



Comune di Valperga

Provincia di Torino

Regione Piemonte



**REALIZZAZIONE DI CANALE SCOLMATORE DEL RIO
LEVESA NEL TORRENTE GALLENCA A SALVAGUARDIA
DELLE ESONDAZIONI NEGLI ABITATI DI VALPERGA,
SALASSA, OGLIANICO E RIVAROLO - LOTTO 2**



PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

PROGETTISTI

TIMBRI E FIRME

R&C Associati



C.so Principe Oddone 5/A - 10144 - TORINO
Tel. 011.4377242 - Fax 011.4831038
www.recing.it - mail@recing.it

Dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C

HYDROGEOS Studio Tecnico Associato

ing. GABRIELE Sede Operativa Strada Provinciale 222 n°31
ing. NOASCONO - 10010 Loranze (TO)
ing. ODETTO Tel. 0125/56.10.01 2 linee Tel. 0125/56.48.07
linea Telefax 0125.56.40.14
gianluca.noascono@ilquadrifoglio.to.it

Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino
Posizione n.8292Y
Cod. Fisc. NSC GLC 75L16 C133F

CONTROLLO QUALITA'

Redatto: ing. Chiara AMORE

Controllato: ing. Gianluca NOASCONO

Approvato: ing. Roberto SESENNA

CODIFICA E VERSIONE

COD. LAVORO	TIPOLOGIA LAVORO	SETTORE	N. ATTIVITA'	TIPOL. ELABORATO	TIPOL. DOC.	ID. ELAB.	VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE
131	D	G	02	RI	E	03	0	Maggio 2015	Emissione

ELABORATO

3



INDICE

1. PREMESSA	3
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	4
2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, OROGRAFICO E IDROGRAFICO.....	4
2.2 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DEL BACINO DEL RIO LEVESA	5
2.3 ANALISI LITOLOGICA E DELLA PERMEABILITÀ DEL BACINO	5
2.4 CARATTERISTICHE VEGETAZIONALI E DELL'USO DEL SUOLO	6
2.5 PARAMETRI MORFOMETRICI	7
2.6 ANALISI DELL'ACCLIVITÀ DI BACINO	8
2.7 SINTESI DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL BACINO.....	8
3. ASPETTI CLIMATICI, PLUVIOMETRICI E IDROLOGICI	9
3.1 PLUVIOMETRIA DELLA ZONA DI INTERESSE	9
3.2 ELABORAZIONI STATISTICHE	10
3.2.1 <i>Curve di massima possibilità pluviometrica</i>	11
3.3 DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE	12
3.4 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	13
4. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA	15
4.1 APPROCCIO METODOLOGICO	15
4.2 SCELTA DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO.....	15
4.2.1 <i>Ietogramma di progetto</i>	16
4.3 CALCOLO DELLE PORTATE MEDIANTE MODELLO I TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	16
4.3.1 <i>Schema idrologico di calcolo</i>	17
4.3.2 <i>Calcolo delle perdite</i>	17
4.3.3 <i>Calcolo del numero di curva adimensionale CN</i>	18
4.3.4 <i>Trasformazione della precipitazione netta in deflusso</i>	19
4.3.5 <i>Valori di portata calcolati con il metodo numerico</i>	20
4.4 CALCOLO DELLE PORTATE CON METODI EMPIRICI.....	20
4.4.1 <i>Stima del coefficiente di deflusso</i>	21
4.4.2 <i>Portate di piena calcolate con il metodo empirico</i>	22
4.5 PORTATA DI PROGETTO	22
4.5.1 <i>Analisi dello sfasamento dei colmi</i>	23
4.6 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO	24
5. VERIFICHE IDRAULICHE	26
5.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE	26
5.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL CANALE SCOLMATORE	27
5.2.1 <i>Metodologia</i>	27
5.2.2 <i>Risultati delle analisi idrauliche</i>	28
5.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO E VERIFICA OPERA DI REGOLAZIONE SUL RIO LEVESA	29
5.4 RISCHIO IDRAULICO RESIDUO.....	31



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

ALLEGATI

- ALLEGATO 1 – Carta dei bacini idrografici
- ALLEGATO 2 – Carta litologica
- ALLEGATO 3 – Carta dell'uso del suolo
- ALLEGATO 4 – Idrogrammi di piena
- ALLEGATO 5 – Verifiche idrauliche: capacità di deflusso



1. PREMESSA

L'analisi idrologica è stata condotta al fine di stimare le portate di progetto per il canale scolmatore di Valperga, finalizzato a convogliare parte delle portate di piena del rio Levesa verso il torrente Gallenca, per evitare i frequenti fenomeni di inondazione che interessano il territorio di Valperga e i centri abitati ubicati più a valle.

Sono stati adottati i criteri idrologici indicati nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", adottata dall'Autorità di Bacino con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001. L'analisi idrologica è stata condotta mediante un approccio indiretto, con l'applicazione di un modello numerico di trasformazione afflussi-deflussi, denominato HEC-HMS "Hydrologic Modeling System" sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers, che a partire dall'analisi delle precipitazioni di massima intensità e breve durata indicate nella citata direttiva dell'Autorità di Bacino consente di valutare i valori di portata di massimo deflusso per differenti tempi di ritorno.

Nella presente relazione si riporta una sintesi delle analisi condotte e si rimanda alla Relazione Idrologica – idraulica del progetto Lotto I per eventuali approfondimenti.

Nell'elaborato sono inoltre riportate le verifiche idrauliche per il calcolo della massima portata smaltibile dal canale scolmatore, secondo due ipotesi di diametro. Si rimanda alla successiva fase progettuale per le analisi del deflusso di piena in moto permanente lungo l'intero sviluppo del canale scolmatore e in corrispondenza del nodo idraulico di regolazione. Tale analisi sarà sviluppata a seguito della scelta, nell'ambito della Conferenza dei Servizi, della soluzione definitiva da prevedere per il canale scolmatore stesso.

Sempre nell'ambito della Conferenza dei Servizi, dovrà inoltre essere definita l'esatta geometria della fessura da realizzare nella soglia sul rio Levesa, necessaria per garantire il passaggio del Deflusso Minimo Vitale. La geometria di tale opera sarà inoltre dipendente dalle esigenze irrigue dei territori comunali a valle di Valperga e condizionerà il funzionamento stesso dello scolmatore, poiché regola la ripartizione delle portate di magra e di piena verso il rio Levesa e il canale scolmatore, in relazione ai diversi tempi di ritorno considerati. Dovranno pertanto essere fornite da parte dei comuni a valle di Valperga i valori di portata necessari per garantire le esigenze irrigue.



2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, OROGRAFICO E IDROGRAFICO

Le prealpi dell'Alto Canavese sono di modesta estensione e si innestano bruscamente, dopo l'altura di Belmonte, con la gioia del Monte Soglio (1970 m), Cima Mares (1654 m) e delle Rocche di San Martino (1431 m), già parte integrante del sistema alpino. Esse inoltre sono separate dalle Alpi Graie meridionali dal profondo solco tettonico-glacio-alluvionale percorso dal torrente Gallenca.

Il territorio dà origine ad un piccolo complesso idrografico, che fa sostanzialmente capo alle pendici del Monte Soglio, da cui traggono origine i due torrenti principali: il Gallenca e il Viana, i cui sistemi vallivi sono stati creati dall'intervento sia dei movimenti orogenetici, sia dall'azione erosiva delle acque. Entrambi i torrenti captano nei loro bacini una fitta rete di ruscelli, che ne potenziano la portata. Il Gallenca affluisce nell'Orco e il Viana nel Malone.

La parte centrale del territorio, sulla terrazza fluvio-glaciale che separa la collina di Belmonte dal corso del Gallenca, è percorsa dal rio Livesa (nella cartografia Levesa) che, dopo un accidentato percorso fra rocce granitiche, si perde nella piana di Oglianico.

La Figura 1 mostra la delimitazione schematica dei bacini del Rio Levesa, del torrente Gallenca e dell'area scolante, le cui acque sono intercettate direttamente dal canale scolmatore in progetto lungo il suo percorso.

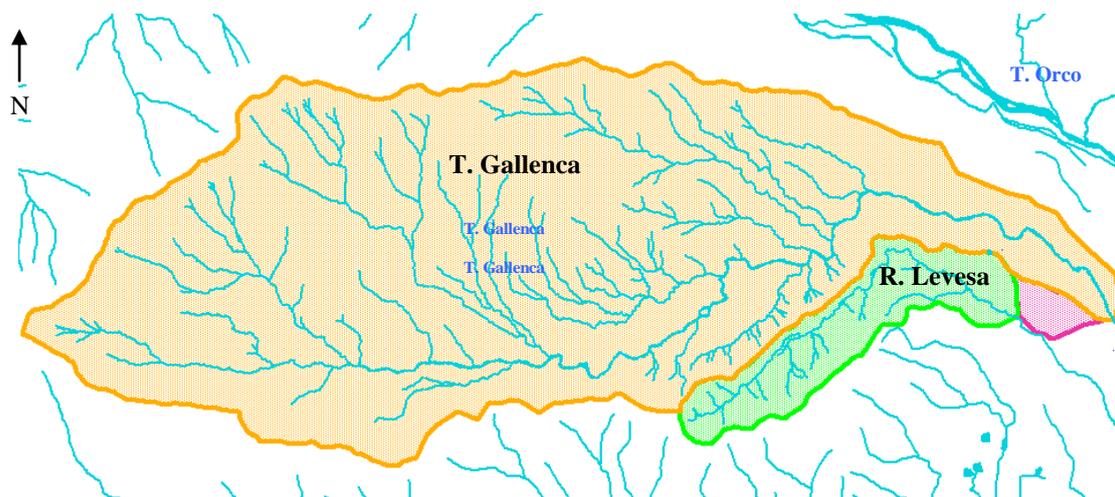


Figura 1 – Delimitazione dei bacini orografici del rio Levesa (in verde), del torrente Gallenca (in arancione) e dell'area scolante (in rosso) intercettata direttamente dallo scolmatore.



2.2 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE DEL BACINO DEL RIO LEVESA

Il Rio Levesa nasce in comune di Prascorsano, in borgata Pisso, e attraversa il territorio dei comuni di Valperga e di Salassa prima di raggiungere quello di Oglianico (cfr. ALLEGATO 1); si tratta di un corso d'acqua che assolve ad una doppia funzione in quanto, oltre a costituire il ricettore finale di varie rogge e fossi irrigui e di scolo delle acque meteoriche, alimenta a sua volta vari fossi di irrigazione, soprattutto a valle del concentrico di Oglianico.

Nella parte collinare, il bacino è delimitato dal rilievo su cui si trova il Santuario di Belmonte e sul lato sinistro della strada Prascorsano – Pian Rosa – Santa Lucia e dalla dorsale Santa Lucia – Bicocche di Valperga. In pianura, a valle di Valperga e fino al concentrico di Salassa, a nord della linea spartiacque con il Gallenca, il bacino costeggia dapprima la variante alla strada SS. N. 460 a partire dallo svincolo di Valperga e, in seguito, il bordo del terrazzo su cui è edificato lo stesso concentrico di Salassa, mentre a sud, il limite del bacino è dato dapprima dalla strada provinciale Valperga – Salassa e poi dallo stesso Levesa in quanto il terreno degrada verso meridione.

A Salassa il rio Levesa piega verso sud, costeggiando il concentrico e quindi entra in territorio di Oglianico. Nel territorio di Oglianico i limiti del bacino devono tenere conto della rete minore data dai fossi affluenti. Verso est lo spartiacque segue dapprima la strada provinciale Salassa – Oglianico, allontanandosene in corrispondenza dell'area drenata da un fosso affluente del Levesa, per congiungersi al corso d'acqua nella sezione in cui lo stesso riceve la Roggia di Oglianico. In questa sezione inizia un fosso irriguo diretto ad est, che rientra nel Levesa a valle del confine comunale con Rivarolo e che, in quanto capace di drenare le acque meteoriche, costituisce, con altri fossi minori suoi affluenti, limite del bacino.

La quota più elevata del bacino è costituita dai 735 m s.l.m. del Santuario di Belmonte. A Valperga, il bacino sotteso dalla sezione critica oggetto di studio (inizio del tratto urbano intubato di 350 metri di lunghezza) risulta di 2,33 km². A tale sezione la lunghezza dell'asta principale risulta di 4,30 km e la quota della sezione di chiusura è pari a 390 m s.l.m.

2.3 ANALISI LITOLOGICA E DELLA PERMEABILITÀ DEL BACINO

La permeabilità del bacino è stata determinata attraverso l'analisi della carta tematica della litologia del Piemonte. La carta indica le diverse unità litologiche che costituiscono il substrato roccioso, relativamente all'intero territorio piemontese. Questo è stato suddiviso in 15 classi, in funzione delle caratteristiche litotecniche strutturali e della loro propensione alle diverse tipologie di dissesto. La carta è stata elaborata dalla Regione Piemonte attraverso l'analisi della documentazione geologica esistente, tra cui la carta geologica d'Italia in scala 1:100.000, associata a verifiche puntuali e al confronto con la distribuzione delle varie tipologie dei fenomeni d'instabilità lungo i versanti.

I dati e le informazioni che derivano da tale analisi consentono di ricavare un quadro conoscitivo a carattere territoriale, che acquisisce comunque minore importanza laddove siano necessarie informazioni precise su aree ristrette.



La carta della litologia relativa ai bacini in studio è stata ottenuta digitalizzando il perimetro del bacino e sovrapponendo lo stesso sul corrispondente tematismo. Dall'analisi della carta risultante (cfr. ALLEGATO 2), si ricavano le percentuali di area occupate dalle singole classi all'interno dei bacini idrografici analizzati. I risultati così ottenuti sono riassunti in Tabella 1.

Tabella 1 – Distribuzione areale e percentuale di ogni classe litologica.

Bacino	classe	superficie	percentuale
<i>Rio Levesa</i>	1	0,436	18,67%
	13	1,381	59,27%
	15	0,514	22,06%
	totale	2,33	100%
<i>Torrente Gallenca</i>	1	1,474	5,82%
	13	0,835	3,30%
	15	23,031	90,89%
	totale	25,34	100%
<i>Area scolante</i>	1	0,29	100%
	totale	0,29	100%

Sulla citata carta le unità litologiche vengono espresse con una numerazione da 1 a 15 e per ciascuna classe viene dato un inquadramento geologico; le classi presenti sul territorio in esame sono le seguenti:

- classe 1: depositi alluvionali a prevalenza di ghiaie e sabbie nell'area di pianura e lungo i fondovalle principali (quaternario);
- classe 13: gneiss minuti; micascisti talora eclogitici, scisti filladici, scisti porfiroidi, quarzitoscisti (massicci cristallini del Dora-Maira permocarbonifero assiale, Sesia-Lanzo e serie dei laghi);
- classe 15: graniti, sieniti, dioriti, magmatiti granitiche, gabbrodioriti, porfiriti, ignimbriti riolitiche (magmatiti erciniche e tardo alpine).

Ad ogni classe litologica è possibile inoltre assegnare un gruppo idrogeologico indicativo della permeabilità dell'ammasso, con la finalità di calcolare i corrispondenti valori del parametro CN (cfr. § 4.3.3), note le destinazioni d'uso del territorio.

2.4 CARATTERISTICHE VEGETAZIONALI E DELL'USO DEL SUOLO

La carta tematica dell'uso del suolo è stata dedotta dalla classificazione dell'uso attuale del suolo presente sulla carta fisionomica della vegetazione prodotta dall'IPLA attraverso il rilievo diretto del territorio. Con la finalità di assegnare dei valori del Curve Number secondo la classificazione proposta dal Soil Conservation Service, occorre far riferimento alle classi d'uso riportate in tabella, che presentano uno specifico codice d'identificazione.

I bacini in esame sono stati digitalizzati onde individuare la superficie totale destinata a ciascun uso specifico. Si è ottenuta così la carta riportata nell'ALLEGATO 3. Nella Tabella 2 sono inoltre riportate la superficie in km² e la distribuzione percentuale di ogni classe tematica per tutti i bacini analizzati.



Sia per la buona esposizione di gran parte del territorio, sia per le condizioni ambientali molto varie, sia per le medie stagionali delle precipitazioni, la vegetazione spontanea si può considerare di tipo classico della fascia prealpina.

Tabella 2 – Distribuzione areale e percentuale di ogni classe di uso del suolo.

