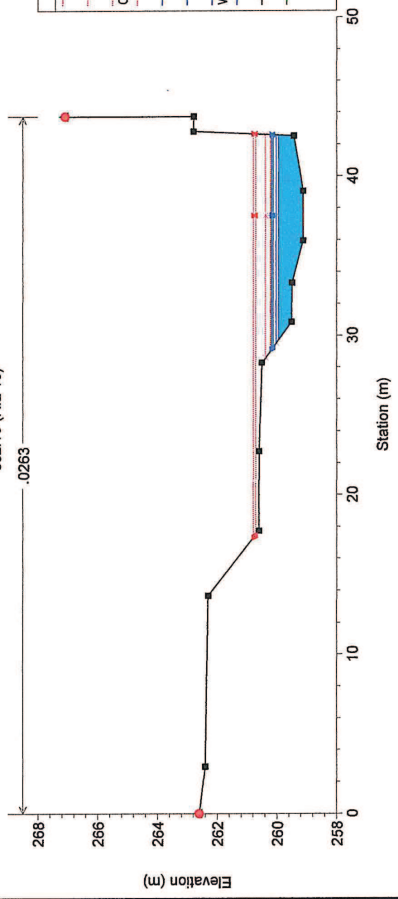
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017

sez.0 (RIL fitt)



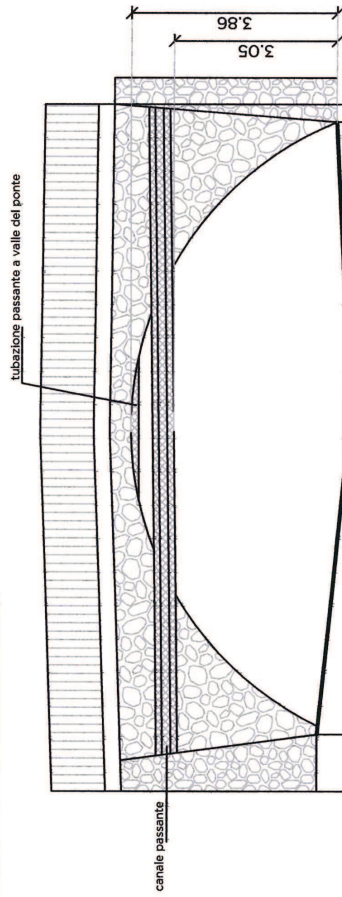
Moriak35-10\_szaPASS Plan: Plan 01 22/10/2017

sez.10 (RIL 10)

