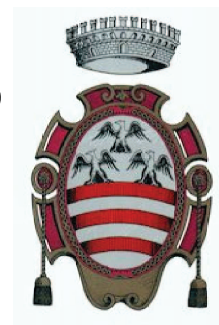




Comune di Mandello del Lario
Provincia di Lecco



Studio per la determinazione del reticolo idrico minore

ai sensi dell'art. 3 comma 114 della LR 1/2000
LR 25 Gennaio 2002 n° 7/7868 e succ.

ELABORATO TECNICO

COMMITTENTE: COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO

IL TECNICO INCARICATO:

Geo■Te■Am

Dott.Geol.Adamoli Cristian

Studio di Geologia Tecnica ed Ambientale

Via Villatico 11 – 23823 Colico (LC)

+39 0341 933011

www.studiogeoteam.com

tecnico@studiogeoteam.com

DATA: **Dicembre 2014**

SCALA

TAVOLA

AGG:

1	PREMESSA	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
4	INQUADRAMENTO IDROGRAFICO	5
5	DETERMINAZIONE RETICOLO MINORE	6
5.1	METODOLOGIA OPERATIVA.....	6
5.2	DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO.....	7
-	FASCIA 1 (F1) (ROSSA) – CONSISTENTI LIMITAZIONI	7
-	FASCIA 2 (F2) (VERDE) – MODESTE LIMITAZIONI	7
5.2.1	5.2.1 FASCIA 1 – CONSISTENTI LIMITAZIONI	8
5.2.2	5.2.2 FASCIA 2 – MODESTE LIMITAZIONI.....	8
5.3	5.3 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL RETICOLO MINORE	9
6	ANALISI IDROLOGICA ED IDRAULICA TORRENTE MERIA.....	10
6.1	RELAZIONE IDROLOGICA.....	10
6.1.1	STIMA DELLA PORTATA DI PIENA.....	10
6.1.2	DETERMINAZIONE DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ CLIMATICA PUNTUALE (O DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA)	11
6.1.3	DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	11
6.1.4	DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	12
6.1.5	CALCOLO DELLA PORTATA DI PROGETTO.....	13
6.2	VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE MERIA AMBITO URBANIZZATO	15
6.2.1	TRACCIAMENTO DEL PROFILO IN MOTO STAZIONARIO MONODIMENSIONALE	15
6.2.2	SCHEMATIZZAZIONE IDRAULICA DELL'ALVEO.....	15
6.3	ELABORAZIONI IDRAULICHE	17
6.3.1	SCELTA DEI COEFFICIENTI DI SCABREZZA	17
6.3.2	SALTI DI FONDO PONTE	18
6.4	ELABORAZIONI E TRACCIAMENTO DEL PROFILO IDRAULICO.....	18

Allegati:

TABELLA A: IDENTIFICAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE

1 PREMESSA

Lo scopo del presente lavoro è quello di verifica e di aggiornamento del reticolo idrografico presente nel territorio comunale di Mandello del Lario (LC) secondo i dettami della nuova normativa in materia di riordino dei reticoli idrici in Regione Lombardia.

Con la Deliberazione Giunta Regionale 25 Gennaio 2002 N 7/7868 vengono trasferite ai comuni le funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo minore, come indicato dall'art. 3 comma 114 della l.r. 1/2000.

I corsi d'acqua appartenenti al reticolo principale sono stati individuati a livello regionale nella DGR. n. IX/4287 del 25 ottobre 2012 allegato A., il reticolo minore viene quindi definito per sottrazione del reticolo principale da quello totale.

Vengono quindi definite per ogni corso d'acqua delle fasce di rispetto con le rispettive limitazioni.

Sostanzialmente il lavoro si concretizza in un aggiornamento delle norme in materia di polizia idraulica e delle tavole elaborate in data marzo 2003 con la produzione dei seguenti elaborati cartografici.

TAV 1 a: carta del reticolo idrografico *scala 1:10.000*

TAV 1 b: carta del reticolo idrografico (Moregallo) *scala 1:10.000*

TAV 2 a: reticolo idrografico fasce di rispetto (Mandello) *scala 1:2.000*

TAV 2 b: reticolo idrografico fasce di rispetto (Olcio) *scala 1:2.000*

TAV 2 c: reticolo idrografico fasce di rispetto (Moregallo) *scala 1:2.000*

TAV 3 a: reticolo idrografico fasce di rispetto *scala 1:10.000*

TAV 3 b: reticolo idrografico fasce di rispetto (Moregallo) *scala 1:10.000*

Le tavole T2 a-b-c sono state aggiornate con nuovo DBT comunale oltre ad un aggiornamento del reticolo idrico minore in zona Mandello.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

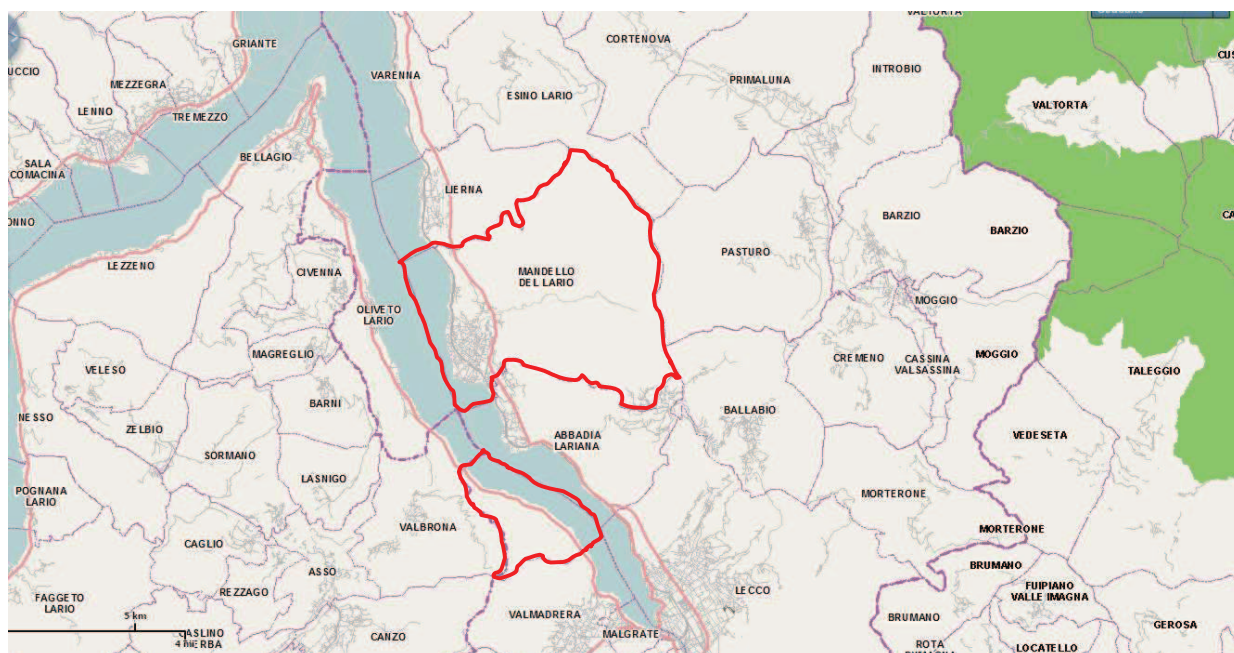
- Il R.D. n. 523 del 1904 è il “*Testo Unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie*”. Esso regola le attività di polizia idraulica individuando le attività e le azioni vietate (art. 96) e quelle che necessitano di autorizzazione alla realizzazione (art. 97) all'interno di ben definite fasce di rispetto.
- La L.R. 1/2000 in attuazione del D.lgs. n. 112/98, prevede l'obbligo per la Regione di individuare il reticolo principale su cui continuerà a svolgere la funzione di polizia idraulica, trasferendo ai comuni le competenze sul reticolo idrico minore.
- La D.G.R. n. 77868 del 25 gennaio 2002 contiene le linee guida per la determinazione del reticolo idrico principale e stabilisce il trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore, come indicato dall'art. 3 della L.R. 1/2000, ai Comuni e alle Comunità Montane per quanto di loro competenza, oltre che a determinare i canoni regionali di polizia idraulica.
- Quindi anche in riferimento a quanto espresso nel R.D. 523/1904, in merito alle distanze di rispetto e relative norme, i Comuni hanno facoltà di procedere a nuova determinazione tramite le indicazioni contenute nella delibera, recependo le modifiche tramite apposita variante allo strumento urbanistico.
- Su tutte le acque pubbliche, come definite dalla legge 36/94, valgono le disposizioni di cui al R.D. 523/1904, in particolare il divieto di edificazione ad una distanza inferiore ai 10 metri.
- Tali norme possono essere derogate solo se previsto da discipline locali, quali norme urbanistiche vigenti a livello comunale.