Bacino	Descrizione	n°	Classe	
			(km ²)	(%)
Rio Levesa	Castagneti	2	0,03	1.37 %
	Latifoglie miste	8	1,59	68.28 %
	Prati permanenti	24	0,25	10.60 %
	Vigneti, frutteti e noccioleti	25	0,09	4.03 %
	misto prati permanenti + seminativi mais/grano	30	0,08	3.26 %
	Aree urbanizzate	99	0,29	12.45 %
	totale		2.33	100%
Area scolante	Vigneti, frutteti e noccioleti	25	0,04	13.45 %
	misto prati permanenti + seminativi mais/grano	30	0,03	10.00 %
	Aree urbanizzate	99	0,22	76.55 %
	totale		0.29	100%
Torrente Gallenca	Faggeti	1	1,22	4.81 %
	Castagneti	2	2,96	11.69 %
	Rimboschimenti affermati	6	0,44	1.74 %
	Rimboschimenti recenti	7	0,08	0.32 %
	Latifoglie miste	8	5,74	22.65 %
	Arbusteti	11	0,02	0.07 %
	Pascoli	20	6,11	24.10 %
	Prati permanenti	24	4,95	19.54 %
	Vigneti, frutteti e noccioleti	25	0,91	3.58 %
	Rupi, pascoli rupestri, alvei, calanchi, frane, discariche	27	0,16	0.62 %
misto prati permanenti + seminativi mais/grano	30	1,06	4.17 %	
Aree urbanizzate	99	1,70	6.70 %	
	totale		25.34	100%

2.5 PARAMETRI MORFOMETRICI

Il bacino del Rio Levesa chiuso all'imbocco del tratto intubato presso il comune di Valperga ha un'area S pari a 2,33 km² ed un perimetro P di circa 9,19 km; presenta forma allungata, con asse principale di scolo in direzione SE-NO nella porzione di monte e in direzione E-O nella parte di valle. Le dimensioni trasversali e longitudinali assumono valori medi pari a circa 0,6 km e 2 km.

Il bacino del Torrente Gallenca chiuso alla confluenza con il canale scolmatore in progetto ha un'area S pari a 25,34 km² ed un perimetro P di circa 26,88 km; presenta forma allungata, con asse principale di scolo in direzione E-O. Le sue dimensioni trasversali e longitudinali assumono valori medi pari rispettivamente a circa 3 km e 8 km. Il bacino dell'area scolante di competenza del canale scolmatore ha un'area S pari a 0,29 km² ed un perimetro P di circa 2,44 km; presenta forma ellittica, con asse principale di scolo in direzione NE-SO.

I rapporti tra i parametri fisiografici del bacino costituiscono un'indicazione sintetica e quantitativa della forma del bacino stesso; si definiscono quindi i seguenti coefficienti di forma, introducendo il diametro D e il perimetro C corrispondenti ad un bacino di forma circolare avente la stessa estensione S del bacino in esame:



$$F = \frac{L}{D} = \frac{L}{\sqrt{4S/\pi}} = 0,89 \frac{L}{\sqrt{S}}$$

$$F = \frac{P}{C} = \frac{P}{2\sqrt{S\pi}} = 0,28 \frac{P}{\sqrt{S}}$$

I valori di F riportati in Tabella 3 sono lontani dall'unità, a conferma della morfologia piuttosto allungata dei bacini, con maggiore evidenza per il bacino del rio Levesa.

Tabella 3 – Parametri di forma per i bacini in esame.

Bacino	S (km)	P (km)	L (km)	F = L/D	F = P/C
Rio Levesa	2,33	9,2	4,3	2,5	1,7
T. Gallenca	25,34	26,9	12,3	2,2	1,5
Area scol.	0,29	2,4	0,7	1,2	1,3

2.6 ANALISI DELL'ACCLIVITÀ DI BACINO

L'analisi dell'acclività, oltre a permettere l'individuazione delle aree a maggiore propensione al dissesto, essendo a parità di condizioni litologiche, geomeccaniche ed idrogeologiche, il fattore dominante per le condizioni di stabilità dei versanti, è sicuramente un elemento fondamentale per lo studio morfologico della rete idrografica al fine di definire la "risposta del bacino" e cioè il legame afflussi - deflussi attraverso la definizione della capacità di invaso della rete idrografica. L'acclività, inoltre, è un parametro importante per valutare i processi di erosione superficiale del suolo che condizionano la definizione del trasporto solido di un corso d'acqua nel periodo di piena.

La pendenza media dell'impluvio è espressa in genere dal rapporto tra la massima differenza di quota e la lunghezza totale dell'asta stessa, mediante la seguente formulazione:

$$i_f = \frac{\Delta h_{\max}}{L}$$

2.7 SINTESI DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DEL BACINO

Le principali caratteristiche dei bacini idrografici presi in considerazione possono essere così riassunte:

Bacino idrografico		rio Levesa	T. Gallenca	area scolante
superficie (S)	km ²	2,33	25,34	0,29
quota media bacino (H_m)	m s.l.m.	562	1170	388
quota massima bacino (H_{max})	m s.l.m.	734	1670	390
quota sezione di chiusura (H_o)	m s.l.m.	390	372	381
lunghezza asta principale (L)	km	4,30	12,33	0,74
pendenza media dei versanti (i_v)	tg α	0,300	0,399	0,003
pendenza media alveo principale (i_f)	tg α'	0,045	0,092	0,01



3. ASPETTI CLIMATICI, PLUVIOMETRICI E IDROLOGICI

3.1 PLUVIOMETRIA DELLA ZONA DI INTERESSE

Il bacino dell'Orco, del quale fanno parte anche le aree in esame, è di tipo alpino pedemontano, esposto alla pianura e alle correnti umide provenienti da sud e quindi soggetto a precipitazioni più intense di quelle che arrivano a interessare le vallate interne della cerchia alpina.

Le precipitazioni sono decisamente elevate e prive di apporti nevosi consistenti per ampi periodi dell'anno, determinando portate specifiche molto gravose. Le piene si verificano generalmente in autunno e, in misura minore, a fine primavera o a fine estate e presentano inoltre una frequenza nettamente superiore rispetto ai bacini alpini interni. Nel bacino idrografico le precipitazioni medie variano da 900 mm/anno in pianura a oltre 1800 mm/anno.

Le stazioni pluviometriche prossime ai bacini idrografici analizzati sono quelle di Cuornè, Pont Canavese e Sparone (cfr. Figura 2), presenti a settentrione rispetto alle aree analizzate. Si osserva che il pluviometro di Sparone è caratterizzato, tuttavia, da un regime pluviometrico differente rispetto a quello che compete al rio Levesa e al torrente Gallenca, in quanto la stazione è posta già nella Valle Orco al di là dello spartiacque che separa le due vallate contigue.

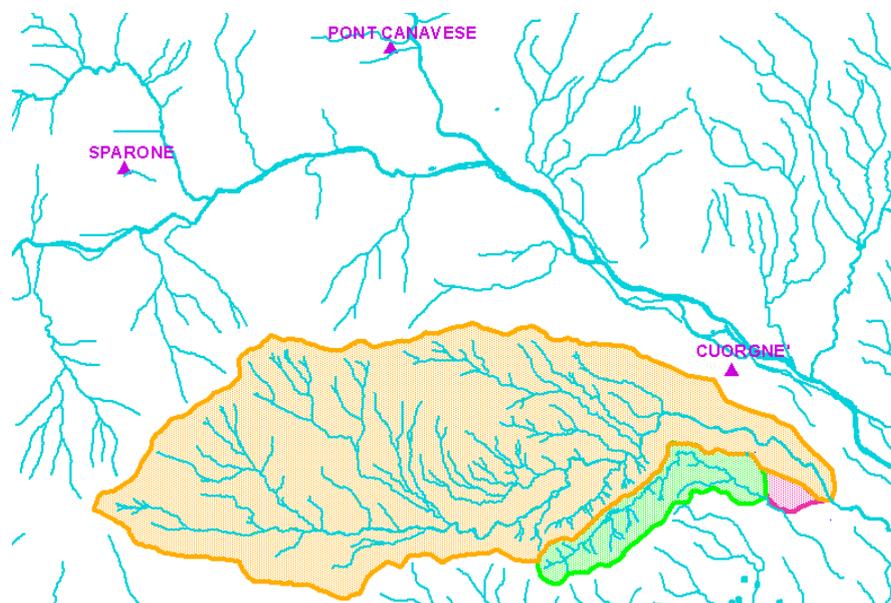


Figura 2 – Ubicazione delle stazioni pluviometriche dell'area di interesse.

Il calcolo degli afflussi sul bacino è stato quindi sviluppato sulla base dell'analisi statistica eseguita sulle serie delle massime precipitazioni orarie registrate alle stazioni pluviometriche di Cuornè e Pont Canavese, successivamente confrontate con i dati regionalizzati proposti dall'Autorità di Bacino.



I valori delle precipitazioni per durate comprese tra 1 e 24 ore sono stati dedotti dagli Annali Idrologici del S.I.M.I. dove sono riportate, fino al 1986, le massime altezze annuali di pioggia relative a durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Le serie storiche sono state completate (qualora disponibili per le stazioni considerate) con i valori di precipitazione relativi al periodo 1987-1999 registrati alle stazioni della Regione Piemonte che sono ubicate in prossimità di quelle riportate negli Annali Idrologici. Nella Tabella 4 sono riassunte le caratteristiche delle stazioni pluviometriche considerate.

Tabella 4 – Caratteristiche delle stazioni pluviometriche utilizzate.

STAZIONE	QUOTA (m s.l.m.)	COORDINATE UTM	OSSERVAZIONI		
			N°dati	dal	Al
Cuornè	413	Est 393906 Ovest 5027632	20	1955	1986
Pont Canavese	461	Est 390057 Ovest 5031402	47	1938	1986

3.2 ELABORAZIONI STATISTICHE

Per calcolare le massime portate di piena per assegnati tempi di ritorno è indispensabile poter simulare gli effetti sul bacino di un evento di pioggia particolarmente gravoso denominato *pioggia di progetto*. Tale evento può coincidere con un evento eccezionale effettivamente osservato in passato oppure, come sarà applicato nel presente studio, rappresentare un evento ipotetico definito considerando le caratteristiche pluviometriche e idrologiche dell'area in esame e la probabilità che lo stesso possa verificarsi in un assegnato intervallo di tempo definito appunto tempo di ritorno (T_r).

Lo studio a carattere regionale del regime delle piogge di notevole intensità e di breve durata si propone di definire i legami funzionali tra le grandezze fondamentali che caratterizzano un evento pluviometrico:

- altezza di pioggia "h";
- durata della pioggia "t";
- frequenza probabile "F";
- distribuzione spaziale "h = h(t, F, x, y)".

Limitando l'analisi ad una singola località si ottengono relazioni tra altezze di precipitazione, durate e frequenze probabili, esprimibili nella forma $h = h(t, F)$.

La rappresentazione di dette relazioni nel piano h, t a mezzo di una famiglia di curve $h = h(t)$ caratterizzate da valori costanti del parametro F è nota come "*curva di possibilità pluviometrica*".

Le curve di possibilità pluviometrica hanno una forma analitica del tipo $h = a t^n$ con coefficiente a ed esponente n espressi in funzione del tempo di ritorno T_r considerato. Per il presente studio sono state ricavate le curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200, e 500 anni. Dalle curve di possibilità pluviometrica è possibile, fissata la durata della precipitazione di progetto, risalire alla portata defluente massima (Q_{max}) in corrispondenza della sezione di chiusura del bacino considerato.



Per quanto riguarda le leggi di probabilità, occorre considerare che gli eventi idrologici sono il risultato di un gran numero di fattori le cui interazioni sono difficilmente individuabili, o comunque che influiscono sui fenomeni con leggi poco note o del tutto incognite, tanto che risulta naturale considerare tali eventi come fenomeni casuali trattabili quindi con i metodi tipici del calcolo delle probabilità.

Un evento di pioggia di altezza “*h*” e di durata “*t*” può essere dunque considerato una variabile aleatoria intesa come una quantità variabile “*h*” a cui è possibile associare una funzione di frequenza $F(h)$ che al tendere all’infinito del numero di osservazioni tende alla probabilità $P(h)$.

In base alle considerazioni anzidette sono state applicate due leggi per rappresentare la distribuzione di frequenza degli eventi idrologici: la log-normale a due parametri e la legge di Gumbel.

Al fine di verificare se la distribuzione teorica scelta sia adatta a rappresentare la distribuzione sperimentale e quindi evitare eventuali incertezze che derivano da erronee valutazioni, si utilizzano opportuni criteri di accettabilità meglio noti come *test statistici*. In particolare, per verificare la corrispondenza dei modelli delle regolarizzazioni secondo la legge Log-normale a 2 parametri e quella di Gumbel con l’effettiva distribuzione della variabile casuale, si è applicato il test di adattamento di *Kolmogorov*. Lo scopo del test è di valutare se lo scostamento massimo D_N , ossia la massima differenza in valore assoluto tra la frequenza cumulata $F(x)$ e la funzione di probabilità $P(x)$, sia minore di un certo valore di riferimento.

La regione di accettazione è la seguente: $[0; (1-\alpha)]$, dove $\alpha = 0,05$ è il livello di significatività prefissato.

Per il suddetto valore di α , la regione di accettazione coincide con l’insieme dei valori per cui è soddisfatta la disuguaglianza:

$$D_N \leq \frac{1,3581}{\sqrt{N}}$$

3.2.1 Curve di massima possibilità pluviometrica

Le elaborazioni statistiche adottate (legge log–normale e di Gumbel) permettono, per prefissati valori del T_r , di ricavare per la stazione pluviometrica considerata la funzione:

$$h = a t^n$$

dove i parametri “*a*” ed “*n*” sono determinati dall’analisi del campione di altezze di precipitazione considerato.

Detta funzione indica la legge di variazione dell’altezza di pioggia “*h*” in funzione della durata di pioggia “*t*” ed è denominata “curva di massima possibilità pluviometrica”.

Fissato T_r , per ognuna delle serie di campioni di dati meteorologici relativa ad un dato tempo di pioggia “*t*”, si valuta il corrispondente valore dell’altezza di pioggia con tempo di ritorno pari a quello prefissato.



I coefficienti a e gli esponenti n delle curve relative alle stazioni pluviometriche di Cuorgnè e Pont Canavese, secondo entrambe le leggi di regolarizzazione, sono stati calcolati con il “Metodo dei minimi quadrati” e sono riassunti nella Tabella 5 e Tabella 6.

Tabella 5 – Curve di massima possibilità pluviometrica per T_r 10, 20 e 50 anni.

Stazione	Legge	$T_r = 10$ anni		$T_r = 20$ anni		$T_r = 50$ anni	
		a	n	a	n	a	n
Cuorgnè	Gumbel	43,21	0,2969	49,84	0,2874	58,41	0,2780
	Log-normale	43,14	0,2986	50,01	0,2847	59,07	0,2690
Pont Canavese	Gumbel	51,79	0,3522	59,53	0,3459	69,54	0,3396
	Log-normale	51,77	0,3532	59,68	0,3440	70,04	0,3337

Tabella 6 – Curve di massima possibilità pluviometrica per T_r 100, 200 e 500 anni.

Stazione	Legge	$T_r = 100$ anni		$T_r = 200$ anni		$T_r = 500$ anni	
		a	n	a	n	a	n
Cuorgnè	Gumbel	64,84	0,2725	71,25	0,2680	79,69	0,2630
	Log-normale	66,01	0,2585	73,07	0,2489	82,64	0,2373
Pont Canavese	Gumbel	77,05	0,3360	84,53	0,3330	94,40	0,3297
	Log-normale	77,93	0,3268	85,93	0,3204	96,73	0,3128

Applicando quindi i parametri calcolati alla legge $h = a t^n$ si ottengono i valori di massima precipitazione per le durate di tempo predefinite (1, 3, 6, 12, 24 ore), come riportato sempre negli allegati sopra indicati, per le stazioni pluviometriche e relativamente al tempo di ritorno considerato.

I coefficienti a ed n calcolati sono stati confrontati con quelli riportati nella *Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*” proposta nel PAI dall’Autorità di Bacino (21/4/2001). In tale direttiva, l’unica stazione presente è quella di Pont Canavese, per la quale vengono assunti i valori dei coefficienti a ed n riportati nella Tabella 7.

Tabella 7 - Valori dei coefficienti a ed n definiti dal PAI.

	Stazione di Pont Canavese (cod. 1332)			
	$T=20$ anni	$T=100$ anni	$T=200$ anni	$T=500$ anni
a	59,89	77,33	84,78	94,60
n	0,362	0,357	0,355	0,354

La direttiva del PAI fornisce quindi valori dei coefficienti delle curve di possibilità pluviometrica confrontabili con quelli calcolati per la stazione pluviometrica di Pont Canavese.

3.3 DISTRIBUZIONE SPAZIALE DELLE PRECIPITAZIONI INTENSE

Un ulteriore strumento di valutazione del regime pluviometrico, in relazione alla distribuzione spaziale delle precipitazioni intense, è costituito dall’interpolazione spaziale con il metodo di Kriging dei parametri relativi alle stazioni pluviometriche presenti sul territorio, discretizzati in base a un reticolo a maglia quadrata.



Al fine di fornire uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense, nei punti privi di misure dirette è stata infatti condotta un'interpolazione spaziale con metodo di Kriging dei parametri a e n delle curve di possibilità pluviometrica, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. I risultati sono riportati negli allegati cartografici e numerici della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" adottata nel PAI dall'Autorità di Bacino. Gli elaborati consentono il calcolo delle curve di possibilità pluviometrica in ciascun punto del bacino, a meno dell'approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per diversi tempi di ritorno.