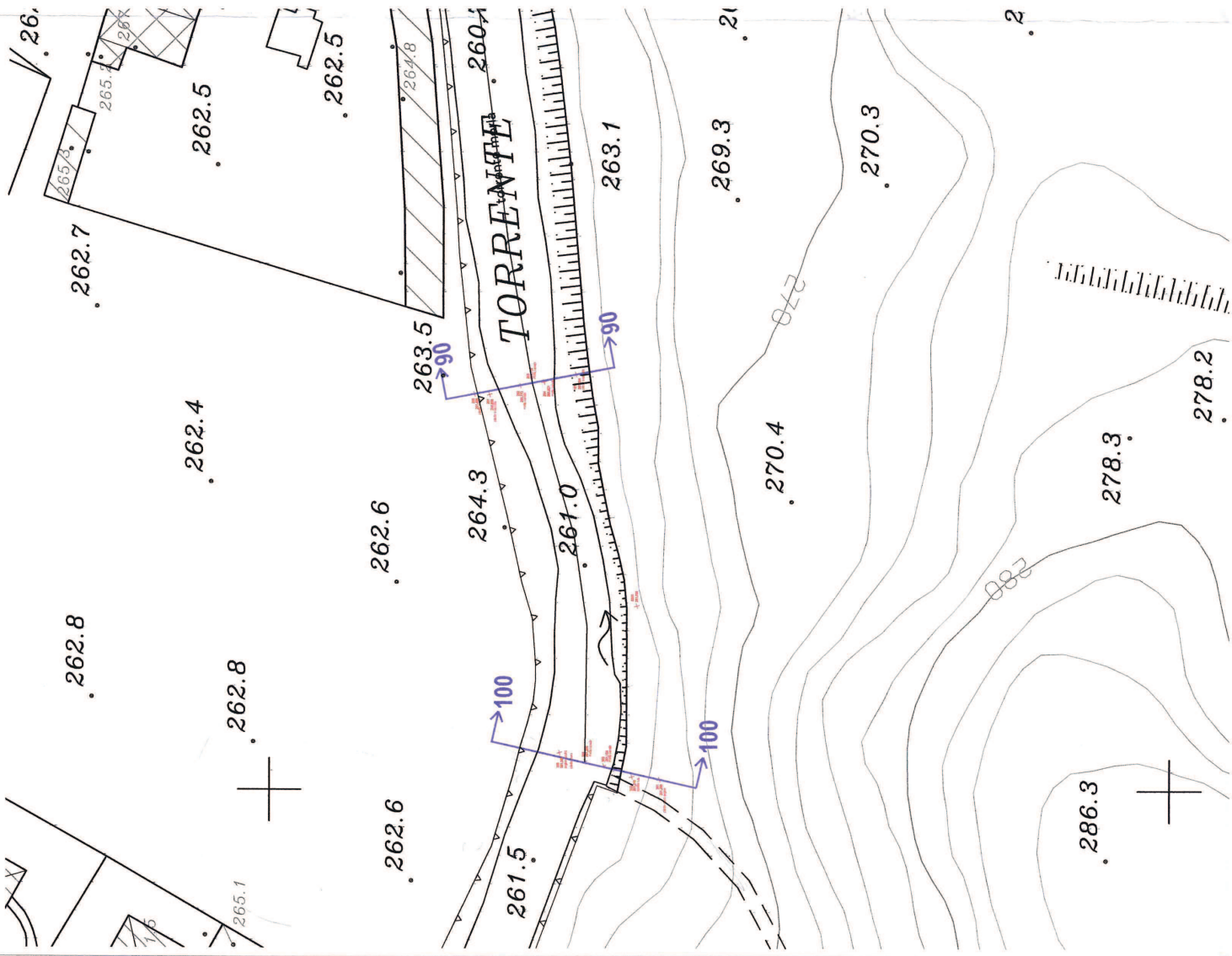




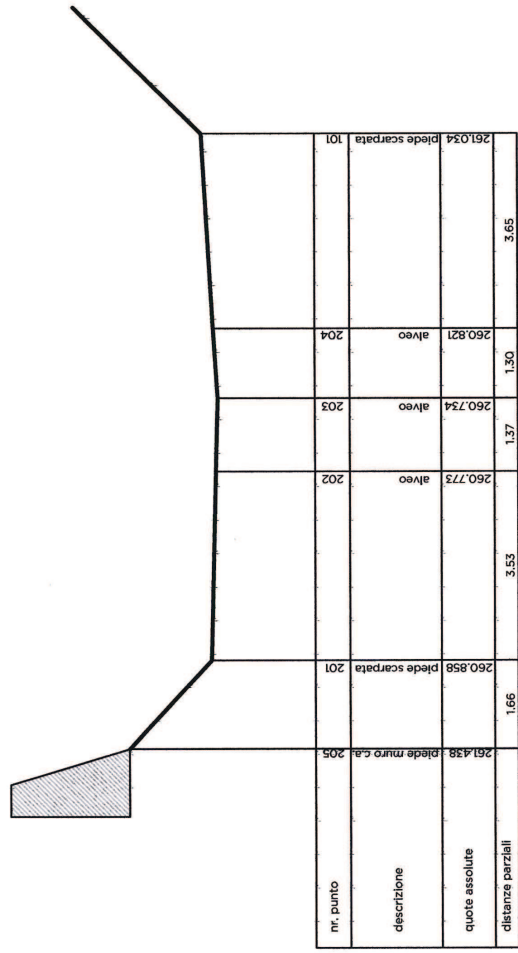
**Sezione 20 1:100**



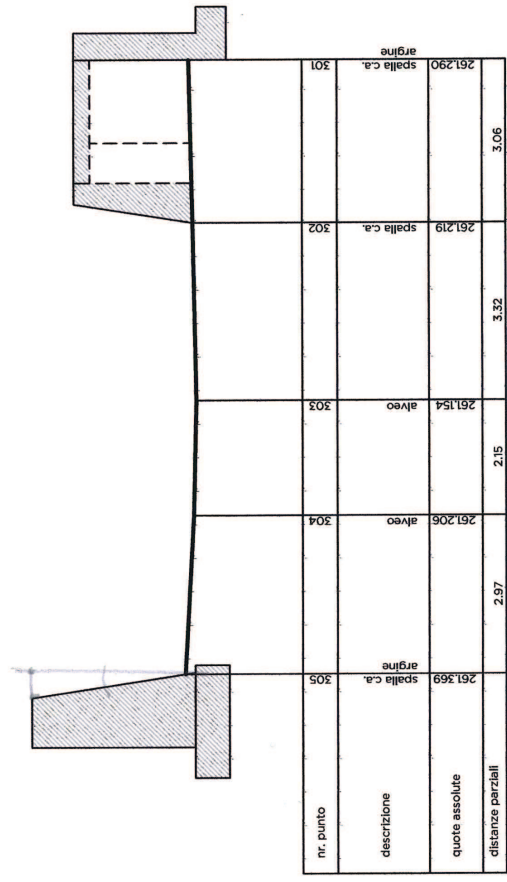
nr. punto	263.742	259.784	259.267	511	510	509	519
quote assolute	263.742	259.784	259.267	259.267	259.415	263.879	263.879
quote merclide	263.742	259.784	259.267	259.267	259.415	263.879	263.879
distanze parziali	1.07			4.94	3.25	3.29	0