3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di MANDELLO del LARIO è situato sulla sponda orientale del lago di Como alle pendici della Grigna Settentrionale e ricopre un territorio di 36,2 Km².

Il territorio comunale è cartograficamente ubicato sulle carte CTR, scala 1:10.000, B4c2 - B4d1 - B4d2 - B4d3 - B4d4. Confina a Nord con i Comuni di Lierna ed Esino Lario a Sud con il Comune di Abbadia Lariana, ad Ovest con i Comuni di Pasturo e Ballabio e ad Est si affaccia sul lago di Como.

Al territorio Comunale è inoltre annessa una porzione in sponda occidentale del Lario, in fronte al comune di Abbadia Lariana denominata Moregallo.



Inquadramento geografico

4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Dal punto di vista idrologico il territorio del Comune di Mandello del Lario è dominato dalla presenza del Torrente Meria che drena le acque del versante occidentale del gruppo delle Grigne e decorre con andamento prevalentemente E-W. In corrispondenza della conoide assume andamento N-S. L'alveo principale ha una lunghezza pari a 9,2 km mentre la lunghezza totale della rete idrografica è di circa 87 km. Il bacino del torrente occupa un'area di 21 km² ed interessa solo il territorio del comune di Mandello



del Lario. Esso è delimitato principalmente dal Monte Campione (2149,8 m s.l.m.), dalla Bocchetta di Valmala (1862,2 m s.l.m.), dalla Bocchetta di Campione (1840,6 m s.l.m.), dalla Bocchetta della Bassa (2134,0 m s.l.m.), dalla Cresta di Piancaformia e dal Monte Pilastro (1826,0 m s.l.m.). Suo affluente principale è la Valle dell'Era situato in sponda idrografica destra.

Esso può essere suddiviso in sotto-bacini di ordine inferiore, il più importante dei quali è il bacino del Torrente Era, diretto NS. Vi sono inoltre altri corsi d'acqua, i cui bacini risultano però essere condivisi con i comuni limitrofi. In particolare nella parte N la valle Buria costituisce il confine con il comune di Lierna per un tratto di circa 285 m, ed è l'unica asta classificata come reticolo principale.

Nella parte S si trovano le zone più a monte di torrenti che interessano poi il territorio di Abbadia Lariana.

La zona del Moregallo è invece costituita in prevalenza da torrenti ad asta singola o poco ramificati, quelli più importanti sono la Valle del Fiume con decorso W-E, che costituisce per un tratto il confine settentrionale con il nome di Valle delle Morazze.

5 DETERMINAZIONE RETICOLO MINORE

5.1 METODOLOGIA OPERATIVA

Nel presente elaborato si è proceduto ad un aggiornamento del reticolo minore.

Constatato che con la nuova nella DGR. n. IX/4287 del 25 ottobre 2012., il territorio comunale, non presenta più un'asta appartenente al reticolo principale (vedi Allegato A), per la determinazione del reticolo idrografico minore sono state definite tutte le acque superficiali integrando le informazioni contenute sulle basi cartografiche con l'analisi territoriale.

Ci si è avvalsi dell'uso di sistemi GIS (Geographic Information System) ArcMap10 per consentire, non solo, una precisa restituzione del semplice dato geografico, ma anche di associare tramite la creazione di un data base, tutte le informazioni relative a ciascun corso d'acqua.

La cartografia di riferimento è costituita dalle Carte Catastali (scala 1:2.000) del Comune di Mandello (comuni di Mandello del Lario, Olcio, Rongio e Moregallo e allegati). Le informazioni in esse contenute sono state riportate sulla Carta Tecnica Regionale (CTR scala 1:10.000) dell'intero territorio comunale, mentre il reticolo idrografico minore nella parte urbanizzata di Mandello, Olcio e Moregallo, è stato trasposto più dettagliatamente sul nuovo rilievo fotogrammetrico in scala 1:2.000.

Tutti i corsi sono stati cartografati e denominati secondo quanto indicato sulle mappe.

Laddove la denominazione dei corsi d'acqua ivi contenuti è risultata essere incongruente con la Carta Tecnica Regionale, si è mantenuta la dicitura catastale.

Solo dopo aver fedelmente riportato le informazioni contenute nelle mappe si è proceduto alla loro integrazione tramite l'individuazione di tutti quei torrenti non mappati, ma riportati sulla CTR. (Tale differenza di provenienza del dato è stata ben evidenziata negli elaborati grafici allegati).

Nel tratto urbano il tracciato di alcune rogge si perde ormai sotto il tessuto urbanizzato.