Per i bacini considerati, sono stati calcolati i coefficienti "a" ed "n" per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100, 200 e 500 anni utilizzando una media pesata dei valori riportati nei quadrati di Kriging di appartenenza; il peso di ciascun coefficiente è pari all'area compresa in ogni porzione del reticolo; i risultati sono riportati in Tabella 8 e in Tabella 9.

Tabella 8 – Coefficienti "a" ed "n" per T_r 10, 20, 50 anni ricavati dal reticolo di Kriging (PAI).

Bacino	$T_r = 10$ anni		$T_r = 20$ anni		$T_r = 50$ anni	
	a	n	a	n	a	n
Levesa	49,09	0,3619	53,57	0,3606	65,61	0,3580
Gallenca	48,88	0,3919	55,89	0,3910	65,25	0,3894
Area scol.	48,80	0,3509	55,98	0,3494	65,29	0,3465

Tabella 9 – Coefficienti "a" ed "n" per T_r 100, 200, 500 anni ricavati dal reticolo di kriging (PAI).

Bacino	$T_r = 100$ anni		$T_r = 200$ anni		$T_r = 500$ anni	
	a	n	a	n	a	n
Levesa	72,59	0,3562	79,55	0,3543	88,73	0,3531
Gallenca	72,17	0,3883	79,06	0,3870	88,15	0,3862
Area scol.	72,25	0,3444	79,19	0,3423	88,35	0,3410

3.4 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

In molte schematizzazioni delle trasformazioni afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena s'introduce l'ipotesi che il tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino scorrendo in superficie sia una costante che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui è caduta e dalle caratteristiche morfologiche del bacino. Pur essendo un'assunzione che presenta notevoli limiti, risulta comunque molto utile nella pratica progettuale in quanto, a prescindere dal metodo scelto per la determinazione della portata di piena, fornisce con calcoli relativamente semplici un'indicazione sul comportamento idrologico del bacino in studio.

Il tempo di corrivazione è il tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, per cui ad ogni punto della zona esaminata corrisponde un valore del tempo di corrivazione. Un punto particolare è quello idraulicamente più lontano dalla sezione di chiusura, che rappresenta il contributo "ultimo" del deflusso superficiale. Il tempo di corrivazione di questo punto, che è il tempo impiegato da una



particella d'acqua per percorrere l'intera superficie del bacino, dall'origine alla sezione di chiusura, e che risulta il maggiore tra quelli dei diversi punti del bacino, prende il nome di *tempo di corrivazione del bacino*.

Per il bacino esaminato si può determinare il tempo di corrivazione T_c corrispondente, tenendo conto che dipende da numerosi fattori, tra i quali:

- parametri relativi alla topografia e alle caratteristiche planimetriche dei bacini;
- parametri che definiscono le caratteristiche della rete idrografica quali la densità della rete, la capacità d'invaso nella rete e in bacini naturali e artificiali, le scabrezze degli alvei;
- parametri relativi alla copertura vegetale e alla destinazione d'uso del suolo;
- parametri relativi alle caratteristiche geologiche e fisiche del suolo.

Vista la notevole difficoltà a considerare tutti questi parametri, il tempo di corrivazione si stima in genere utilizzando formule che derivano dall'analisi di molti casi reali e che esprimono il legame mediamente esistente tra il tempo di corrivazione e alcune altre grandezze caratteristiche del bacino e di facile determinazione. Proprio per tale ragione è molto importante operare la scelta delle formulazioni da adottare in relazione al singolo caso reale, in modo da utilizzare quelle che derivano dall'analisi di casi analoghi a quello analizzato.

Per il calcolo del tempo di corrivazione per i bacini idrografici del rio Levesa e del torrente Gallenca, sono state utilizzate le formule di Giandotti, dell'SCS, di Merlo e di Pezzoli, che risultano più adatte a bacini montani e piemontesi. Per l'area scolante si utilizzano invece le formulazioni di Puglisi, Pezzoli, Ventura e Pasini che sono più appropriate per bacini di aree pianeggianti.

Considerate le ipotesi che sottendono all'applicabilità dei diversi metodi, si ritiene di utilizzare per i successivi calcoli un valore medio stimato tra quelli ricavati con tutte le formule introdotte, che forniscono valori confrontabili e che rappresentano bene le caratteristiche morfologiche del bacino.

Si fa quindi riferimento ad un tempo di corrivazione pari a:

- T_c Levesa = 0,9 h
- T_c Area scolante = 1,0 h
- T_c Gallenca = 2,1 h



4. CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

4.1 APPROCCIO METODOLOGICO

Uno dei metodi più utilizzati per calcolare le portate di piena relative ad una sezione di un corso d'acqua consiste nell'elaborazione statistica dei valori di portata desunti da misurazioni idrometriche dirette effettuate sul corso d'acqua nella sezione in esame o in sezioni poste sulla stessa asta principale (metodo diretto). Tale metodo, quando si basa sull'analisi di dati misurati per un periodo di anni sufficientemente lungo e soprattutto tra loro omogenei fornisce, risultati molto attendibili.

Spesso però, a causa dell'insufficienza o totale mancanza di dati idrometrici, o della non omogeneità degli stessi, occorre fare riferimento ad osservazioni su altri corsi d'acqua appartenenti a bacini con caratteristiche idrologiche e morfologiche simili.

In alternativa si può fare riferimento ai dati pluviometrici ed elaborare statisticamente gli stessi, ricavando la portata con il metodo della corrivazione o con altri metodi indiretti.

Un ulteriore metodo, utilizzato per una conoscenza dei valori massimi di portate probabili, è quello di utilizzare formule empiriche desunte da precedenti studi idrologici, eseguiti considerando bacini imbriferi con caratteristiche simili a quelli in esame.

Il presente studio è basato sull'utilizzo di dati pluviometrici ed è stato sviluppato seguendo le ipotesi che sono alla base dei metodi indiretti. Sono state adottate diverse metodologie per la valutazione della massima portata di deflusso (metodi numerici ed empirici), scegliendo il valore della portata di progetto mediante un confronto dei risultati ottenuti.

4.2 SCELTA DELLA PRECIPITAZIONE DI PROGETTO

Per il calcolo della portata occorre operare una scelta per definire la precipitazione di progetto; i parametri caratteristici della curva di possibilità pluviometrica del bacino idrografico in esame possono derivare dall'analisi di una singola stazione pluviometrica o dall'interpolazione spaziale di più stazioni pluviometriche (reticolo di Kriging).

La metodologia condotta ha permesso di seguire i due differenti approcci, ottenendo i parametri a ed n per le stazioni di Pont Canavese e di Cuorgnè mediante l'elaborazione statistica delle serie storiche, opportunamente integrate (laddove possibile) con i dati più recenti, ed i parametri a ed n ottenuti dalla media pesata dei valori attribuiti alle celle di Kriging.

I risultati sono sostanzialmente confrontabili; in generale, in relazione ad una precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione del bacino, i dati interpolati restituiscono valori di precipitazione (mm) più realistici rispetto ai singoli dati puntuali. Per tale ragione, ed in virtù del fatto che comunque le stazioni pluviometriche disponibili non appartengono al bacino, ma sono ubicate nell'area prossima ad esso, si ritiene che il regime



pluviometrico più idoneo per definire la precipitazione di progetto sia quello derivante dall'utilizzo della distribuzione di Kriging. In effetti, tale approccio consente di valorizzare tutte le informazioni di tipo pluviometrico presenti sul territorio, attribuendo un'importanza "pesata" in relazione all'area di influenza di ciascun dato di tipo puntuale.

4.2.1 Ietogramma di progetto

Per la verifica idraulica di un'opera occorre necessariamente simulare gli effetti sul bacino di un evento di pioggia particolarmente gravoso preso a riferimento come pioggia di progetto.

Per *pioggia di progetto* corrispondente ad un assegnato periodo di ritorno si intende una certa distribuzione temporale della precipitazione da utilizzare per la progettazione di specifiche opere idrauliche. Tale distribuzione può coincidere con un evento eccezionale effettivamente osservato, oppure rappresentare un evento ipotetico definito artificialmente secondo una determinata procedura.

Lo ietogramma di progetto che si ricaverà sarà basato su dati storici effettivamente registrati ed elaborati (distribuzione spaziale tipo Kriging) ed avrà intensità costante; esso è calibrato su ogni bacino per valutare in modo realistico non solo le portate che transitano nelle rispettive sezioni di chiusura ma anche l'eventuale fasatura dei colmi di piena.

Il tempo di ritorno viene assegnato a priori, così come anche la durata " t_p " dell'evento critico, che generalmente è maggiore o uguale al tempo di corrivazione del bacino in studio. Per il bacino del Levesa il tempo di pioggia considerato è di 2 ore, mentre per il Gallenca è pari a 4 ore; l'area scolante assume un tempo di pioggia pari al maggiore dei due precedenti in quanto il bacino, prevalentemente pianeggiante, non è caratterizzato da un vero e proprio canale ricettore delle acque e l'idrogramma derivante non avrà di conseguenza carattere impulsivo.

Si sono quindi ricavati gli ietogrammi rettangolari differenziati per ogni singolo bacino, per i tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni.

4.3 CALCOLO DELLE PORTATE MEDIANTE MODELLO I TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI

Per il calcolo delle portate legate al prescelto tempo di ritorno, si è utilizzato un approccio di tipo modellistico che consente, una volta assegnato lo ietogramma di progetto, di calcolare le portate defluenti alla sezione che sottende il bacino in esame mediante la simulazione dei complessi fenomeni di trasformazione afflussi - deflussi.

Il software utilizzato, derivato dal codice di calcolo americano HEC-HMS "Hydrologic Modeling System" sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center dell'U.S. Army Corps of Engineers, consente, mediante un'opportuna schematizzazione del reticolo idrografico in una serie di componenti idrologicamente interconnessi tra loro ed un'attenta definizione delle caratteristiche geometriche e di permeabilità del bacino, il calcolo degli idrogrammi di deflusso che competono a particolari eventi meteorici registrati. Il modello



fornisce risultati tanto più attendibili quanto più compiutamente sono definite le caratteristiche del bacino e degli ietogrammi che lo interessano.

4.3.1 Schema idrologico di calcolo

Il modello di trasformazione afflussi-deflussi è stato allestito utilizzando lo schema idrologico riportato in Figura 3, che introduce nel processo idrologico l'opera in progetto, suddividendo l'elemento idrografico "rio Levesa" in due tratti distinti: il primo di essi intercetta le acque provenienti dal bacino naturale del rio Levesa a monte del tratto tombinato, mentre il secondo comprende le acque provenienti dall'area scolante, intercettate dal canale scolmatore durante tutto il suo percorso, facendo confluire la portata complessiva nel torrente Gallenca.

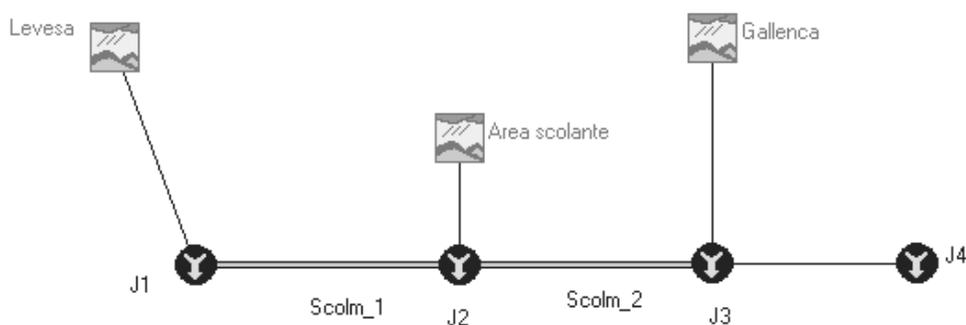


Figura 3 – Schema idrologico per il calcolo delle portate con il modello numerico

Nel presente studio non è stato possibile effettuare una vera e propria taratura del modello idrologico sulla base delle portate registrate, in quanto non sono disponibili i valori idrometrici, né per il Rio Levesa né per il torrente Gallenca; si è tuttavia testata la bontà del modello, confrontando i risultati con quelli ottenuti mediante metodi empirici e con i valori di riferimento provenienti da altri studi.

4.3.2 Calcolo delle perdite

Il calcolo della quota parte di precipitazioni perse in depressioni superficiali, intercettazione, evapotraspirazione, infiltrazione può essere eseguito utilizzando metodi diversi che richiedono la conoscenza di vari dati di ingresso spesso di difficile definizione, quali la specificazione della percentuale d'area di sottobacino impermeabile (percent impervious area), per la quale il codice di calcolo non tiene conto di nessuna perdita, e molti altri parametri di difficile determinazione quali le perdite iniziali e a regime o l'umidità e la conduttività idraulica del terreno per citarne solo alcuni.

Il metodo del Soil Conservation Service statunitense richiede la conoscenza del valore della perdita iniziale di pioggia (initial abstraction) e del numero di curva adimensionale CN (SCS curve number) definito dal Soil Conservation Service sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misure in campo.



Spesso però, per la necessità di semplificazione o per la difficoltà che si incontra nel definire i vari parametri, le perdite vengono considerate facendo riferimento ad un'unica equazione, nonostante esistano numerosi metodi per il calcolo delle singole quote da attribuire a ciascun fenomeno. La ragione di tale semplificazione risiede nel fatto che le leggi che governano i singoli fenomeni fisici non sono tuttora ben conosciute e risulta pertanto molto difficile individuare i confini di competenza di ciascun processo.

Il calcolo della quota parte di precipitazioni perse nel bacino è stato eseguito con il metodo SCS curve number. I parametri necessari sono due ed il numero di curva adimensionale può essere valutato noti l'uso e la litologia del suolo.

Di più difficile determinazione è la stima della perdita di pioggia I_a che si ha all'inizio dell'evento meteorico, perché è funzione delle caratteristiche geologiche e di saturazione del terreno stesso; tuttavia tale parametro può essere calcolato, in funzione di CN (numero di curva adimensionale SCS curve number) definito dal Soil Conservation Service sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misure in campo, secondo la relazione proposta:

$$I_a = 0,2 \frac{(1000 - 10CN)}{CN}$$

4.3.3 Calcolo del numero di curva adimensionale CN

Il numero di curva adimensionale CN (runoff curve number) è un indice di ritenzione potenziale del suolo, che dipende dalla pedologia, dal tipo e grado di copertura del suolo e dal grado di umidità iniziale del terreno. Tale indice ha un valore compreso tra 0 e 100 e, per la sua determinazione, il Soil Conservation Service propone delle classificazioni, in modo da far rientrare la zona esaminata in una determinata categoria e ricavare da opportune tabelle il valore di CN corrispondente.

La classificazione dei terreni secondo l'S.C.S. distingue quattro classi di suolo in base alla potenzialità di deflusso: si passa da terreni altamente permeabili, con scarsa potenzialità di deflusso (classe A) a terreni impermeabili con alta potenzialità di deflusso (classe D).

La zona in esame è costituita per la maggior parte da gneiss, micascisti e graniti riconducibili alla classe C. Nelle zone di pianura sono presenti depositi alluvionali classificati nella classe idrologica B. Considerando la copertura presente in buona parte delle aree collinari dei bacini del rio Levesa e del torrente Gallenca, è verosimile aumentare la percentuale di area appartenente alla classe B. Fa eccezione l'area scolante costituita interamente da depositi alluvionali riconducibili alla classe B.

Noti i gruppi idrologici per ogni classe litologica e quindi per ogni area a diversa categoria d'uso del suolo, per determinare il parametro CN, si fa riferimento ai valori di CN forniti dal SCS per ciascuna classe d'uso del suolo e per ogni gruppo idrogeologico. Si calcola il CN come media pesata, considerando come pesi le percentuali areali di ciascuna classe d'uso del suolo e di ciascun gruppo idrologico.



I valori ottenuti, desunti dalla carta dell'uso del suolo si riferiscono ad un grado di umidità iniziale del terreno prima che si verifichi l'evento meteorico di tipo II, cioè a un terreno umido.

E' possibile prendere in considerazione anche situazioni di umidità del terreno all'inizio della precipitazione diverse da quella media:

- AMC I: potenziale di scorrimento superficiale minimo; i suoli del bacino sono sufficientemente asciutti da permettere un'aratura o coltivazione soddisfacente;
- AMC II: condizione media;
- AMC III: potenziale di scorrimento superficiale massimo; il bacino è stato praticamente saturato dalle piogge precedenti.

La categoria a cui fare riferimento si può individuare in base alla precipitazione totale dei 5 giorni precedenti quello dell'evento di pioggia e in base alla stagione (vegetativa o non vegetativa).

I valori di CN corrispondenti alla categoria AMC I e AMC III si possono ricavare dal valore di CN che corrisponde alla categoria AMC II per mezzo delle seguenti relazioni (Chow et al., 1988), dove n , m e δ sono dei coefficienti numerici noti:

$$CN(I) = \frac{n \cdot CN(II)}{\delta - 0,058 \cdot CN(II)} \quad CN(III) = \frac{m \cdot CN(II)}{\delta + 0,13 \cdot CN(II)}$$

I valori di CN in condizioni di bassa ed alta saturazione (rispettivamente AMC I e AMC III) per il bacino in esame sono riportati in Tabella 10.