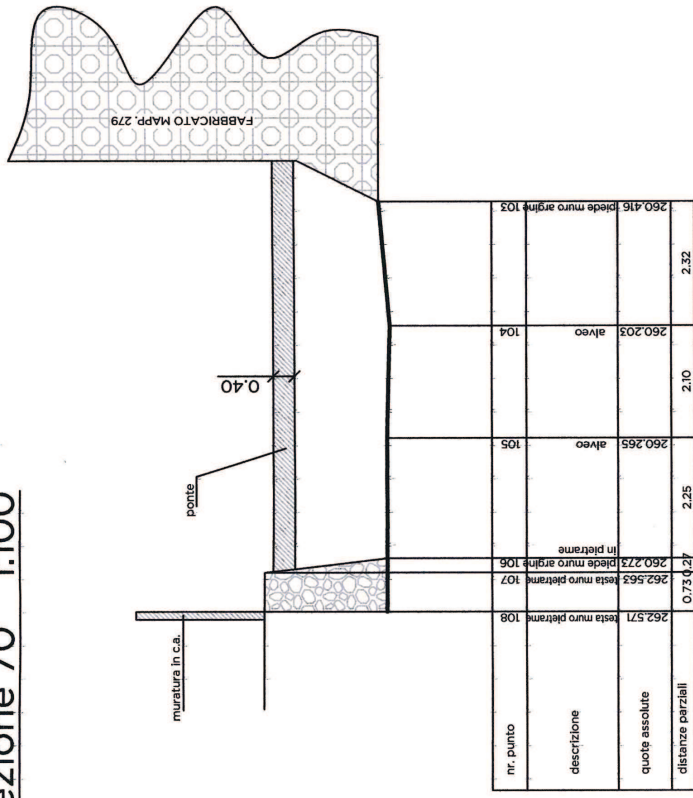
### Sezione 90 1:100



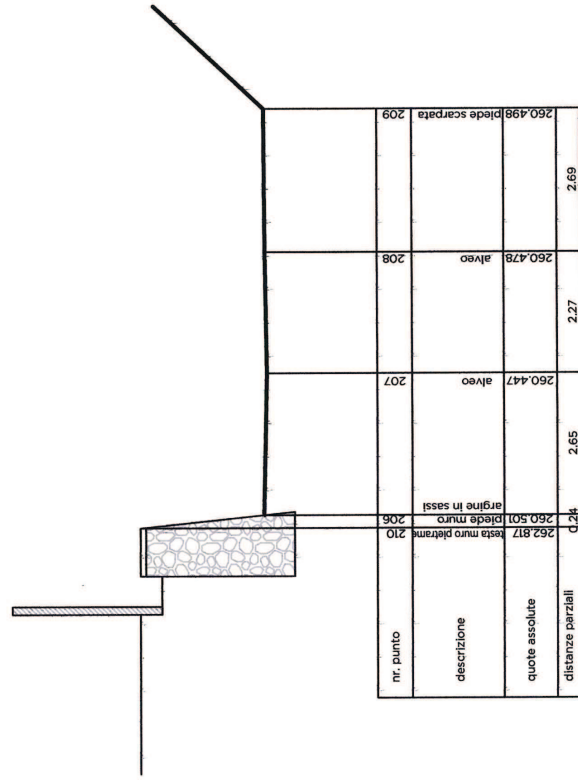
### Sezione 100 1:100



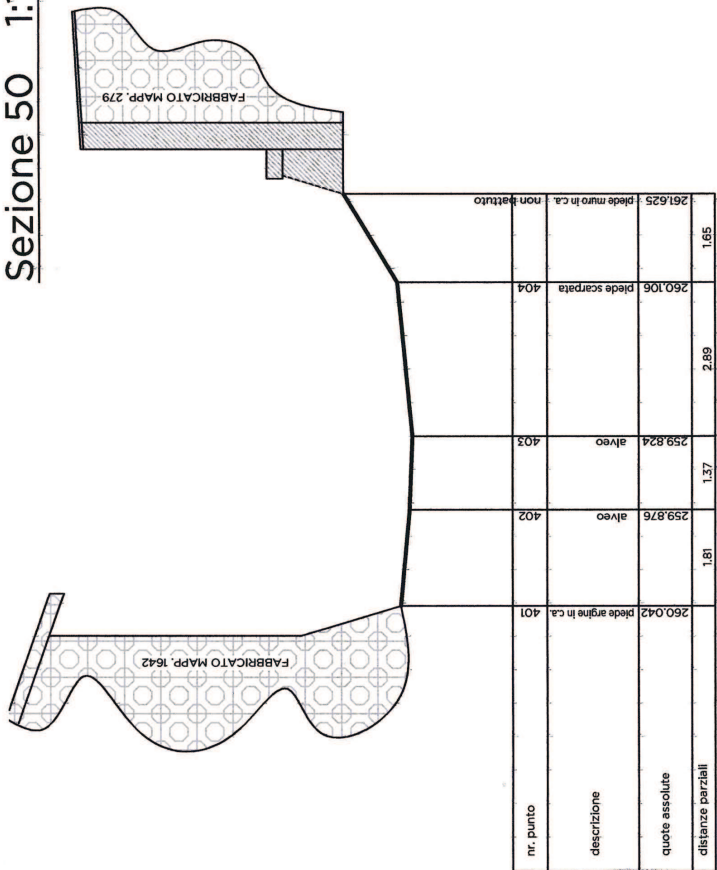