Parte della Valle di Moiana, già nel tratto che scende dall'abitato di Maggiana verso Mandello, fu intubata durante i lavori di realizzazione della strada statale 36, per poi riemergere appena a monte dello stabilimento Guzzi .Il tratto passante all'interno dello stabilimento è stato aggiornato, cartografando il percorso corretto del canale all'interno dello stabilimento , fino al suo convogliamento a lago nei pressi della strada provinciale 72.

Dopo aver definito su base cartografica l'andamento del reticolo idrografico, per una miglior lettura degli elaborati, il territorio comunale è stato suddiviso in 5 aree: due di esse sono state individuate nei bacini rispettivamente del torrente Meria e del torrente Era, mentre le restanti (Area Olcio, Area Resinelli e Area Moregallo) sono risultanti da una semplice divisione geografica, non essendo possibile individuare altre aree

idrograficamente significative ricadenti interamente sul territorio comunale. Ad ogni corso d'acqua è stato assegnato un numero identificativo secondo una numerazione indipendente per ogni area.

In tal modo si è creato un data-base nel quale per ogni asta cartografata viene specificato il nome (se noto), l'area o bacino in cui è situata, il numero identificativo, la lunghezza e la provenienza del dato (da mappe catastali o da CTR).

In corrispondenza dell'ambito urbanizzato dell'abitato di Mandello del Lario è presente un canale di derivazione ubicato in destra idrografica del Torrente Meria. Tale canale realizzato nell'800 per utilizzi industriali, artigianali ed agricoli, ha una portata, costante ed indipendente dai regimi di portata del T. Meria, di circa 200 l/s.

Attualmente il canale non viene più utilizzato da alcuna attività industriale, agricola o artigianale, ma funge da collettore delle acque meteoriche.

Poiché la captazione può essere, oltre che regolata, anche interrotta in ogni momento, e che come riportato nell'allegato B cap. 4 della DGR del 25.01.2002 n. 7/7868 tale canale di derivazione, individuato comunque sulle mappe catastali, NON compreso nel reticolo idrico minore.

5.2 DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

Nell'elaborato cartografico sono riportate anche le fasce di rispetto individuate e normate secondo i criteri forniti dalla DGR. n. IX/4287 del 25 ottobre 2012 (Allegato B) come ampiamente illustrato nell'allegato elaborato.

Verificata l'eventuale presenza (peraltro non riscontrata) di altre fasce di rispetto fluviale conseguenti ad altre disposizioni normative ed in particolare quelle contenute nei Piani Stralcio di Bacino approvati ai sensi della L.183/89, si è fatto innanzitutto riferimento agli studi condotti ai sensi della L.R. 41/97.

Sono state infatti effettuate nell'ambito dello studio geologico a supporto allo strumento urbanistico le dovute verifiche idrauliche per determinare eventuali zone di esondazione del Torrente Meria.

In riferimento alle calcolazioni e simulazioni eseguite per la parte urbana del Torrente Meria e riportate di seguito (mediante opportuni codici di calcolo di simulazione delle piene es. Hec-Ras 3) si ritiene di poter individuare due fasce di rispetto:

- FASCIA 1 (F1) (rossa) – consistenti limitazioni

- FASCIA 2 (F2) (verde) – modeste limitazioni

Tramite l'utilizzo del GIS e mediante sopralluoghi diretti in sito è stato possibile determinare con precisione l'esatta ubicazione degli argini torrentizi di ciascun corso d'acqua a partire dai quali sono state individuate le fasce di rispetto mediante l'applicazione di comandi informatizzati (buffers) per una accurata collocazione della fascia di rispetto.

Per ogni asta, sono state stabilite le fasce di rispetto a 10 m o a 4 metri e riportate su cartografia CTR a scala 1:10.000 o a scala 1:2.000 per le zone urbanizzate di Mandello, Olcio e Moregallo.

5.2.1 5.2.1 Fascia 1 – Consistenti limitazioni

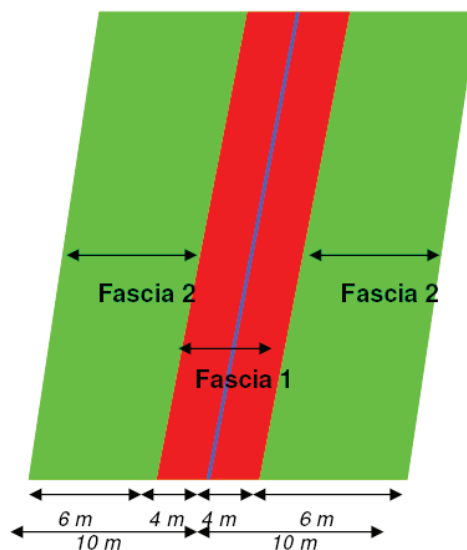
E' individuabile su tutti i corsi d'acqua definiti come reticolo minore con distanza dagli argini esterni di 10 m ad eccezione dei sottoelencati settori per i quali la fascia di rispetto è di 4 m dagli argini esterni:

- asta del Torrente Meria (n.1 A) in ambito urbano;
- Valle Moiana (n. 2A) da quota 360 m s.m. alla sua confluenza nella Valle Cambiavalle (n.4 A).
- Valle detta S.Giorgio (n. 3 A) per tutto il suo sviluppo;
- Valle di Cambiavalle (n. 4 A) da quota 304 m s.m. sino alla sua confluenza a lago.
- Valle (n. 5A) vicino a Luzzeno lungo il tratto intubato da quota 255 m s.m. alla confluenza con il T. Meria;
- Valle di Piazzolo (n. 7C) in loc. Olcio nel tratto a valle della linea ferroviaria sino allo sbocco nel lago;
- Valle di Piote (n. 8C) in loc. Olcio nel tratto a valle della linea ferroviaria sino allo sbocco nel lago.

5.2.2 5.2.2 Fascia 2 – Modeste limitazioni

E' individuabile esternamente alla fascia 1 nei sottoelencati corsi d'acqua del reticolo idrico minore con distanza dagli argini esterni da un minimo di 4 m a un massimo di 10 m:

- asta del Torrente Meria (n.1 A) in ambito urbano;
- Valle Moiana (n. 2A) da quota 360 m s.m. alla sua confluenza nella Valle Cambiavalle (n.4 A).
- Valle detta S.Giorgio (n. 3 A) per tutto il suo sviluppo;
- Valle di Cambiavalle (n. 4 A) da quota 304 m s.m. sino alla sua confluenza a lago.
- Valle (n. 5A) vicino a Luzzeno lungo il tratto intubato da quota 255 m s.m. alla confluenza con il T. Meria;
- Valle di Piazzolo (n. 7C) in loc. Olcio nel tratto a valle della linea ferroviaria sino allo sbocco nel lago;
- Valle di Piote (n. 8C) in loc. Olcio nel tratto a valle della linea ferroviaria sino allo sbocco nel lago.



COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO -LC-

5.3 CARATTERISTICHE ANALITICHE DEL RETICOLO MINORE

Con il presente lavoro viene fornita una cartografia completa del reticolo idrografico presente nel territorio di Mandello del Lario a scala 1:10.000, integrata da tavole a scala 1:2.000 per le aree urbanizzate.

Nel comune di Mandello, distribuiti in una superficie totale di 36,2 km², sono presenti 414 corsi d'acqua, per una lunghezza totale di circa 167 km; uno solo di essi, il Torrente Buria, è stato classificato come appartenente al reticolo idrico principale.

Il territorio è stato suddiviso in 5 aree:

- **Bacino Meria (A):** si sviluppa su un'area di circa 14,5 km², al suo interno sono presenti 135 aste fluviali, per una lunghezza complessiva di circa 57,3 km.
- **Bacino di Era (B):** si sviluppa su una superficie di circa 9 km², al suo interno sono presenti 112 corsi d'acqua, per una lunghezza complessiva di circa 48,7 km.
- **Area Olcio (C):** si sviluppa su una superficie di circa 3 km², al suo interno vi sono 30 corsi d'acqua, per una lunghezza complessiva di circa 10,5 km.
- **Area Resinelli (D):** si sviluppa su un'area di circa 4,5 km², presenta al suo interno 68 aste fluviali, per una lunghezza complessiva di circa 26,5 km.
- **Area Moregallo (E):** si sviluppa su un'area di circa 4 km², al suo interno sono presenti 69 corsi d'acqua, per una lunghezza complessiva di circa 24 km.

Le tabelle seguenti riportano il data base associato alla cartografia e riportano i dati relativi a ciascun corso d'acqua quali nome (dove esistente), lunghezza e fonte suddivisi per aree/bacini e pertanto fungono da legenda alla cartografia allegata.

6 ANALISI IDROLOGICA ED IDRAULICA TORRENTE MERIA

6.1 RELAZIONE IDROLOGICA

(consulenza dell'ingegnere idraulico Claudia Anselmini)

Per valutare il rischio di esondazione del Torrente Meria si è determinata la portata di piena con tempo di ritorno centenario Q_{100} .

Dopo un primo generale inquadramento, illustrato nei paragrafi precedenti, viene di seguito descritta la metodologia di lavoro adottata. Innanzitutto sono state individuate le caratteristiche idrologiche del bacino del Torrente Meria facendo riferimento allo studio idrologico – idraulico allegato allo studio del Reticolo idrico Minore redatto dalla scrivente.

6.1.1 Stima della portata di piena

Non disponendo delle necessarie osservazioni di portata e vista l'elevata estensione del bacino idrografico con conseguente variabilità del regime pluviometrico all'interno dello stesso, l'analisi è stata condotta utilizzando modelli di trasformazione degli afflussi meteorici (precipitazioni atmosferiche di prefissate caratteristiche) in deflussi alla sezione di chiusura del bacino.

A tal fine si è proceduto al calcolo delle portate di piena con tempo di ritorno centenario facendo esplicito riferimento alla "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" contenuta nelle Norme di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi della legge 18 maggio 1989, n. 183, art 17, comma 6 ter.

Per la determinazione della portata di progetto si è fatto ricorso all'utilizzo dei metodi di analisi dei deflussi superficiali di tipo approssimato e indiretto.

In mancanza di misure dirette dei valori di portata risulta importante l'utilizzo delle comuni formule per la definizione del valore di massima piena. In questo specifico caso si è utilizzata la FORMULA DEL METODO RAZIONALE.

$$Q=0,28 c i A$$

Per l'applicazione di tale metodo si è considerato il bacino del torrente come una singola unità basandosi sulle seguenti ipotesi:

- ◆ Distribuzione uniforme della precipitazione su tutto il bacino
- ◆ Linearità del modello A-F impiegato (ingressi e uscite di uguale rarità)
- ◆ Tempo di formazione del colmo di piena pari a quello della fase di riduzione
- ◆ Tempo di ritorno T della portata stimata uguale a quello dell'intensità di pioggia
- ◆ Durata dell'intensità di pioggia uguale al tempo di corrivazione t_c del bacino

Il calcolo della stima della portata di progetto richiede la determinazione di alcune caratteristiche morfometriche:

SUPERFICIE BACINO	$S=21,052 \text{ kmq}$
QUOTA MASSIMA	$H_{\max}=2407,8 \text{ m s.m.}$
QUOTA MINIMA	$H_{\min}=220 \text{ m s.m.}$
QUOTA MEDIA	$H_m=1313,9 \text{ m s.m.}$
PENDENZA MEDIA ASTA PRINCIPALE	$p=0,29$
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE	$L=7,375 \text{ km}$

6.1.2 Determinazione della curva di possibilità climatica puntuale (o di probabilità pluviometrica)

La curva di possibilità climatica, che rappresenta il legame tra l'altezza di pioggia che può cadere con un assegnato tempo di ritorno T per un'assegnata durata d e la durata d , è rappresentata dall'equazione:

$$h(d,T)=a d^n$$

dove si assume che la durata sia quella che dà luogo al massimo valore della portata al colmo (*durata critica*).

Data la scarsa disponibilità di dati pluviometrici e la mancanza di serie storiche di dati di pioggia relativi al bacino in esame che possano giustificare un accurato studio statistico dei dati pluviometrici per ottenere una stima dei parametri il più possibile corretta, il valore di a ed n è stato desunto direttamente da valori stimati dall'Autorità di Bacino ed in particolare dall'allegato 3 alla sopraccitata direttiva: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense - Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni relative alle celle del reticolo chilometrico.

Dal rapporto tra la curva di possibilità climatica e la durata dell'evento di pioggia, è possibile ricavare il valore dell'INTENSITA' MEDIA DELLA PRECIPITAZIONE:

$$i(d,T)=a d^{n-1}$$

Noti i valori dei parametri a ed n è possibile ricavare i valori di intensità delle precipitazioni relative a diverse durate.

Inserendo in un modello afflussi-deflussi tali valori è possibile determinare, oltre che gli ideogrammi di piena, anche le portate di colmo per assegnati tempi di ritorno.

La durata dell'evento da considerare è quella cosiddetta critica, cioè quella che è causa di una portata pari a quella del colmo di piena.

La formazione del deflusso dipende dal tempo di corrivazione di ciascun bacino.

Il tempo di corrivazione del bacino t_c , oltre che il tempo che impiega la precipitazione dalla parte più distante del bacino a raggiungere la sua sezione di chiusura, rappresenta il tempo dall'inizio della precipitazione oltre il quale tutta la precipitazione caduta sul bacino contribuisce alla formazione del deflusso. La durata critica dell'evento meteorico è pertanto assunta pari al tempo di corrivazione t_c del bacino.