Tabella 10 – Valori di riferimento per CN in condizioni di bassa, media ed alta saturazione.

Bacino	CN AMC I	CN AMC II	CN AMC III
Rio Levesa	47	68	83
Area scolante	63	81	90
Torrente Gallenca	50	70	85

4.3.4 Trasformazione della precipitazione netta in deflusso

Il modello afflussi - deflussi permette di simulare la legge di trasformazione della pioggia netta in portata defluente attraverso le sezioni del reticolo modellato e in particolare attraverso la sezione di chiusura del bacino. Le tecniche utilizzate sono basate sulla teoria dell'idrogramma unitario.

Il codice di calcolo consente la scelta tra diverse opzioni per la definizione dell'idrogramma unitario; questo, infatti, può essere fornito direttamente oppure descritto in funzione dei parametri di Clark, Snyder o dell'SCS (Soli Conservation Service). L'opzione dell'onda cinematica consente invece di schematizzare il deflusso dal sottobacino con elementi che rappresentano uno o due superfici scolanti oppure con uno o due canali



collettori e un canale principale. Nel presente studio si è utilizzata la tecnica dell'S.C.S., che si basa sull'idrogramma unitario sintetico rappresentato in Figura 4.

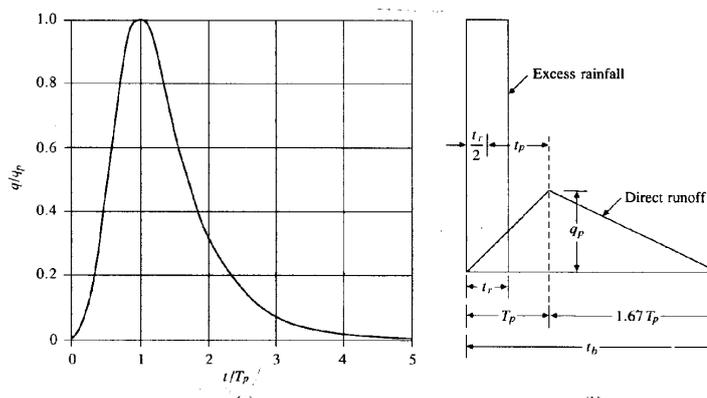


Figura 4 – Idrogramma unitario sintetico del Soil Conservation Service. (a) Idrogramma adimensionale e (b) idrogramma unitario triangolare (Fonte: Soil Conservation Service, 1972).

4.3.5 Valori di portata calcolati con il metodo numerico

Con il procedimento fin qui illustrato, per il bacino in esame si sono calcolate le seguenti massime portate di piena, mentre i risultati grafici sono riportati in ALLEGATO 4:

Tabella 11 – Portate di piena del bacino in studio per assegnati tempi di ritorno (AMC II).

Sezione	Q_{20} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)	Q_{200} (m^3/s)
Rio Levesa	7,1	13,3	15,8
Aerea scolante	1,4	1,9	2,2
Torrente Gallenca	83,1	127,1	146,4

4.4 CALCOLO DELLE PORTATE CON METODI EMPIRICI

Le portate di massima piena dei bacini considerati sono state calcolate anche con il metodo empirico, per verificare la portata di progetto calcolata con il modello numerico di trasformazione afflussi – deflussi.

Si è fatto riferimento alla formulazione più nota e validata in letteratura, raccomandata anche nella “*Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica*” proposta dall’Autorità di Bacino nelle Norme di Attuazione del PAI in data 26/4/2001, per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni.



Un'importante formula empirica per determinare la portata al colmo corrispondente a una precipitazione di assegnato tempo di ritorno è rappresentata dal *metodo della corrivazione*, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica t_p sia pari al tempo di corrivazione T_c , dove c = coefficiente di deflusso; V = volume affluito sul bacino (m^3):

$$Q_{\max} = \frac{c \cdot V}{3600 \cdot T_c}$$

La relazione, dedotta da considerazioni di carattere cinematico, fornisce il valore della portata di piena al colmo, in funzione sia del volume d'acqua precipitato durante l'evento meteorico, che delle caratteristiche fisiche e morfologiche del bacino.

L'ammettere che il massimo della portata si raggiunga quando il tempo di pioggia t_p (durata della precipitazione) eguagli il tempo di corrivazione T_c significa ricercare il contributo massimo che il bacino può fornire per una data precipitazione considerata costante e di durata sufficiente, affinché tutta la sua superficie contribuisca alla formazione dei deflussi nella sezione di chiusura. La precipitazione si ricava direttamente dalla curva di possibilità pluviometrica e viene quindi assunta un'intensità costante per tutta la durata della precipitazione.

4.4.1 Stima del coefficiente di deflusso

Dato che non tutto il volume di pioggia V che cade sul bacino raggiunge la sezione di chiusura contribuendo alla formazione della portata di massima piena, occorre considerare che una parte del volume vada perduta agli effetti dei deflussi, ed una parte non transiti nella sezione considerata nel periodo per cui permane l'onda di piena, ma si presenti alla sezione di chiusura con un certo ritardo.

Indicando quindi con "c" il coefficiente di deflusso o coefficiente di riduzione che tiene conto di questi ed altri fattori (perdite per evaporazione, infiltrazione ecc), il volume d'acqua che contribuisce alla formazione dell'onda di piena, risulta essere:

$$V_D = c \cdot V$$

Il valore del coefficiente di deflusso adottato è stato ricavato considerando le caratteristiche di permeabilità, che sono funzione sia del tipo di terreno che delle caratteristiche litologiche e di uso del suolo del bacino considerato.

Si può fare riferimento ai valori riportati nella Direttiva succitata proposta dall'Autorità di Bacino. Nelle indicazioni per il calcolo delle portate di piena sui bacini idrografici di piccole dimensioni, relativamente al metodo razionale si raccomanda di applicare i coefficienti di deflusso riportati in Tabella 12:

**Tabella 12 – Coefficienti di deflusso raccomandati dall’Autorità di Bacino (da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow, 1964).**

Tipo di suolo	C		
	Uso del Suolo		
	Coltivato	Pascolo	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,15	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,35	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicino alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,5	0,45	0,40

Tenendo conto delle caratteristiche di permeabilità e copertura boschiva, si può quindi assumere un coefficiente di deflusso variabile tra 0,15 e 0,35 in funzione non solo del tempo di ritorno ma anche delle caratteristiche di ogni singolo bacino idrografico.

4.4.2 Portate di piena calcolate con il metodo empirico

Applicando la formulazione empirica si sono ottenute le portate relative ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni riportate nella Tabella 13:

Tabella 13 – Portate di piena calcolate con il metodo razionale.

Bacino		$T_r = 20$ anni	$T_r = 100$ anni	$T_r = 200$ anni
Rio Levesa	h_{pioggia} (mm)	68,8	92,88	101,69
	Q (m ³ /s)	7,4	13,4	16,1
Area scolante	h_{pioggia} (mm)	90,9	116,5	127,3
	Q (m ³ /s)	1,5	2,1	2,3
Torrente Gallenca	h_{pioggia} (mm)	96,1	123,60	135,19
	Q (m ³ /s)	82,5	135,8	148,5

4.5 PORTATA DI PROGETTO

Confrontando i valori di portata ottenuti con i diversi metodi, si osserva che essi risultano sostanzialmente confrontabili. Inoltre il Rio Levesa e il torrente Gallenca, essendo corsi d’acqua secondari, non appartengono alla categoria di corsi d’acqua “fasciati” dal PAI: non esistono pertanto valori di riferimento ufficiali. In base a quanto premesso, si ritiene corretto assumere il valore di portata calcolato mediante approccio indiretto e modellazione numerica afflussi-deflussi.

I valori di portata liquida di piena (portata di progetto) per i differenti tempi di ritorno utilizzati nell’analisi idraulica sono riportati in Tabella 14.

**Tabella 14: Portata liquida di progetto.**

Sezione	$Q_{\max} Tr_{20}$ [m ³ /s]	$Q_{\max} Tr_{100}$ [m ³ /s]	$Q_{\max} Tr_{200}$ [m ³ /s]
Rio Levesa	7,1	13,3	15,8
Area scolante*	1,4	1,9	2,2
Torrente Gallenca	83,1	127,1	146,4

La soluzione di canale scolmatore intubata, rispetto alla precedente a cielo aperto, non comporta l'intercettazione della portata derivante dall'area scolante, inizialmente sottesa dal canale stesso.

4.5.1 Analisi dello sfasamento dei colmi

Un aspetto molto importante nel calcolo della propagazione dell'onda di piena verso valle è l'analisi della contemporaneità dei colmi di piena, al fine di valutare i potenziali effetti della portata in uscita dallo scolmatore sul corpo idrico ricevente, ovvero sul torrente Gallenca.

Per quanto riguarda gli effetti che si verificheranno a valle dello scarico dello scolmatore nel corso d'acqua ricevente, è possibile analizzare gli idrogrammi riportati in Figura 5; si osserva infatti che la portata dello scolmatore è antecedente rispetto al picco registrato sul Gallenca e pertanto non contribuisce ad incrementarne significativamente il valore di picco, che passa dai 146,4 m³/s a 148,6 m³/s, con un aumento inferiore al 2%. E ovvio che tale effetto è strettamente legato alle ipotesi pluviometriche di base introdotte (pluviogrammi di progetto), che possono comunque essere considerate come le più caratteristiche e rappresentative.

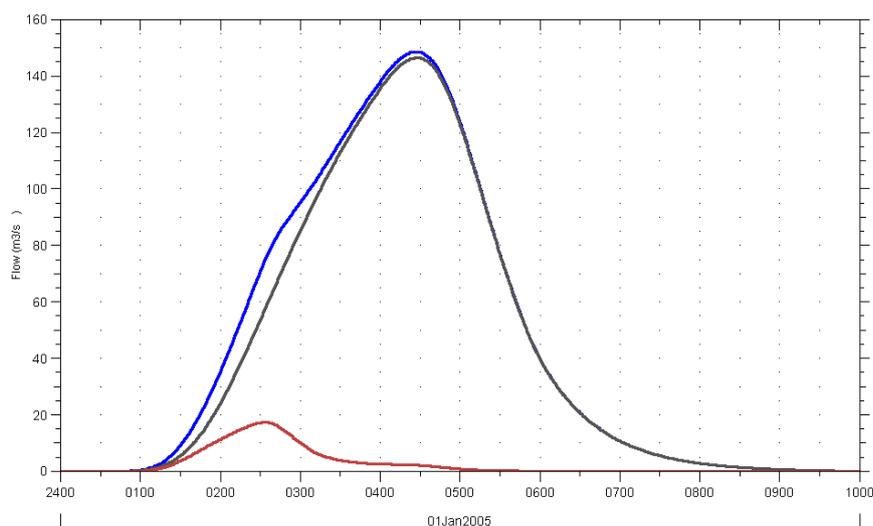


Figura 5 – Idrogramma risultante (blu) dalla sovrapposizione delle portate provenienti dal canale scolmatore (rosso) e dal torrente Gallenca (nero) per $Tr = 200$ anni.



4.6 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

Occorre ricordare che il trasporto di materiale d'alveo è associato ai valori delle portate che superano le condizioni critiche dell'inizio del moto. Dal punto di vista della stabilità dell'alveo, si può effettuare la verifica secondo la formulazione di Schoklitsch (che fornisce risultati analoghi ad altre relazioni tra cui quelle di Pica e di Smart e Jaegge):

$$q_s = 2500 i^\alpha (q - q_c)$$

con:

$$q_c = 0,26 \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right)^\beta \frac{D_{40}^{3/2}}{i^{7/6}}$$

ed il seguente significato dei simboli indicati:

- q_s = portata solida in peso secco per unità di larghezza (kg/s·m)
- i = pendenza dell'alveo
- q = portata liquida con Tr 200 anni per unità di larghezza (m³/s·m)
- q_c = portata liquida critica per unità di larghezza, (inizio del moto dei sedimenti (m³/s·m)
- γ_s = peso specifico dei sedimenti (2600 kg/m³)
- γ = peso specifico dell'acqua (1000 kg/m³)
- D_{40} = diametro rappresentativo del fondo alveo con passante 40% (m).
- α e β = coefficienti numerici tabulati.

Assunto un diametro rappresentativo del materiale in alveo $D_{40} = 0,04$ m per il rio Levesa e un $D_{40} = 0,08$ m per il torrente Gallenca, risultano:

Rio Levesa

- portata critica q_c per unità di larghezza: 0,15 m³/s·m;
- portata solida q_s in peso per unità di larghezza: 143 kg/s·m
- portata solida q_{sv} in volume per unità di larghezza: 0,06 m³/s·m
- portata solida Q_{sv} complessiva in volume: 0,17 m³/s.

Torrente Gallenca

- portata critica q_c per unità di larghezza: 0,26 m³/s·m;
- portata solida q_s in peso per unità di larghezza: 971 kg/s·m
- portata solida q_{sv} in volume per unità di larghezza: 0,37 m³/s·m
- portata solida Q_{sv} complessiva in volume: 3,73 m³/s.



Il risultato ottenuto consente di stabilire che la portata solida ordinaria nel corso della piena calcolata è di entità trascurabile rispetto alla portata liquida. Pertanto, viste le assunzioni idrologiche cautelative, la portata liquida calcolata si può ritenere già comprensiva del contributo solido.

Si precisa che tale approccio non tiene conto di fenomeni di elevato trasporto solido torrentizio, che sono tuttavia non necessariamente legati allo stesso tempo di ritorno della portata liquida. In tal caso, l'opera in progetto non sarebbe interessata dal passaggio di materiale flottante, in quanto con il I Lotto è già stato realizzato a monte della nuova tombinatura del tratto urbano, un sistema di intercettazione del materiale solido grossolano e di quello flottante.



5. VERIFICHE IDRAULICHE

5.1 DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE

Con il completamento degli interventi del lotto 1 di adeguamento del tratto urbano del Rio Levesa, il Comune di Valperga riduce notevolmente il rischio dell'allagamento delle aree urbane provocato dal restringimento/tombinatura del Rio Levesa, ma nello stesso tempo richiede che vengano operate scelte progettuali idonee per gestire le problematiche di valle, al fine di non aggravare le condizioni di criticità già attualmente presenti nei territori comunali confinanti, in cui scorre il rio. Il presente progetto definitivo è relativo alla progettazione di un canale scolmatore a valle della tombinatura realizzata, dove attualmente il rio Levesa ritrova il suo alveo naturale; lo scolmatore, seguendo il tracciato di strada Borelli, convoglierà una quota parte delle portate di piena verso il torrente Gallenca. Il corso principale del Rio Levesa dovrà comunque continuare a convogliare le portate di magra, che saranno rilasciate da un'opportuna luce, tarata in funzione della portata massima ammessa.

Come concordato con la Regione Piemonte - Settore Opere pubbliche, Difesa del Suolo, Economia Montana e Foreste, con riferimento alla disponibilità finanziaria attuale, agli eventuali contributi aggiuntivi e agli approfondimenti tecnici che hanno esaminato i benefici e le problematiche derivanti la realizzazione delle differenti soluzioni progettuali analizzate nel corso dell'iter amministrativo, si prevede la realizzazione di uno scolmatore di lunghezza circa 750 m totalmente interrato, avente diametro 1800 mm (1400 mm nel tratto terminale) e in grado di smaltire verso il torrente Gallenca una portata massima di circa $9 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondente a circa il 60% della portata di piena duecentennale e al 100% di quella ventennale. Nel caso in cui le risorse finanziarie disponibili comportassero la necessità di ridurre il diametro dello scolmatore a 1600 mm (1200 mm nel tratto terminale), sarebbe smaltita verso il torrente Gallenca una portata massima di circa $6 \text{ m}^3/\text{s}$, corrispondente a circa il 40% della portata di piena duecentennale e all'85% di quella ventennale.

Lo scolmatore sarà attivato mediante un'opera di regolazione fissa da realizzarsi dove l'alveo naturale del rio Levesa risulta molto largo e profondo e già oggetto di intervento di sistemazione con scogliere nel Lotto I. Si prevede la realizzazione di una soglia di sfioro con gàveta, che consenta di alzare i livelli idraulici solo tra la soglia stessa e la fine della tombinatura, in modo tale da consentire il deflusso della portata all'interno della tubazione dello scolmatore, già con una portata avente tempo di ritorno 20-50,anni, prima di lasciar defluire a valle lungo il Levesa le portate di piena. Una piccola fessura lungo la soglia consentirà comunque di far defluire nel Levesa una portata di deflusso minimo vitale anche per portate ordinarie (si garantiranno così il DMV e le esigenze irrigue): per portate superiori a tempi di ritorno di 20 anni, le portate di piena sfioreranno invece sulla soglia stessa e proseguiranno lungo l'alveo del Levesa, ridotte del contributo smaltito dal nuovo canale scolmatore.

Le verifiche idrauliche condotte riguardano principalmente la valutazione della massima capacità di deflusso dello scolmatore e l'opera di regolazione sul rio Levesa.