### Sezione 70 1:100



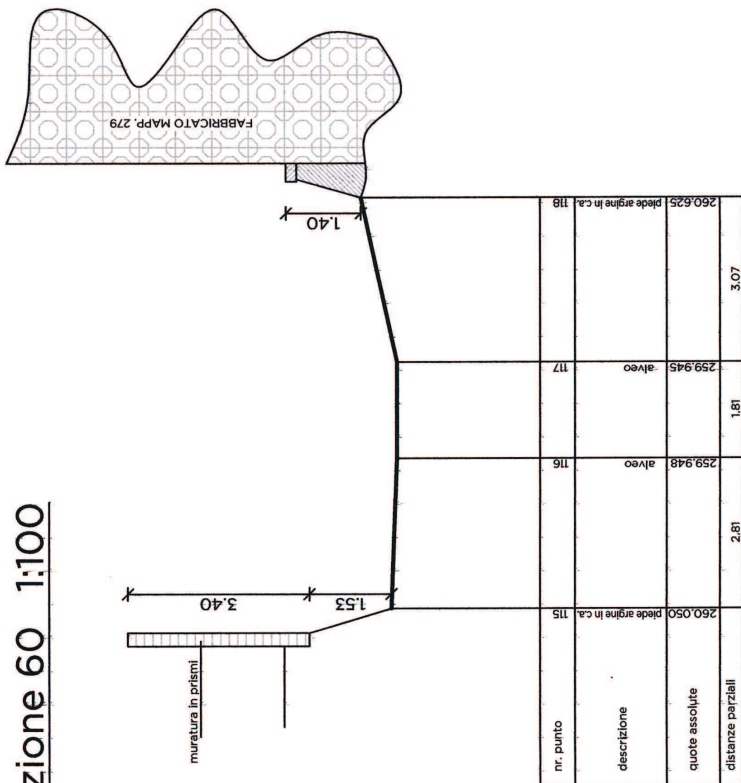
### Sezione 80 1:100



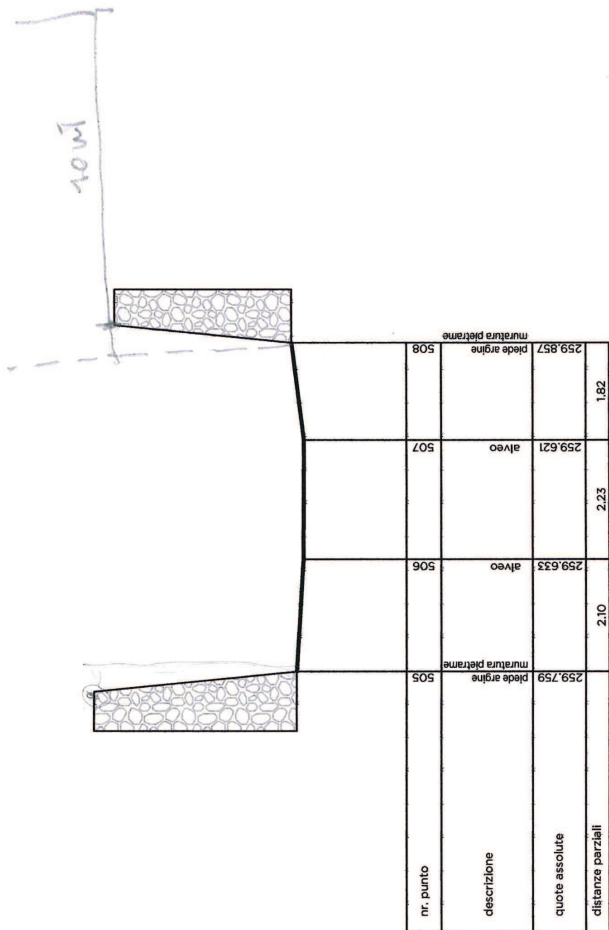
Sezione 50 1:100



Sezione 60 1:100



Sezione 30 1:100



Sezione 40 1:100