6.1.3 Determinazione del tempo di corrivazione

Il calcolo del tempo di corrivazione è stato effettuato con l'utilizzo della seguente formula empirica:

GIANDOTTI

$$t_c = (4\sqrt{A} + 1,5L) / [0,8\sqrt{(H_m - H_o)}]$$

A= superficie bacino (kmq)

L= lunghezza asta principale (m)

H_m= altitudine media bacino (m s.m.)

H_o= altitudine minima bacino (m s.m.)

Il tempo di ritorno così calcolato è risultato essere pari a **1.11 ore**.

6.1.4 Determinazione del coefficiente di deflusso

L'analisi qui esposta ha permesso di determinare la trasformazione dell'evento meteorico in afflusso alla sezione di chiusura del bacino attraverso l'applicazione della formula razionale $Q=0,278 \ c \ i \ A$, dove c rappresenta il coefficiente di deflusso, rapporto tra gli afflussi meteorici e i corrispondenti deflussi superficiali.

La determinazione di tale coefficiente ha tenuto conto in modo implicito di tutti gli elementi che possono determinare la relazione tra portata al colmo e intensità di pioggia.

Esso dipende dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino nonché dalla sua copertura vegetale e la sua determinazione, tra l'altro di difficile stima, è possibile solamente quando si disponga sia di serie storiche di pioggia, ma anche di portata.

I coefficienti di deflusso sono assegnati a seconda dell'uso del suolo e delle sue caratteristiche geomorfologiche, le caratteristiche del bacino in esame sono però tali da non essere omogenee per tutta la sua superficie.

La poca disponibilità di dati in tal senso ha reso obbligatoria la determinazione di tale valore facendo riferimento alla bibliografia.

Di seguito si riporta la tabella di riferimento tratta da "Handbook of Applied Hydrology", (Ven Te Chow, 1964) che assegna valori di coefficienti di deflusso a seconda dell'uso del suolo.

Coefficienti di deflusso c

TIPO DI SUOLO	Uso del suolo	
	COLTIVATO	BOSCO
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

L'osservazione del tipo di terreno e del substrato roccioso in esame ha evidenziato una buona capacità di infiltrazione soprattutto in riferimento agli evidenti fenomeni di carsismo presenti sul versante della Grigna, per tale motivo si è ritenuto corretto attribuire al bacino una capacità di deflusso moderatamente bassa.

Si è assegnato pertanto un valore pari a **c=0,4**.

6.1.5 Calcolo della portata di progetto

L'analisi qui esposta ha permesso di determinare la trasformazione dell'evento meteorico in afflusso alla sezione di chiusura del bacino attraverso l'applicazione della formula razionale.

Utilizzando il valore del tempo di corrivazione pari a **$t_c = 1,11$ h** derivato dalla **formula di Giandotti**, la quale si ritiene meglio si adatta alla valutazione relativa ai bacini montani e stimando il valore del coefficiente di deflusso **c**, è stato calcolato un valore di portata.

Oltre al valore di portata di progetto richiesto dalla normativa regionale, che fa riferimento ad in evento con tempo di ritorno, 100 anni, si è calcolato il valore della portata con tempo di ritorno superiore (200 anni) e riportati nella seguente tabella.

Tempo di ritorno	Portata Q
100 anni	158 mc/s
200 anni	174 mc/s

Pertanto la portata di progetto stimata è risultata essere **$Q_{100} = 158$ mc/s**.

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)										
DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO					DATI RISULTANTI					
S ⇒ 21,052	[Km²] Superficie Bacino					Tempo di Corrivazione				
L ⇒ 7,375	[Km] Lunghezza asta principale									
Hm ⇒ 1313,90	[m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.					[ore]				
Ho ⇒ 220,00	[m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.					$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow 1,11$				

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE										
FORMULA		$h_{(t)} = at^n$								
Curva di probabilità pluviometrica		$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200-500 anni)								
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)										
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200	a Tr 500	n Tr 500
DJ57	527000	5087000	57,59	0,336	73,86	0,329	80,78	0,328	89,93	0,326
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE										
Tr	⇒	h(t)								
20	⇒	59,68								
100	⇒	76,48								
200	⇒	83,64								
500	⇒	93,09								
			$h_{(t)}$ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] 1,11 Tr = tempo di ritorno							

PORTATE DI MASSIMA PIENA										
FORMULA del METODO RAZIONALE										
$Q_c = 0.278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$			dove	Q_c c ⇒ 0,4 $h_{(t)}$ S ⇒ 21,052 T_c ⇒ 1,11	portata al colmo coefficiente di deflusso massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) [Km²] Superficie Bacino [ore] Tempo di corrivazione					
Tempo di ritorno (anni)			Portate al colmo = Q_c [mc/sec]							
20			125,662							
100			161,044							
200			176,113							
500			196,020							

6.2 VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE MERIA AMBITO URBANIZZATO

6.2.1 *Tracciamento del profilo in moto stazionario monodimensionale*

La verifica idraulica è relativa alla capacità di contenere una piena del torrente Meria con un tempo di ritorno di 100 anni nel tratto che interessa la zona della conoide di deiezione di Mandello del Lario: dalla foce nel lago per un tratto di circa 1300 metri a monte di essa.

La verifica è stata condotta tramite il tracciamento del profilo di moto permanente con ipotesi di moto stazionario. La scelta di tale ipotesi di moto, e non quella relativa a metodologie di calcolo semplificate (moto uniforme), si ritiene giustificata dalla natura del tratto in esame.

La parte terminale del torrente presenta infatti sezioni che provocano apprezzabili scostamenti dalle condizioni di moto uniforme quali variazioni di geometria, presenza di salti di fondo, variazione della pendenza, strettoie.

La determinazione delle grandezze idrauliche corrispondenti al transito della portata centenaria, preventivamente stimata in $Q_{100} = 158 \text{ mc/s}$, è stata svolta utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS 3.0.

6.2.2 *Schematizzazione idraulica dell'alveo*

Il tratto di Meria considerato nel tracciamento del profilo idraulico è risultato compreso tra le sezioni denominate 1 e 23, ovvero dalla sua sezione nei pressi della foce nel lago di Como, fino a circa 1300 metri a monte di essa.

Sono state in totale elaborate 23 sezioni trasversali a partire dalle quali è stato costruito il profilo longitudinale.

La localizzazione delle sezioni è visibile nelle figure seguenti e nella planimetria allegata. La sezione n° 12 risulta essere mancante in quanto non è risultato possibile il suo rilievo.

La scelta localizzativa è dovuta principalmente a quelli che si ritiene possano essere i punti più critici per il deflusso. In particolare nei tratti in cui si registrano variazioni della direzione del flusso, restringimenti dell'alveo, variazioni evidenti di pendenza e in prossimità dei ponti.