5.2 VERIFICA DELLA CAPACITÀ DI DEFLUSSO DEL CANALE SCOLMATORE

5.2.1 Metodologia

Date le caratteristiche di invarianza della sezione e della pendenza motrice, il modello idraulico di simulazione lungo il canale scolmatore può essere condotto in moto uniforme, secondo la relazione che lega la portata e la sezione di deflusso (quindi intrinsecamente il livello idrico), che risulta essere la seguente:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- A: superficie di deflusso;
- Ks: coefficiente di Strickler per la scabrezza;
- RH: raggio idraulico;
- i: pendenza di fondo.

Si osserva che nota la geometria del canale e la sua pendenza, la portata massima che può essere smaltita, o in generale il tirante idraulico con cui defluisce una determinata portata, è funzione diretta del coefficiente di scabrezza.

Nonostante siano noti da letteratura i valori di scabrezza del calcestruzzo liscio, proprio degli scatolari in cemento armato, vista la dipendenza della capacità di deflusso dell'opera da tale parametro, le analisi sono state condotte inserendo il campo di variabilità della scabrezza stessa per la tipologia di materiale. Il valore di scabrezza tipico del calcestruzzo dei manufatti prefabbricati (tubi e scatolari) può essere assunto pari a $70 - 80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$; ipotizzando inoltre che in condizioni fortemente cautelative possa verificarsi un deterioramento nel tempo legato all'invecchiamento e abrasione delle superfici, si estende il campo di variazione della scabrezza da un valore massimo iniziale a valori più bassi, compresi tra $67 - 83 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

In ogni caso, per il calcolo della massima portata che le tubazioni sarebbero in grado di smaltire in condizioni di esercizio normali, considerando che trattasi di tubazioni prefabbricate lisce, si assume un valore di Manning pari a 0,013 (Strickler = 77).

Poiché nell'ambito della perizia di variante del I lotto, è stata analizzata, su indicazione della Regione Piemonte - Assessorato Lavori Pubblici - Direzione Opere Pubbliche Settore Infrastrutture e P.I., anche la possibilità di utilizzare una tubazione di diametro 1600 mm per il canale scolmatore, in alternativa a quella di diametro 1800 mm, la presente relazione riporta i risultati di entrambi le analisi svolte, ove si è operato il confronto delle capacità di deflusso.

Con tale premessa, la pendenza di progetto risulta pari al 0,56% per la maggior parte del tracciato, ovvero per una lunghezza di circa 550 m; l'ultimo tratto, per una lunghezza di circa 180 m, grazie alle condizioni geomorfologiche connesse alla presenza della scarpata del terrazzamento fluviale, presenta invece una pendenza pari al 2,5% o superiore. Per tale tratto si prevede pertanto una tubazione di diametro inferiore, avente comunque la stessa capacità di deflusso della precedente:



- ipotesi 1) tratto L = 550 m a pendenza $i=0,056\%$ → Tubazione Φ 1600 mm
tratto L = 180 m a pendenza $i>0,25\%$ → Tubazione Φ 1200 mm
- ipotesi 2) tratto L = 550 m a pendenza $i=0,056\%$ → Tubazione Φ 1800 mm
tratto L = 180 m a pendenza $i>0,25\%$ → Tubazione Φ 1400 mm

5.2.2 Risultati delle analisi idrauliche

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche per le due ipotesi di diametro del canale scolmatore verso il torrente Gallenca. Le portate di piena del rio Levesa risultano pari a:

Tabella 15: Portata liquida di progetto del rio Levesa.

Sezione	Q_{\max} Tr ₂₀ m ³ /s	Q_{\max} Tr ₁₀₀ m ³ /s	Q_{\max} Tr ₂₀₀ m ³ /s
Rio Levesa	7,1	13,3	15,8

Di seguito sono riportati in sintesi i risultati dei calcoli di verifica della sezione della nuova tombinatura del rio Levesa, dove per i diversi diametri sono associate le massime portate di deflusso smaltite. I risultati tabellari e grafici completi sono riportati in allegato.

Tabella 16 – Risultati delle verifiche idrauliche nelle due ipotesi di canale scolmatore.

Ipotesi	Diametro	pendenza	Portata massima	Portata riemp 70%	% $Q_{Tr 200}$ L _{Levesa}	$Q_{Tr 100}$ Levesa	$Q_{Tr 20}$ Levesa
1	1600	0,56%	6,7 m ³ /s	5,3 m ³ /s	42%	50%	93%
	1200	2,5%	6,6 m³/s	5,2 m ³ /s			
2	1800	0,56%	9,3 m³/s	7,2 m ³ /s	59%	70%	100%
	1400	2,5%	10,0 m ³ /s	7,8 m ³ /s			

Dai risultati, si osserva che il canale scolmatore anche per il diametro di 1600 mm consente l'allontanamento di una portata quasi pari alla portata di piena del rio Levesa per un tempo di ritorno di 20 anni; per eventi parossistici, di entità duecentennale, la portata scolmata risulta pari a circa il 42%, e sale a circa il 60% nel caso di una tubazione di diametro 1800 mm.

Le portate residue lungo il rio Levesa a valle di Valperga, in caso di eventi eccezionali e solo nell'ipotesi teorica che tutta la portata di progetto sia in grado di essere convogliata dall'alveo a monte della nuova tombinatura senza esondazioni (ipotesi non reale allo stato attuale, poiché la sezione d'alveo è inadeguata), risulterebbero pari a:

Tabella 17: Portata liquida di residua lungo il rio Levesa a valle dello scolmatore (ipotesi 1 Φ 1600 mm).

Sezione	Q_{\max} Tr ₂₀	Q_{\max} Tr ₁₀₀	Q_{\max} Tr ₂₀₀
scolmatore		Q_{\max} 6,6 m ³ /s*	
Rio Levesa residua	0,5 m ³ /s	6,7 m³/s	9,2 m ³ /s

**Tabella 18: Portata liquida di residua lungo il rio Levesa a valle dello scolmatore (ipotesi 2 Φ 1800 mm).**

Sezione	Q_{\max} Tr ₂₀	Q_{\max} Tr ₁₀₀	Q_{\max} Tr ₂₀₀
scolmatore		$Q_{\max} 9,3 \text{ m}^3/\text{s}^*$	
Rio Levesa residua	$0 \text{ m}^3/\text{s}$	$4,0 \text{ m}^3/\text{s}$	$6,5 \text{ m}^3/\text{s}$

Si precisa che, nell'ipotesi di non predisporre una paratoia di regolazione automatica lungo l'alveo del rio Levesa, non si è in grado di garantire che il canale scolmatore sia in grado di allontanare anche per le portate con tempo di ritorno pari a circa 20 anni, la massima portata teorica smaltibile dalla tubazione. I livelli idraulici che condizionano il deflusso della portata di piena verso lo scolmatore sono infatti direttamente dipendenti dalla portata stessa, e dalla geometria della fessura da realizzare per le portate di magra, e potrebbero non essere sufficienti a deviare completamente la portata per valori inferiori a quella di 200 anni.

Per tempi di ritorno pari a 100 anni, valore di riferimento per corsi d'acqua non fasciati nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico, le portate lungo il rio Levesa a valle dello scolmatore risulterebbero comunque fortemente ridotte, e pari a circa $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le portate considerate sono quelle massime smaltibili: a tubo pieno, la portata risulta leggermente inferiore, mentre con un riempimento teorico non superiore al 70%, le portate si riducono a $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$ per la prima ipotesi e $7,2 \text{ m}^3/\text{s}$ per la seconda. Infine, come si può osservare nell'ALLEGATO 5, la portata massima presenta un'oscillazione in relazione all'effettivo stato di usura della tubazione.

5.3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO E VERIFICA OPERA DI REGOLAZIONE SUL RIO LEVESA

La verifica idraulica per il dimensionamento dell'opera di regolazione sul rio Levesa, che consente il funzionamento controllato dello scolmatore, è stata condotta utilizzando un modello di simulazione idraulica in moto permanente.

In particolare, mediante il codice di calcolo HER-RAS versione 4.1.0, è stata simulata la modalità di deflusso del nodo idraulico Levesa/scolmatore per differenti valori di portata in arrivo da monte in funzione delle caratteristiche geometriche dell'opera di regolazione sul rio (traversa con gàveta e fessura), al fine di determinare la migliore combinazione degli elementi progettuali variabili con lo scopo di ottimizzare la funzionalità dell'opera.

In particolare, si è cercato di orientare il funzionamento in modo che per portate comprese tra 1 e $5 \text{ m}^3/\text{s}$ la ripartizione tra portata nello scolmatore e portata residua veda lo scolmatore interessato da un deflusso maggiore di quello presente in alveo (cfr. Figura 6).

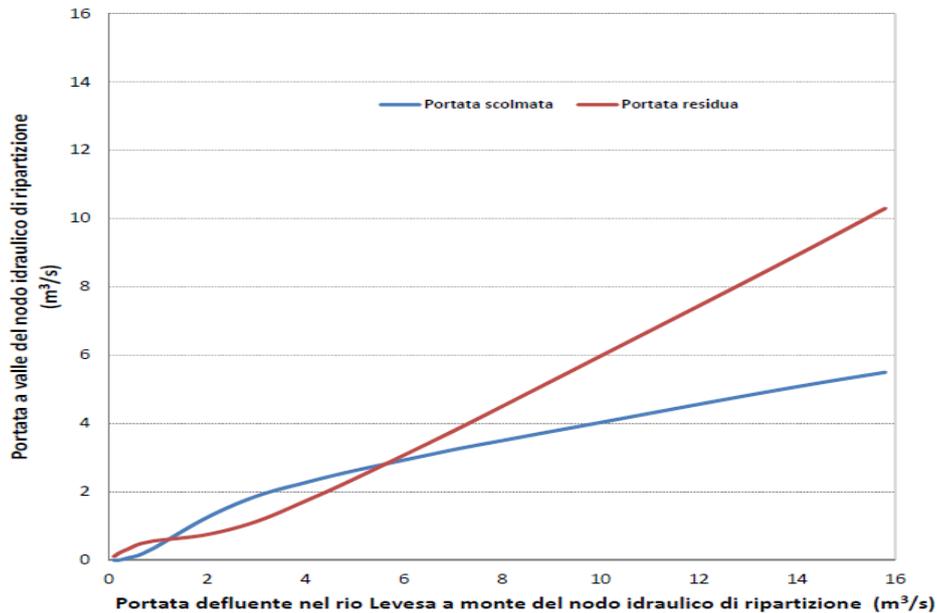


Figura 6 – Ripartizione della portata in funzione dell'entità della stessa in arrivo da monte.

I risultati sopra descritti si ottengono prevedendo una soglia di regolazione a quota 380,10 m s.l.m. con gàveta di forma trapezia a quota 379,90 m s.l.m. e di dimensioni $b=2,1$ m e $B=2,9$ m; la soglia è inoltre interessata dalla fessura rettangolare per il deflusso delle magre (DMV e rilasci irrigui) di dimensioni $b=1,2$ m e $h=40$ cm (cfr. Figura 7).

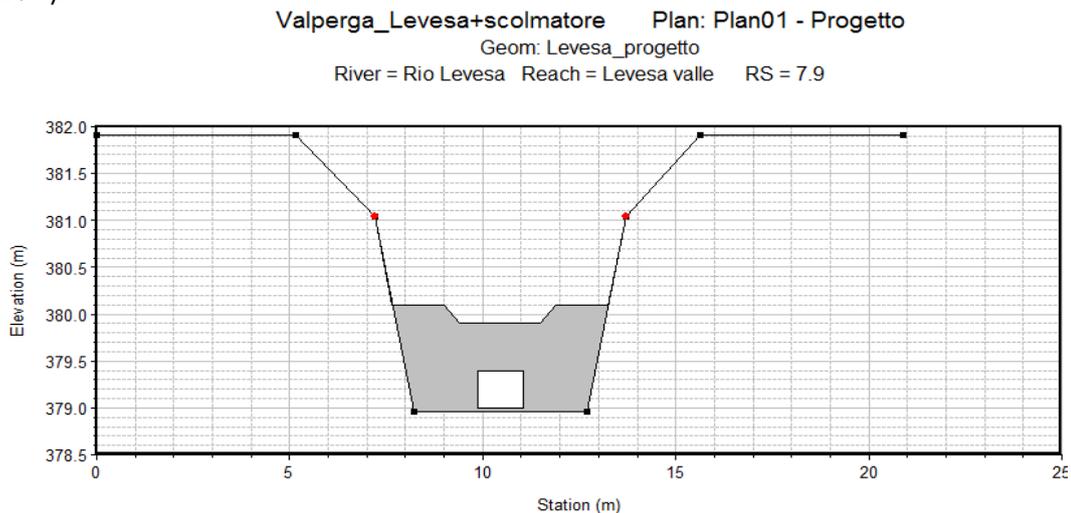


Figura 7 – Sezione trasversale traversa di regolazione.

Lo scolmatore si attiva per portate superiori a 200 l/s, in quanto il livello nel Levesa, a causa del passaggio ristretto nella fessura, si innalza sino a superare la quota di soglia dello scolmatore (379,20 m s.l.m.).



Fino alla portata di 1 m³/s, come si evince dalla Figura 6, la portata che viene scolmata è tuttavia inferiore alla portata che defluisce verso valle.

La gàveta si attiva oltre i 2 m³/s, al fine di limitare l'innalzamento dei livelli a monte, i quali potrebbero comportare alcuni problemi in relazione alla presenza del tratto coperto precedente. A tal fine è stato altresì verificato, per la massima portata attesa in alveo (Tr 200 anni), che la presenza della soglia di regolazione non comporti l'azzeramento del franco idraulico in corrispondenza del tratto coperto di monte. Dai risultati ottenuti si riscontra che, anche nell'ipotesi di completa ostruzione della fessura e dello scolmatore, ovvero nel caso in cui l'intera portata di piena defluisca a valle dell'opera di regolazione sormontando la gàveta, alla sezione più prossima alla tombinatura alla quale si risente ancora del rigurgito indotto dalla soglia, il franco idraulico rispetto all'intradosso è di circa 50 cm, garantendo quindi adeguati livelli di sicurezza per tutta l'infrastruttura di monte (Lotto I).

5.4 RISCHIO IDRAULICO RESIDUO

I lavori del 2° Lotto prevedono la realizzazione di un canale scolmatore in grado di smaltire solo una parte, benché molto elevata, delle portate di piena del rio Levesa, sia nell'ipotesi di posa di una tubazione da 1600 mm, che da 1800 mm. Tale intervento comporterà un beneficio al rischio di esondazione a valle di Valperga, che deve essere inteso unicamente come mitigazione e non annullamento del rischio stesso: pertanto nei territori posti a valle dovrà essere valutata da parte di ogni Comune l'effettiva riduzione del rischio idraulico connesso a tali interventi e il rischio residuo conseguente.

Si precisa in ogni caso che gli interventi in progetto riguardano l'adeguamento della vecchia tombinatura del rio Levesa in corrispondenza del centro abitato, principale elemento di rischio idraulico riscontrato, ma non possono considerarsi come completamente esaustivi per la sistemazione idraulica del bacino idrografico del rio Levesa.

Con l'obiettivo di una mitigazione completa del rischio idraulico di esondazione dell'abitato di Valperga, si dovrà infatti valutare se vi sia la possibilità di esondazione in corrispondenza della sponda destra del rio, sempre a monte dell'attraversamento di strada dei Chiosi, per escludere la possibilità di deflusso delle acque di esondazione da nord-est, presso via Tamietti e via Francesco Poletto. In tal caso dovranno essere previste in futuro opere di sistemazione dell'alveo e/o adeguamento degli attraversamenti esistenti, eventualmente con ricalibratura o sovrizzo spondale lungo il tratto compreso tra l'attraversamento di strada dei Chiosi e l'apice del conoide alluvionale, allo sbocco del bacino alpino.

Alcuni insediamenti sono inoltre presenti in sinistra idrografica e molto prossimi all'alveo del rio Levesa: eventuali criticità localizzate dovranno essere valutate per garantire l'assenza di esondazioni che possano interessare le infrastrutture e gli edifici presenti. Come già riportato nella relazione idrologica – idraulica progetto esecutivo, dallo studio dello stato di dissesto del bacino, condotto dalla consultazione dei più recenti studi condotti dall'Arpa Piemonte (Inventario Fenomeni Franosi e PAI) risulta peraltro che non sono presenti situazioni di dissesto diffuse particolarmente critiche all'interno del bacino stesso.



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

Tuttavia, l'assetto di difesa complessivo del centro abitato dovrà essere definito anche verificando la possibilità di un eventuale trasporto solido iperconcentrato, al fine di prevedere eventuali opere di intercettazione del materiale solido lungo il bacino, prima del conoide alluvionale su cui sorge l'abitato di Valperga. Tra l'apice del conoide e l'inizio della tombinatura, il rio Levesa percorre un lungo tratto pianeggiante di circa 330 m che consente il deposito di materiale detritico grossolano: in tale tratto sono infatti presenti alcuni edifici, che potrebbero essere interessati da eventi di piena eccezionali.



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

ALLEGATI



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



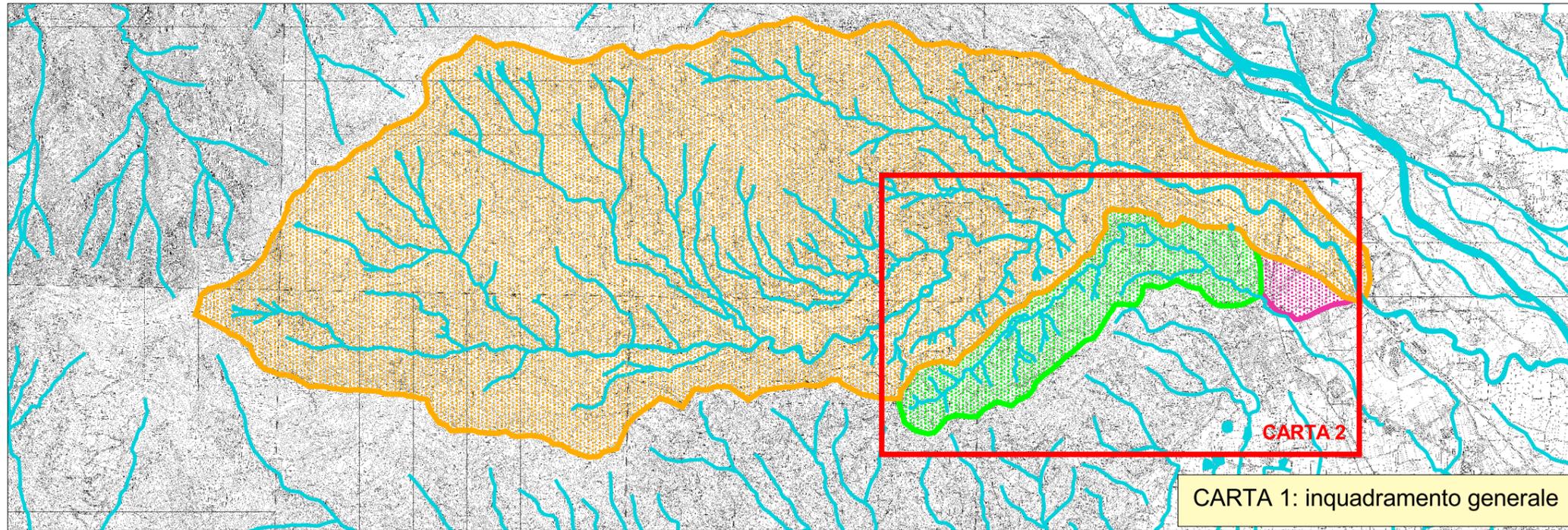
HYDROGEOS

ALLEGATO 1

– Carta dei bacini idrografici

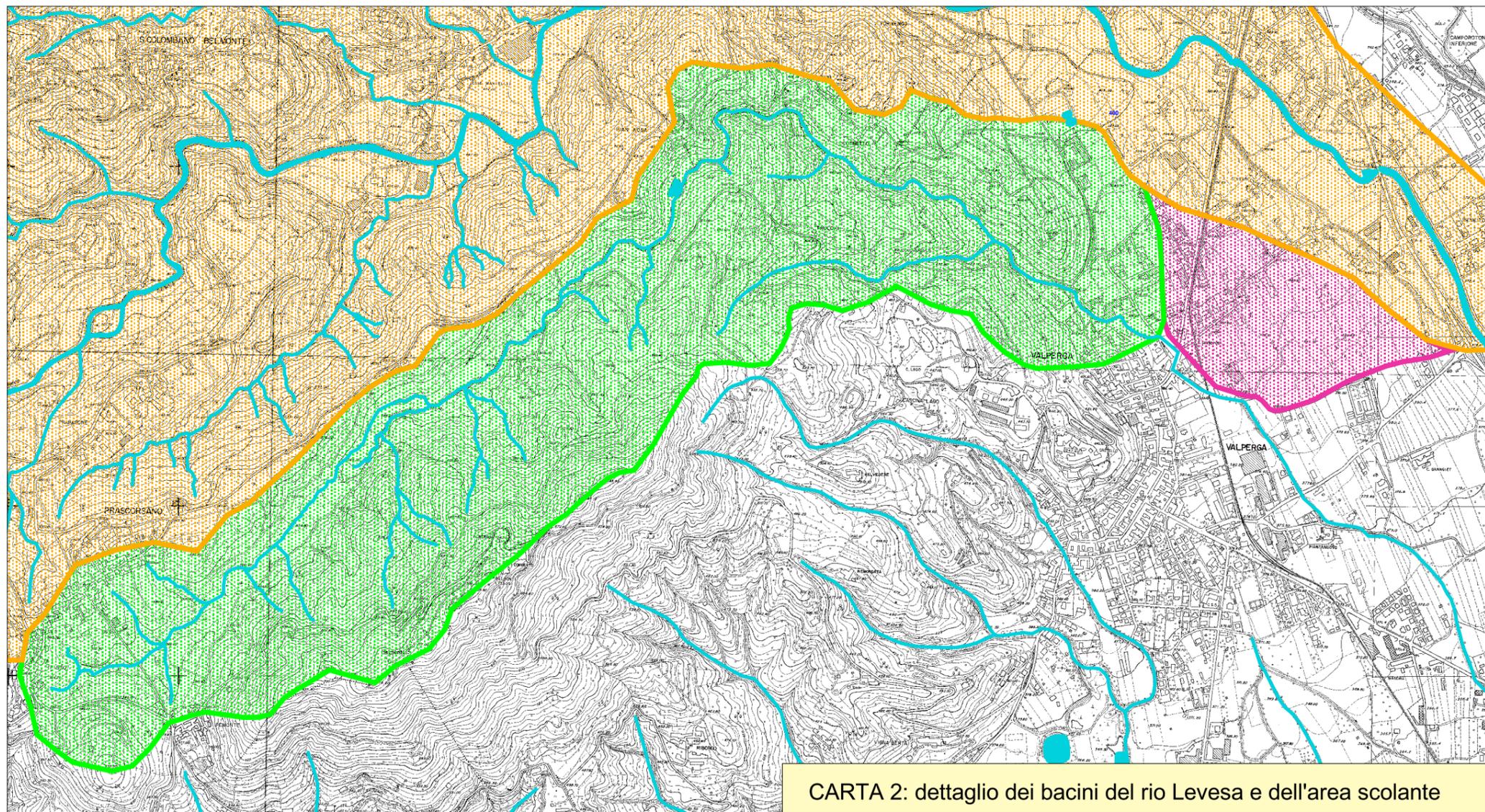
ALLEGATO 1

Carta dei bacini idrografici



LEGENDA

-  Bacino rio Levesa
-  Bacino torrente Gallenca
-  Bacino area scolante
-  Idrografia principale
-  Idrografia secondaria



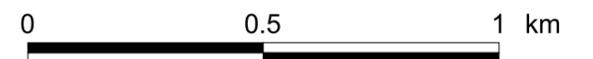
CARTA 1

Scala 1:50.000



CARTA 2

Scala 1:15.000





REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo

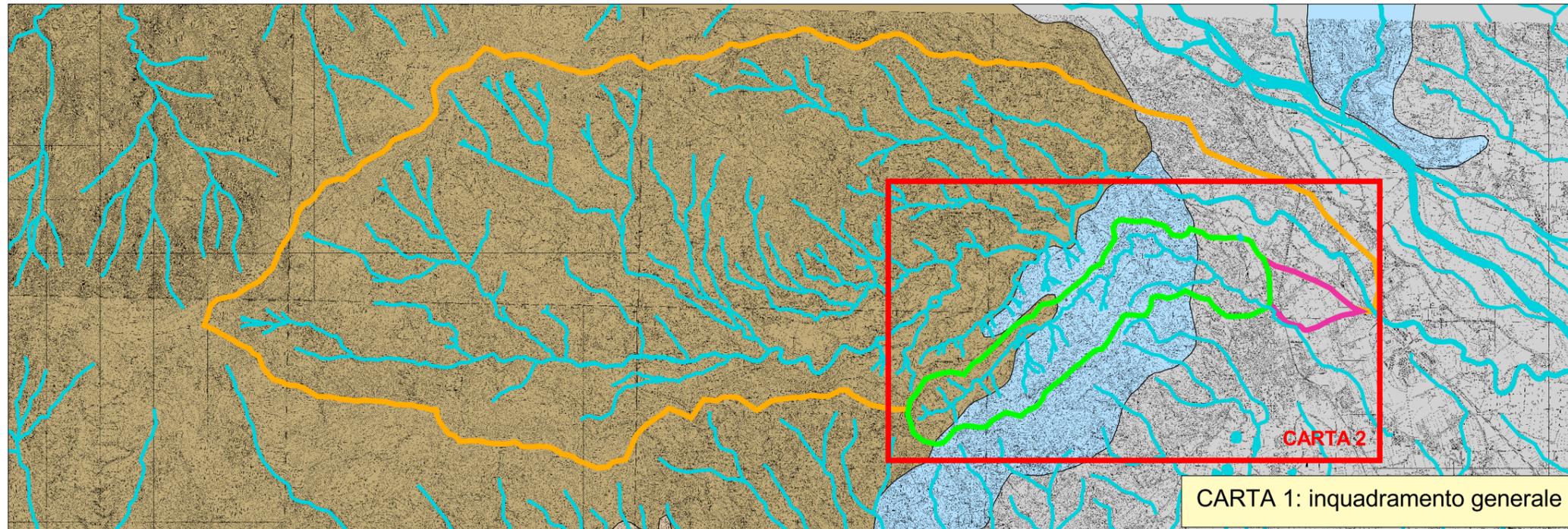


HYDROGEOS

ALLEGATO 2

– Carta litologica

ALLEGATO 2 Carta della litologia

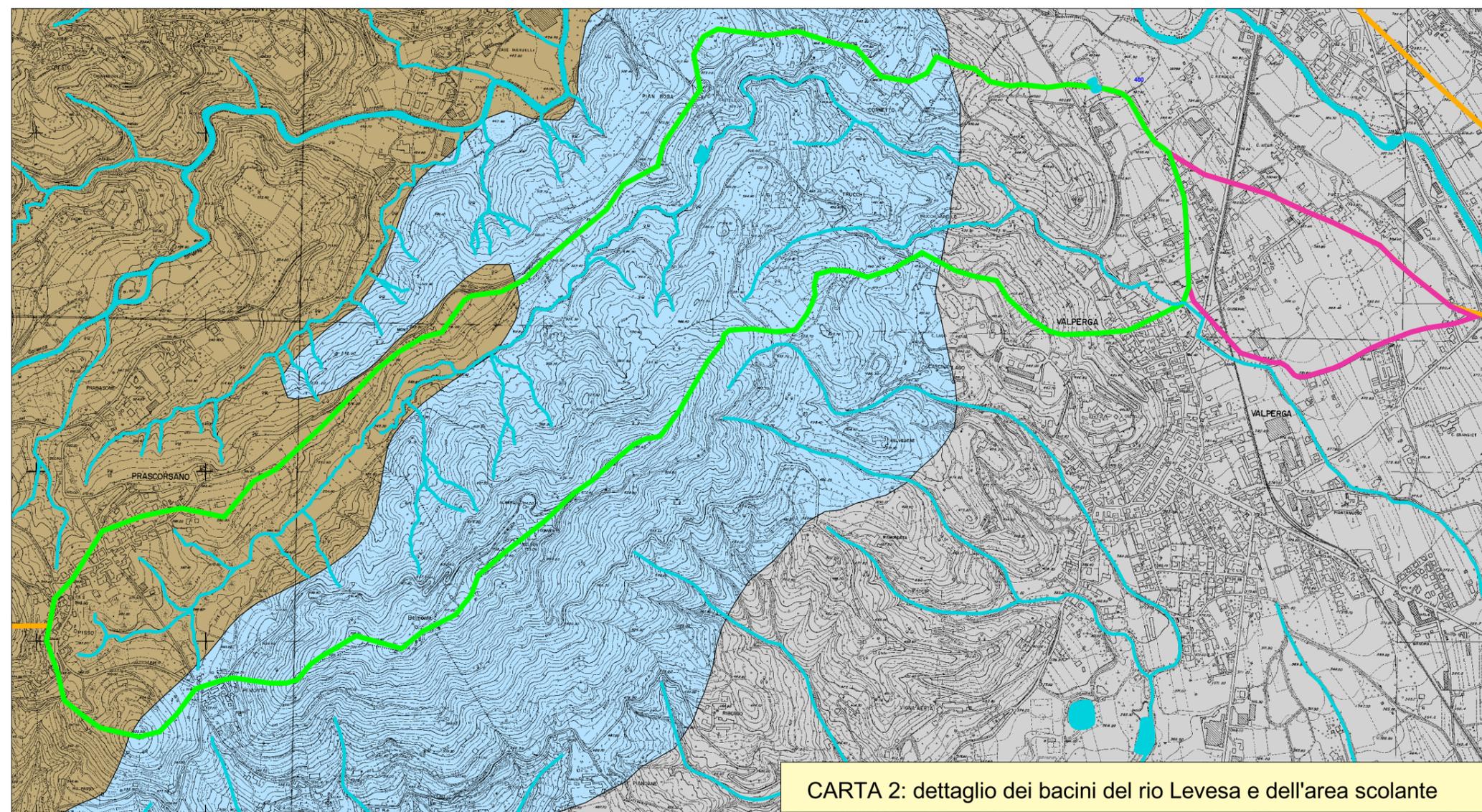


LEGENDA

-  Bacino rio Levesa
-  Bacino torrente Gallenca
-  Bacino area scolante
-  Idrografia principale
-  Idrografia secondaria

Classi litologiche

-  Depositi alluvionali a prevalenti ghiaie, sabbie, limi (Quaternario)
-  Gneiss minuti; micascisti, eclogiti, scisti, quarzoscisti
-  Graniti, sieniti, dioriti, migmatiti, gabbrodioriti, porfiriti, ignimbriti