I numerosi attraversamenti esistenti sono stati infatti i punti maggiormente monitorati del percorso idraulico.

In particolare le sezioni n° 21, 14, 11, 10, e 6 sono state effettuate proprio in prossimità dei punti ritenuti maggiormente critici per il regolare deflusso.

In prossimità dello sbocco a lago l'analisi idraulica ha tenuto conto, oltre che della esigua pendenza, anche delle influenze delle oscillazioni di livello del lago (sez. n° 1).

La minima pendenza fa sì che la foce del torrente risulti individuabile all'interno dell'alveo del Meria anche per molti metri a monte rispetto alle rive del lago e si stabilisce in corrispondenza dello zero idrometrico dell'invaso dove è stata individuata la sezione n° 1.

A monte della foce l'alveo presenta caratteristiche geometriche pressoché costanti con andamento rettilineo fino al ponte della strada provinciale 72 da cui inizia visibilmente a restringersi ed a deviare di traiettoria. Si è ritenuto di effettuare la verifica per sezioni solo in corrispondenza degli attraversamenti 2 e 4 ed una intermedia 3, verificate idraulicamente, che sono state poste a distanza relativamente elevata l'una dall'altra e tra le quali le caratteristiche del moto possono essere ritenute invariate.

In corrispondenza delle SEZ. n°5 e 6 l'attraversamento è costituito da due ponti ,uno stradale e l'altro ferroviario, che individuano la prima zona critica del deflusso.

Salendo più verso monte il torrente presenta un notevole restringimento in corrispondenza del ponte situato nei pressi della via Cesare Battisti SEZ. n° 10 e 11. Per risultare poi di sezione pressoché costante fino alla chiusura del bacino. Per ciascuna sezione, come riportato in allegato, si è proceduto ad effettuare la verifica idraulica.



COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO -LC-

6.3 ELABORAZIONI IDRAULICHE

La determinazione delle grandezze idrometriche è stata effettuata con l'ausilio del programma di calcolo HEC-RAS 3.0 - River Analysis System (US Army Corps of Engineers) che risolve le equazioni caratteristiche del moto permanente permettendone il tracciamento del profilo longitudinale.

La verifica preliminare effettuata in corrispondenza delle sezioni n°3 e n°15 dell'altezza di moto uniforme e il suo confronto con l'altezza critica calcolata in quel punto evidenziano un comportamento dell'alveo a forte pendenza. Tale peculiarità ha indotto alla elaborazione del profilo in corrente veloce.

Corrente veloce

In questo caso si è proceduto al tracciamento del profilo partendo dalla sezione di monte ed imponendo come condizione al contorno due grandezze diverse: il valore della pendenza del tratto di alveo in cui è individuata la sezione n°23 e la altezza critica.

Le caratteristiche del moto sono tali da non essere influenzato dalle condizioni al contorno di valle.

Tale condizione è considerata essere il livello idrometrico del lago che risulterebbe più problematica nel caso esso raggiungesse il suo livello centenario stimato in 200,4 m s.m.

La concomitanza dei due eventi centenari, piena del torrente e piena lacuale, è certo evento statisticamente più raro di cento anni, inoltre le dimensioni del bacino del torrente Meria sono tali da non implicare l'arrivo del suo colmo di piena al lago prima che quest'ultimo abbia raggiunto un livello centenario.

Inoltre l'ipotesi di moto in corrente veloce è tale che, come già specificato, non risente delle condizioni a valle. Pertanto il livello della piena lacuale non provocando rigurgiti del flusso risulta essere problematica esclusivamente per il livello idrico in termini di semplice allagamento delle aree rivierasche.

Si sono eseguite quindi due distinte elaborazioni denominate SUPERCRITICA i e SUPERCRITICA k distinte per le condizioni al contorno considerate.

6.3.1 Scelta dei coefficienti di scabrezza

Nella modellazione effettuata è stato scelto, per la valutazione della perdita di carico continua, il coefficiente di scabrezza n di Manning.

Tale coefficiente, misura globale di resistenza al moto, è stato scelto a seguito di un'accurata ricognizione dei luoghi, considerando le caratteristiche specifiche dei materiali che compongono l'alveo e i materiali naturali e non che rivestono gli argini.

Sulla base delle osservazioni ed il confronto con i dati reperibili in bibliografia sono stati adottati valori del coefficiente diversi a seconda della singola sezione e di parte di essa.

I valori utilizzati sono stati i seguenti:

$n=0,03$: fondo dell'alveo costituito in prevalenza da ghiaia e ciottoli con pochi grossi massi

$n=0,025$:pavimentazione regolare in pietrame e calcestruzzo

$n=0,02$: rivestimento regolare in calcestruzzo (rivestimento argini in muratura)

6.3.2 Salti di fondo ponte

Per l'elaborazione del profilo idraulico sono state apportate delle semplificazioni alla geometria dell'alveo.

La presenza di salti di fondo o ponti generalmente corrisponde a singolarità del moto. Nel caso specifico in oggetto soprattutto nel tratto terminale compreso tra le sezioni 2 e 3 esistono salti di fondo che, essendo di minima entità, sono stati trascurati rettificando il fondo dell'alveo.

Nei tratti in cui sono inseriti i ponti si è operato il tracciamento del profilo più dettagliato per una valutazione delle perdite di carico dovute al passaggio del flusso sotto la struttura o dovute ad eventuali ostruzioni in alveo.

I ponti, infatti, non presentano pile in alveo o manufatti, ma presentano forme tali che possano causare la diminuzione della sezione e quindi perdite di carico non trascurabili, come il ponte presso la via Cesare Battisti (sez. n°10).

6.4 ELABORAZIONI E TRACCIAMENTO DEL PROFILO IDRAULICO

Per ciascuna delle sezioni indicate è stata svolta una elaborazione che ha portato alla determinazione del livello idrico e di tutte le grandezze ad esso legate in corrispondenza del transito della portata centenaria stimata: $Q_{100} = 158 \text{ mc/s}$.

Il livello idrico corrispondente al profilo idraulico è visibile per ogni sezione elaborata. Le elaborazioni sono state condotte in corrente veloce con diverse condizioni al contorno in ingresso.

Specificatamente sono stati considerate come condizione al contorno la pendenza del tratto di alveo a monte (sez n°23): ELABORAZIONE SUPERCRITICA i e l'altezza critica calcolata automaticamente dal sistema alla sezione ELABORAZIONE SUPERCRITICA k.

Le elaborazioni effettuate in corrente veloce non hanno dato luogo a sostanziali variazioni nel profilo risultante dalle due differenti condizioni al contorno considerate, pertanto di seguito si sono riportati in tabella esclusivamente i valori relativi al caso k (pendenza critica).