CARTA 1

Scala 1:50.000



CARTA 2

Scala 1:15.000





REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

ALLEGATO 3

– Carta dell'uso del suolo

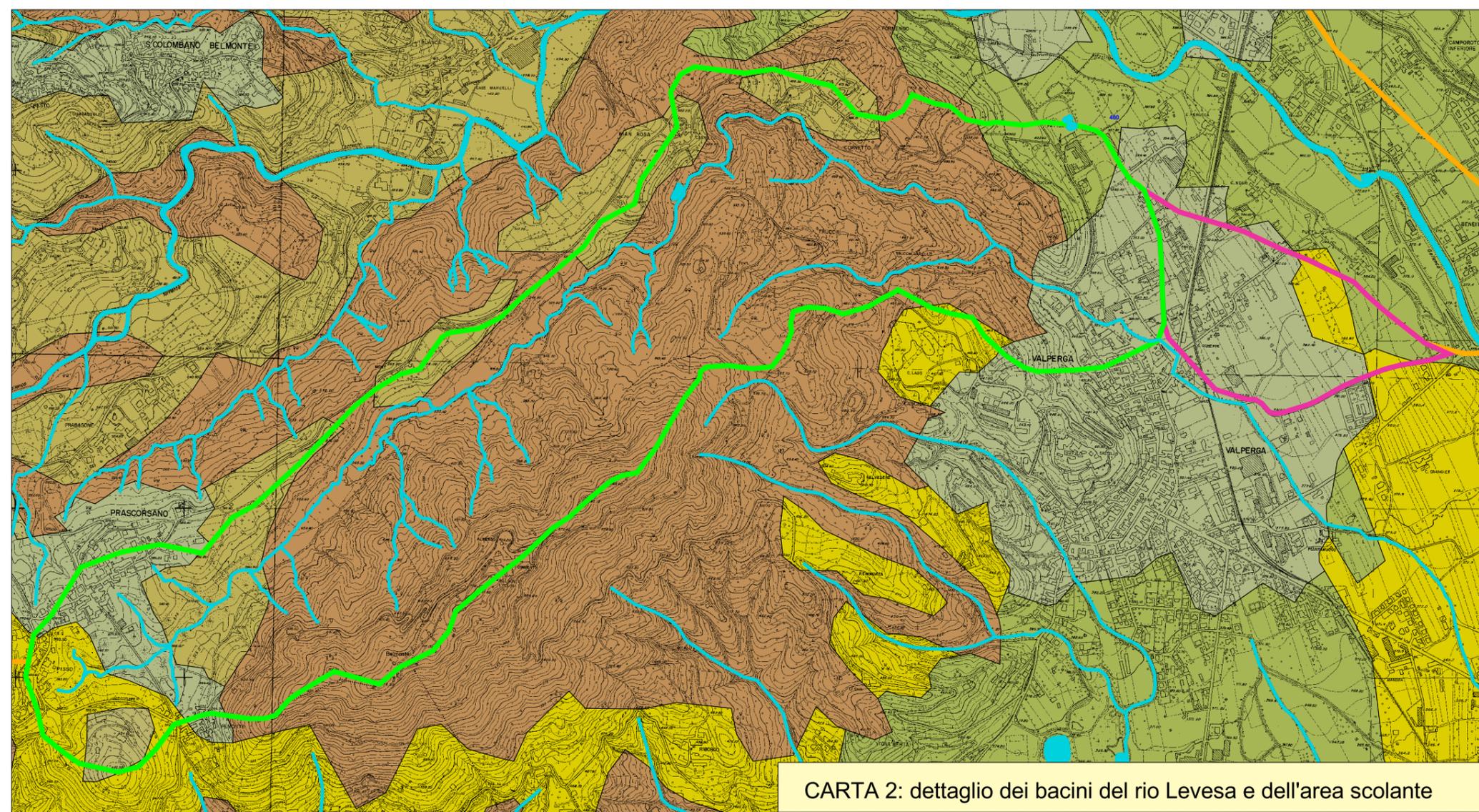
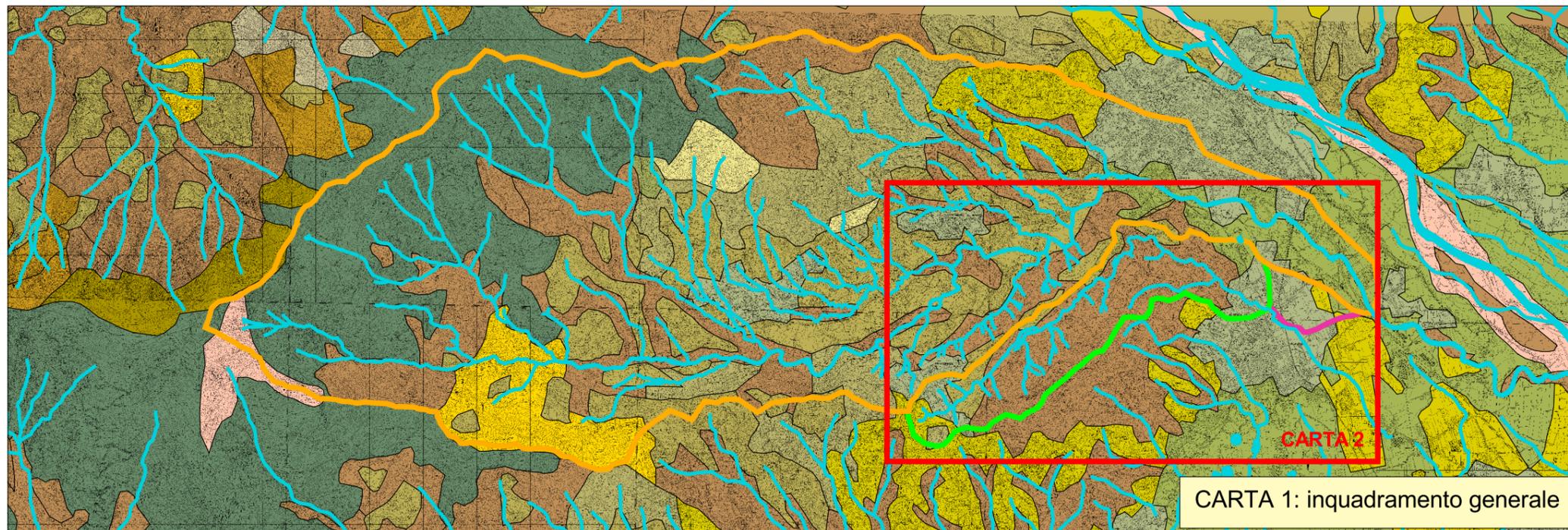
ALLEGATO 3 Carta dell'uso del suolo

LEGENDA

-  Bacino rio Levesa
-  Bacino torrente Gallenca
-  Bacino area scolante
-  Idrografia principale
-  Idrografia secondaria

Classi di uso del suolo

-  Faggeti
-  Castagneti
-  Rimboschimenti affermati
-  Rimboschimenti recenti
-  Latifoglie miste
-  Arbusteti
-  Pascoli
-  Prati permanenti
-  Vigneti, frutteti e Nocciolati
-  Rupi e pascoli rupestri, fiumi
-  Prati perm+ seminativi mais/grano
-  Aree urbanizzate



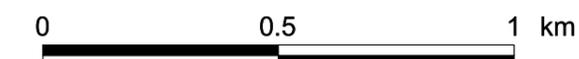
CARTA 1

Scala 1:50.000



CARTA 2

Scala 1:15.000





REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

ALLEGATO 4

– Idrogrammi di piena

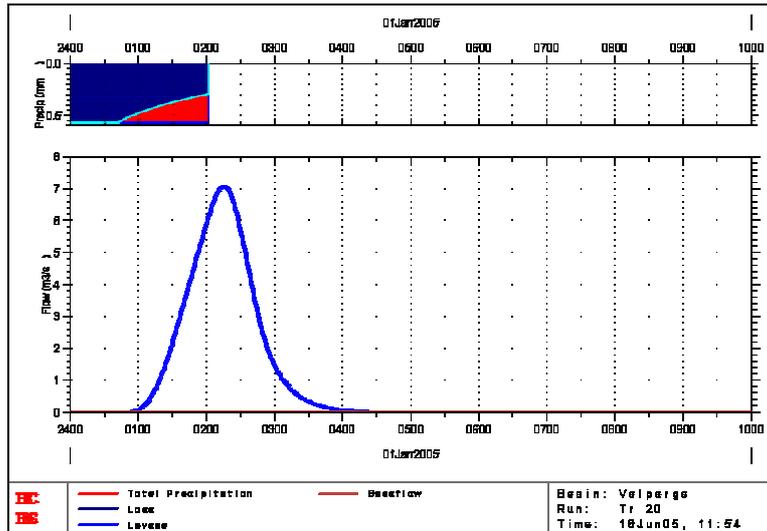


Figura 1 – Tr 20 anni – Bacino rio Levesa

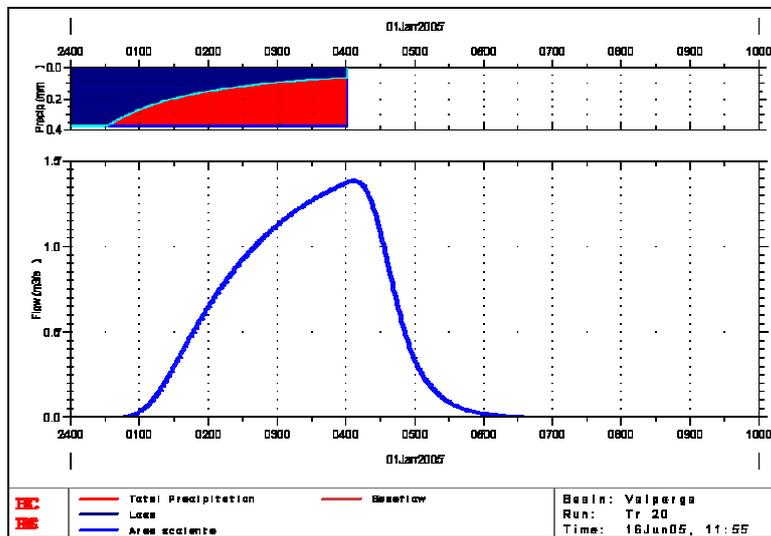


Figura 2 – Tr 20 anni – Bacino area scolante

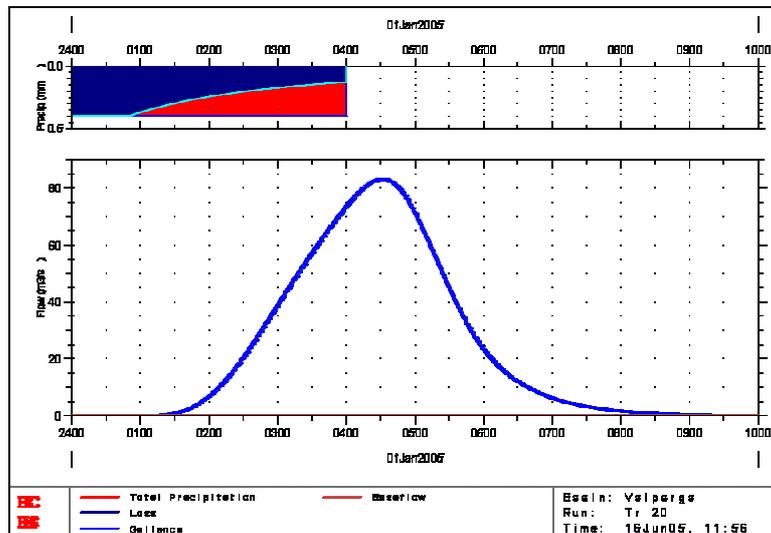


Figura 3 – Tr 20 anni – Bacino torrente Gallenca

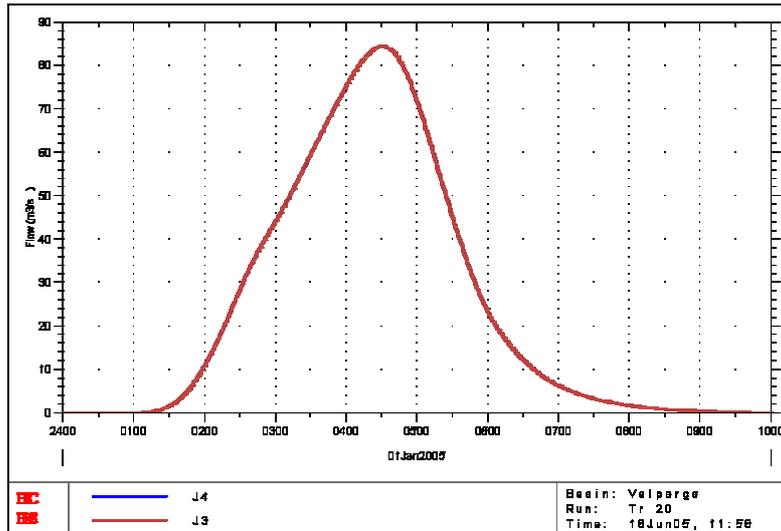


Figura 4 – Tr 20 anni – Idrogramma torrente Gallena a valle della confluenza con lo scolmatore

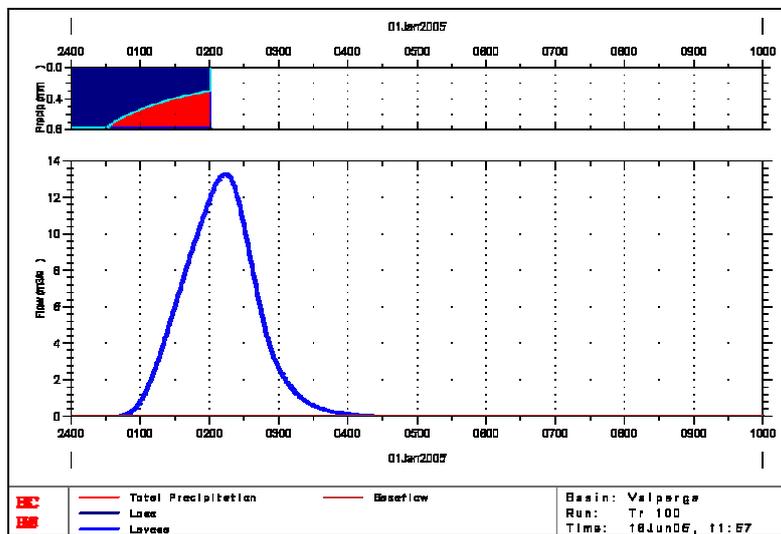


Figura 5 – Tr 100 anni – Bacino rio Levesa

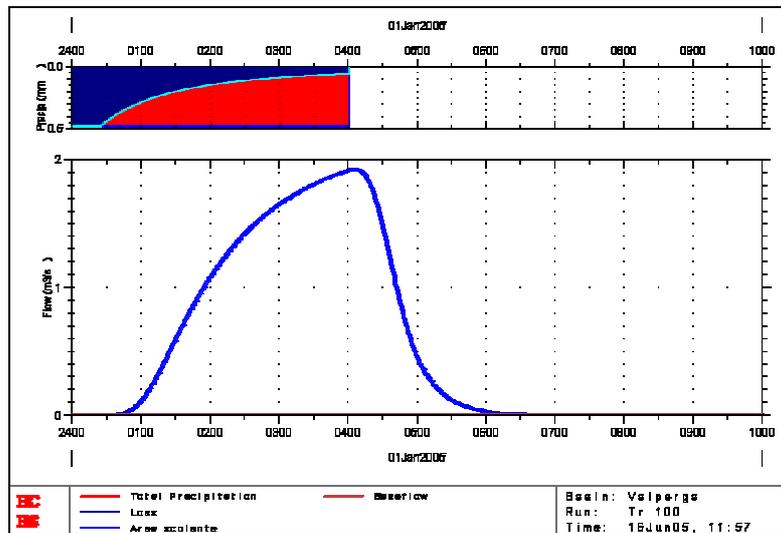


Figura 6 – Tr 100 anni – Bacino area scolante

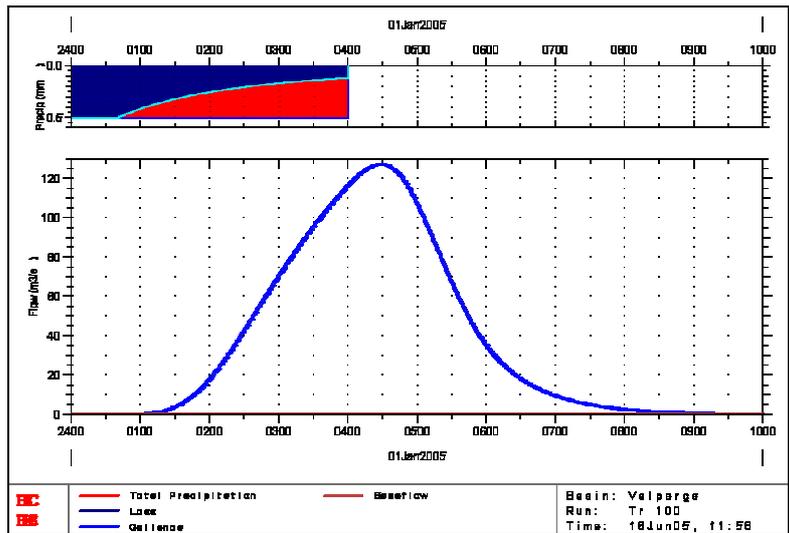


Figura 7 – Tr 100 anni – Bacino torrente Gallena

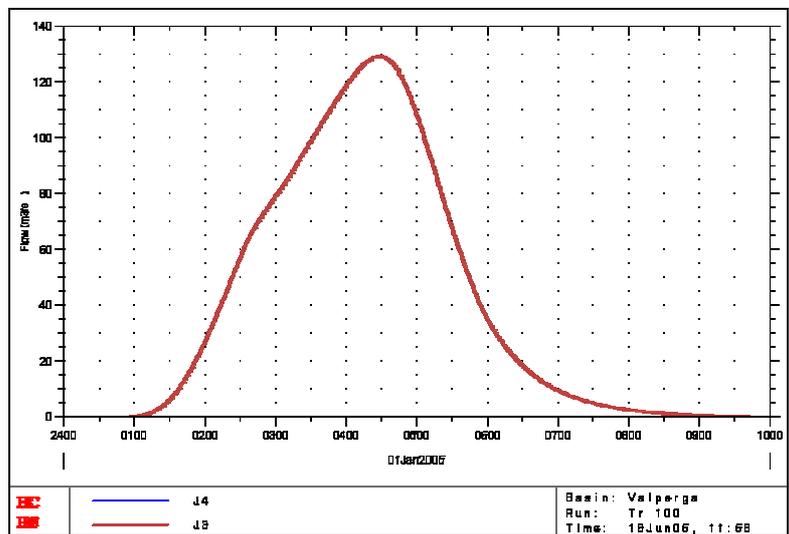


Figura 8 – Tr 100 anni – Idrogramma torrente Gallena a valle della confluenza con lo scolmatore