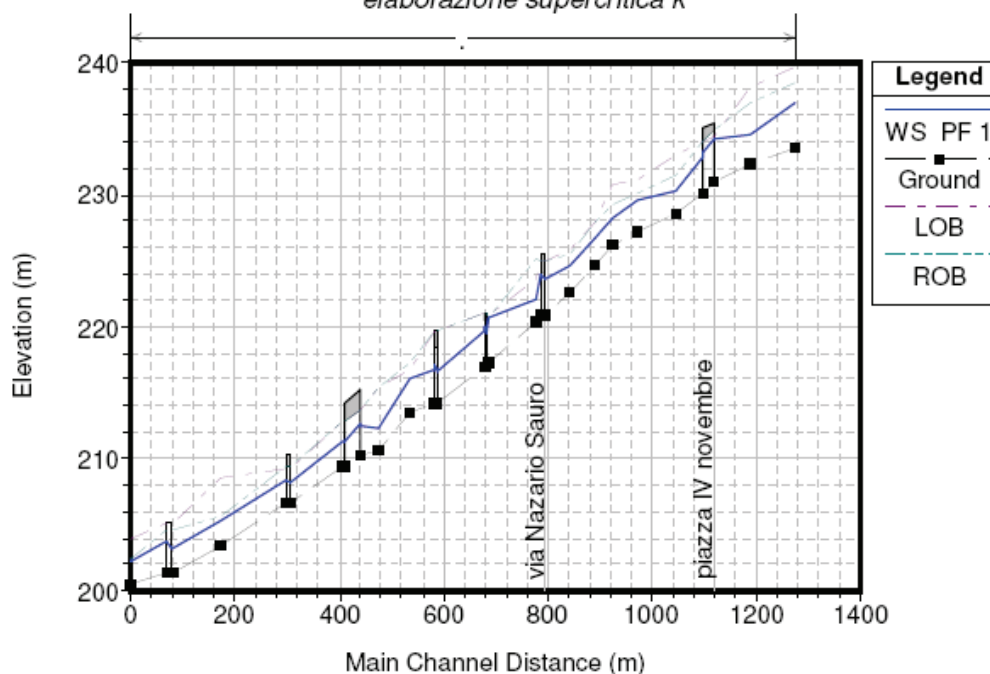
Di seguito sono riportati i risultati delle elaborazioni relativi alle sezioni più rappresentative.

Dal confronto dei risultati ottenuti le sezioni in corrispondenza dei ponti n° 21 in corrispondenza della piazza IV novembre e le sezioni 11 e 10 relative al ponte di via Cesare Battisti, si rivelano essere sezioni critiche.

La prima infatti costituisce parziale ricoprimento dell'alveo, mentre la forma del ponte romano influenza il regolare deflusso della piena nei pressi della sezione corrispondente, inoltre in loro corrispondenza non è garantito un franco pari almeno a 1 metro.

Tutte le sezioni appaiono dunque verificate per tale portata di piena. Le elaborazioni fanno comunque riferimento ad uno stato di fatto attuale che deve essere mantenuto tale affinché tali condizioni restino verificate; la presenza in alveo di vegetazione o di materiali durante i fenomeni di piena può ridurre le capacità di deflusso alle sezioni ed impedirne il regolare deflusso.

TORRENTE MERIA
Tracciamento del profilo idraulico
elaborazione supercritica k



legenda

WS PF1: profilo idraulico ELABORAZIONE SUPERCRITICA K
Ground: profilo alveo
LOB: argine sinistro
ROB: argine destro

River Sta	Crit W.S.	W.S. Elev	Q Left	Q Channel	Q Right	Vel Chnl	Flow Area
	(m)	(m)	(m3/s)	(m3/s)	(m3/s)	(m/s)	(m2)
23	236.85	236.85		158.00		5.38	29.38
22	235.15	234.50		158.00		6.81	23.21
21	234.27	234.27		158.00		5.69	27.77
20.5	Bridge						
20	233.54	232.87		158.00		7.23	21.85

COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO -LC-

STUDIO PER LA DETERMINAZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE
ELABORATO TECNICO

19	231.37	230.28		158.00		8.62	18.32
18	230.05	229.59		158.00		6.22	25.42
17	228.87	228.18		158.00		6.82	23.16
16	227.53	226.66		158.00		7.51	21.05
15	225.70	224.66		158.00		8.06	19.60
14.5	224.49	223.51		158.00		8.16	19.35
14	Bridge						
13.5	224.57	223.84		158.00		7.44	21.23
13	223.62	222.45		158.00		8.74	18.08
11	221.28	220.63		158.00		7.10	22.24
10.5	220.61	219.63		158.00		8.21	19.24
10	Bridge						
9.5	220.61	219.76		158.00		7.82	20.21
9.3	217.53	216.52		158.00		8.21	19.24
9	Bridge						
8.5	217.53	216.78		158.00		7.37	21.44
8	216.63	216.02		158.00		6.66	23.72
7	213.48	212.36		158.00		8.78	18.01
6.5	213.05	212.45		158.00		6.65	23.75
5	Bridge						
4.5	212.07	211.36		158.00		6.96	22.69
4.3	208.91	208.17		158.00		7.05	22.42
4	Bridge						
3.5	208.91	208.35		158.00		6.22	25.40
3	205.96	205.30		158.00		6.32	25.01
2.5	203.77	203.25		158.00		6.02	26.25
2	Bridge						
1.5	203.77	203.77		158.00		4.52	34.99
1	202.69	202.25		158.00		5.61	28.18

RAS Plan: SUPERcritica K River: MERIA Profile: PF 1

river station: sezione

crit w.s.: altezza critica

w.s. : quota idrica stimata

q left: portata uscente in sinistra orografica

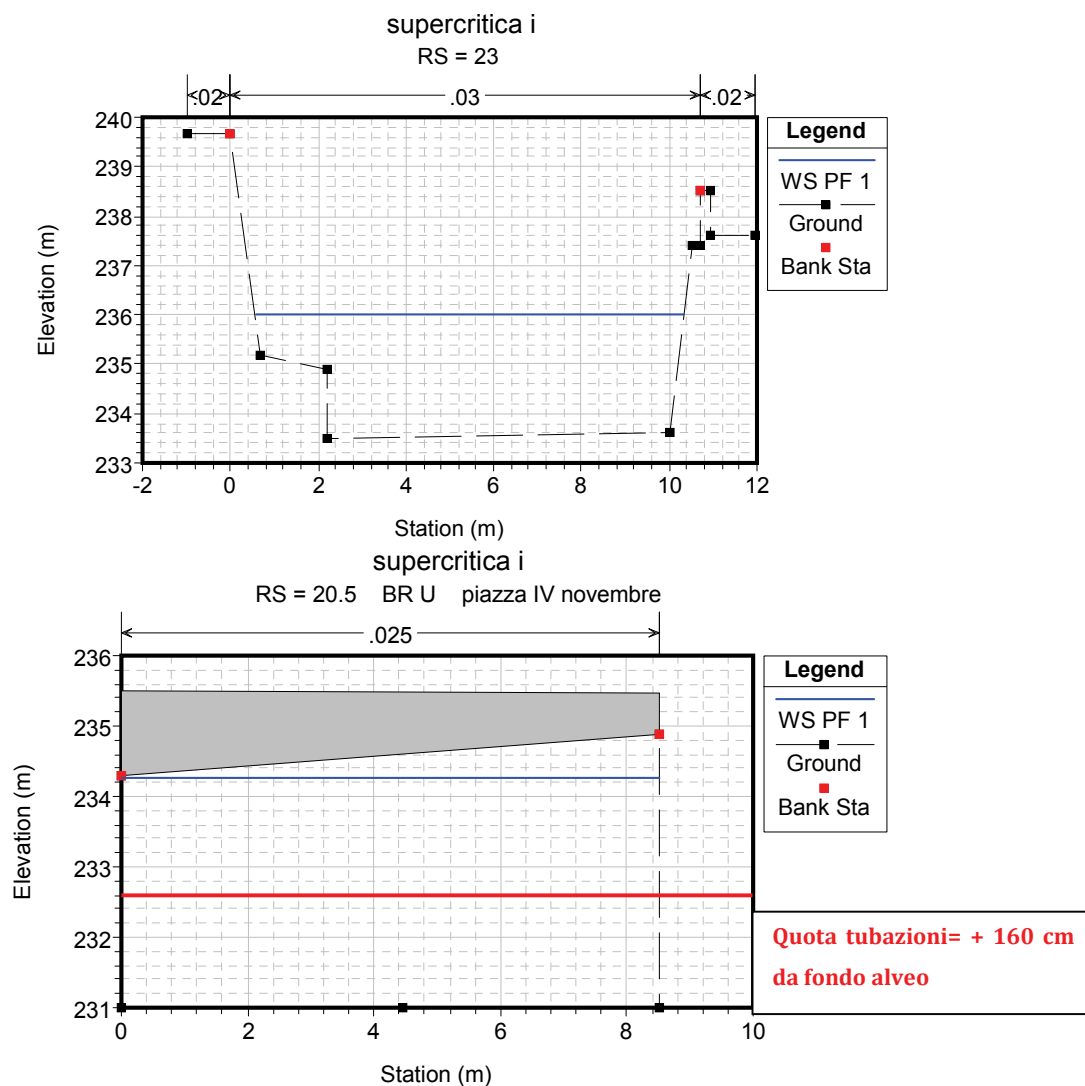
q channel: portata defluente in alveo

q right: portata uscente in destra orografica

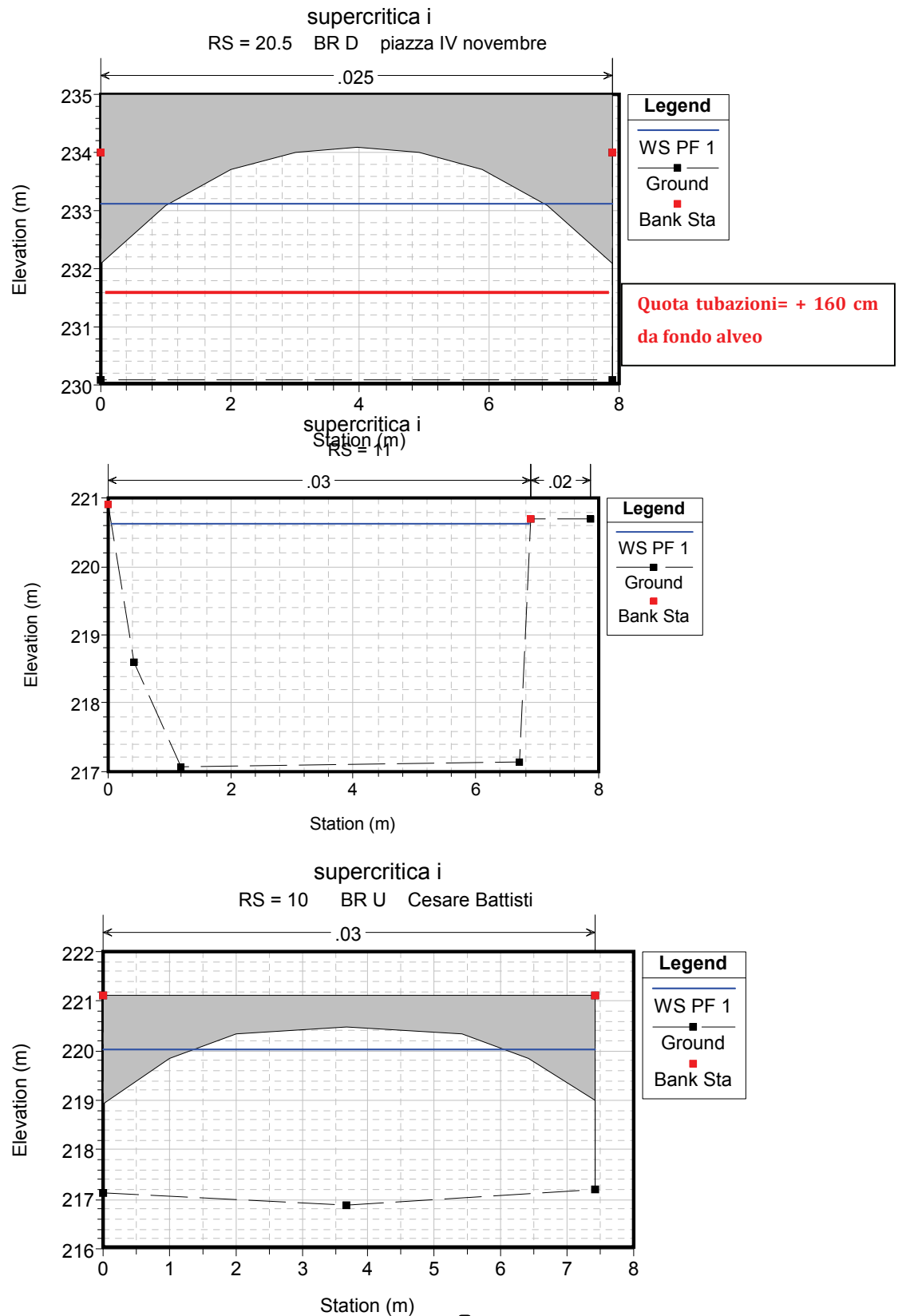
vel chnl: velocità media della corrente in alveo

flow area: area totale della sezione interessata dal deflusso

Di seguito si riportano le sezioni piu rappresentative



COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO -LC-



COMUNE DI MANDELLO DEL LARIO -LC-