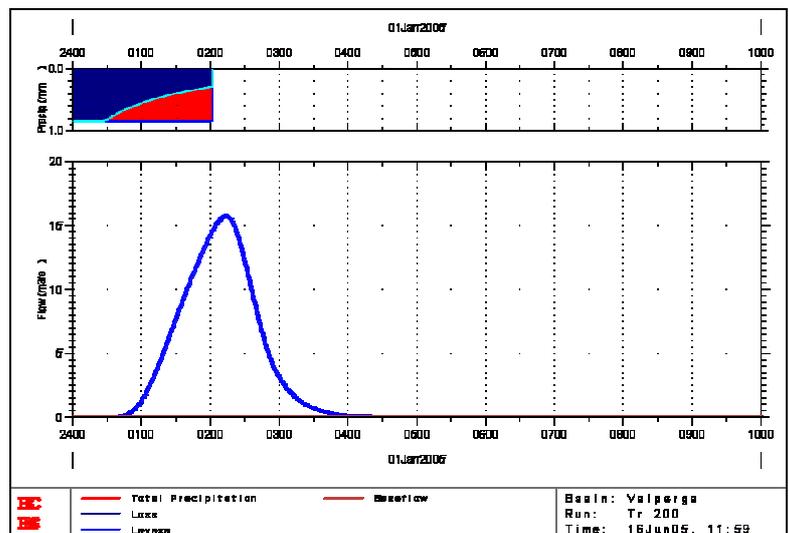


Figura 9 – Tr 200 anni – Bacino rio Levesa

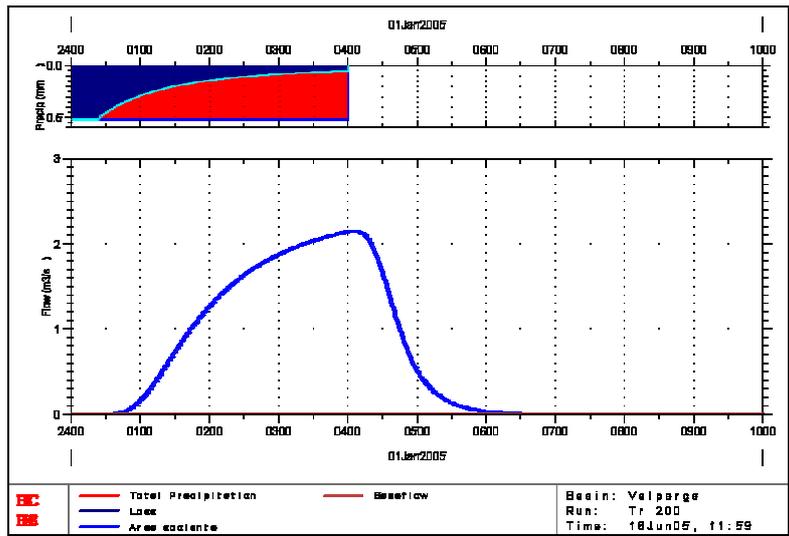


Figura 10 – Tr 200 anni – Bacino area scolante

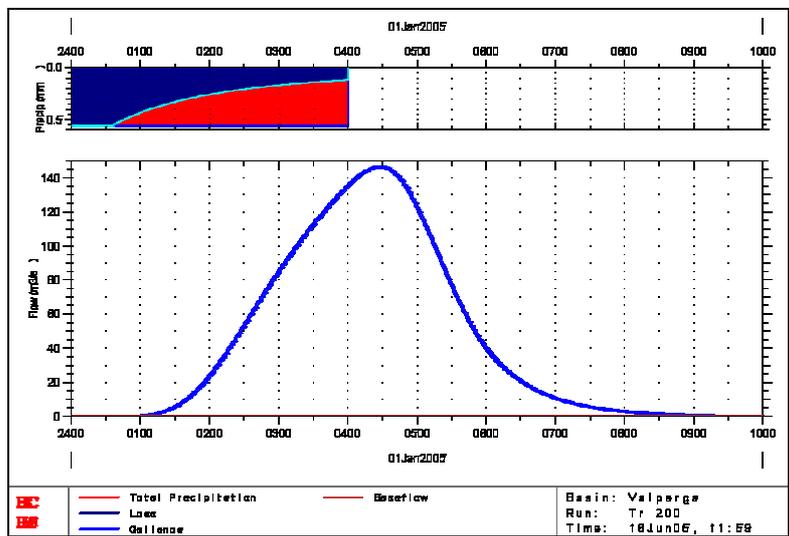


Figura 11 – Tr 200 anni – Bacino torrente Gallena

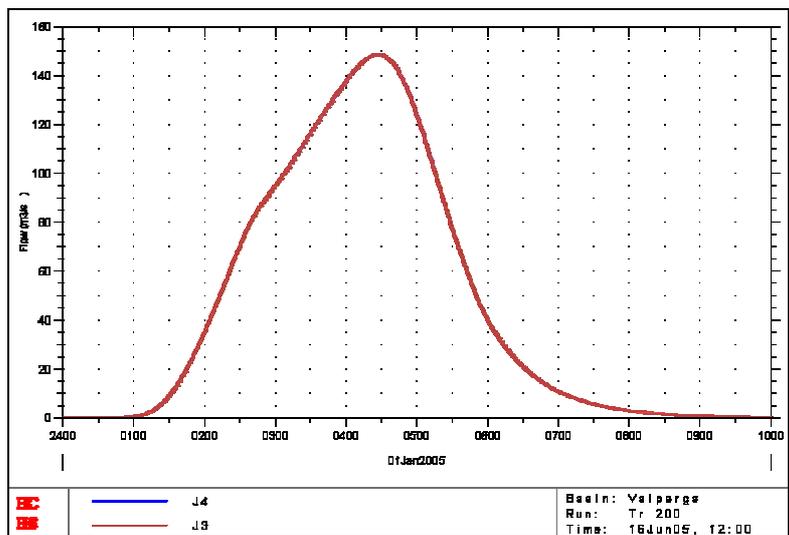


Figura 12 – Tr 200 anni – Idrogramma torrente Gallena a valle della confluenza con lo scolmatore



REGIONE PIEMONTE – Provincia di Torino – *Comune di Valperga*

Realizzazione di canale scolmatore del Rio Levesa nel torrente Gallenca a salvaguardia delle esondazioni negli abitati di Valperga, Salassa, Oglianico e Rivarolo – LOTTO 2

Progetto Definitivo



HYDROGEOS

ALLEGATO 5

– **Verifiche idrauliche: capacità di deflusso**



Verifiche per tubazione $\Phi = 1.600$ mm

Project Description

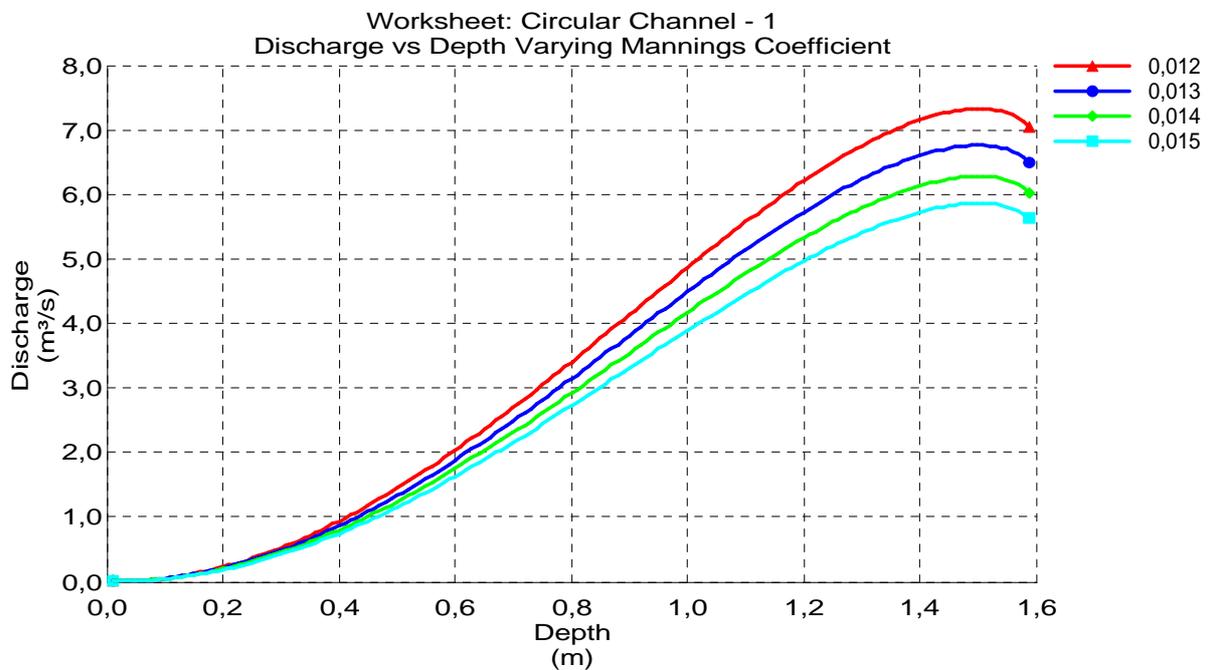
Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input

Data

Slope	0,0056 m/m
	00
Diameter	1.600 mm

Attribute	Minimum	Maximum	Increment
Depth (m)	0,00	1,60	0,01
Mannings Coefficient	0,012	0,015	0,001





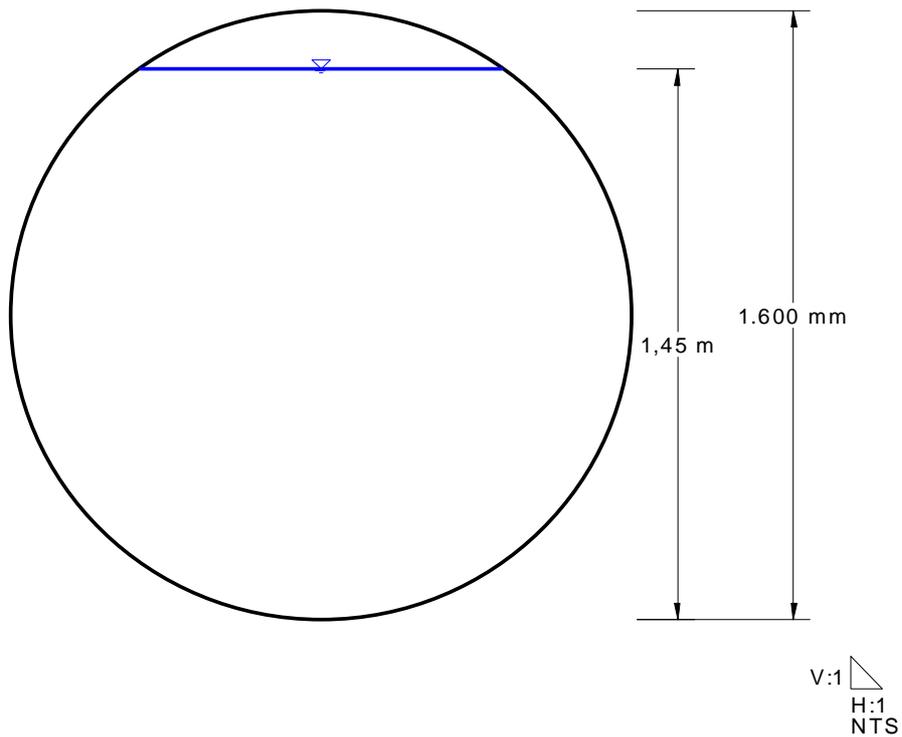
Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Section Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,005600 m/m
Depth	1,45 m
Diameter	1.600 mm
Discharge	6,7144 m ³ /s





Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,0056 m/m
	00
Depth	1,12 m
Diameter	1.600 mm

Results

Discharge	5,2606 m ³ /s
Flow Area	1,5 m ²
Wetted Perimeter	3,17 m
Top Width	1,47 m
Critical Depth	1,18 m
Percent Full	70,0 %
Critical Slope	0,004944 m/m
Velocity	3,50 m/s
Velocity Head	0,62 m
Specific Energy	1,74 m
Froude Number	1,10
Maximum Discharge	6,7590 m ³ /s
Discharge Full	6,2833 m ³ /s
Slope Full	0,003925 m/m
Flow Type	Supercritical



Verifiche per tubazione $\Phi = 1.200$ mm

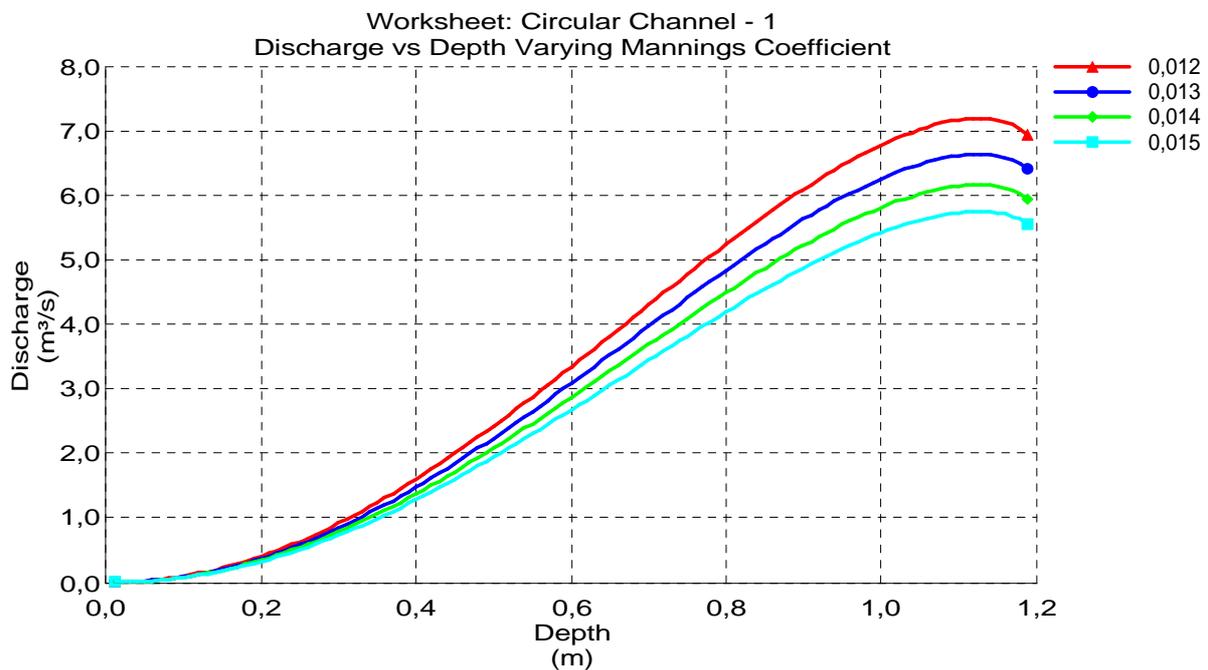
Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Slope	0,0250 m/m 00
Diameter	1.200 mm

Attribute	Minimum	Maximum	Increment
Depth (m)	0,00	1,20	0,01
Mannings Coefficient	0,012	0,015	0,001





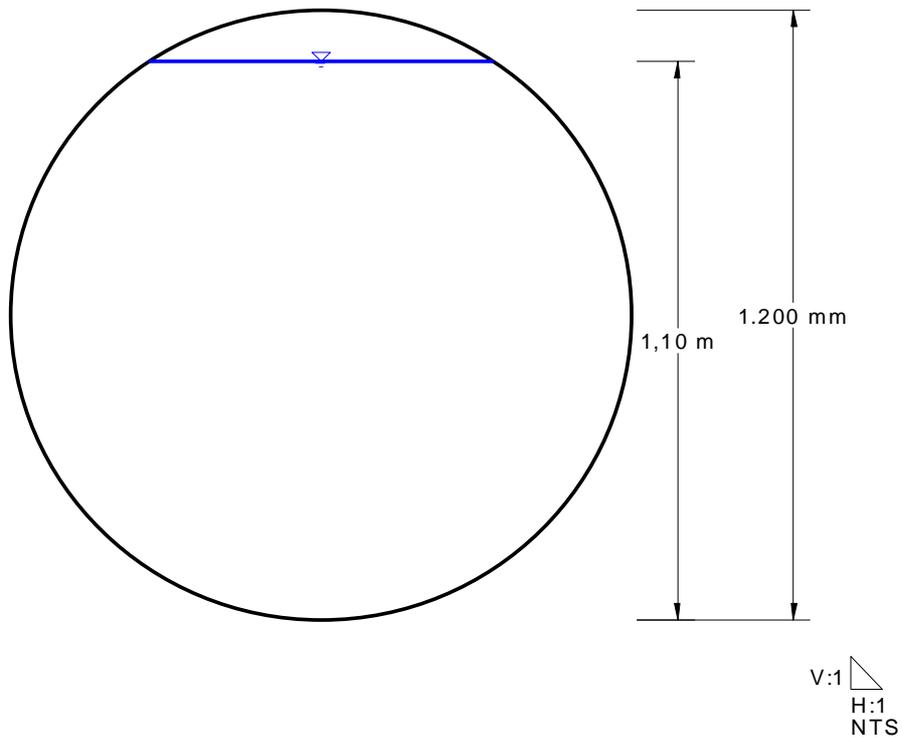
Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Section Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,025000 m/m
Depth	1,10 m
Diameter	1.200 mm
Discharge	6,6104 m ³ /s





Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,0250 m/m
	00
Depth	0,84 m
Diameter	1.200 mm

Results

Discharge	5,1611 m ³ /s
Flow Area	0,8 m ²
Wetted Perimeter	2,38 m
Top Width	1,10 m
Critical Depth	1,14 m
Percent Full	70,0 %
Critical Slope	0,015201 m/m
Velocity	6,10 m/s
Velocity Head	1,90 m
Specific Energy	2,74 m
Froude Number	2,22
Maximum Discharge	6,6311 m ³ /s
Discharge Full	6,1644 m ³ /s
Slope Full	0,017524 m/m
Flow Type	Supercritical



Verifiche per tubazione $\Phi = 1.800$ mm

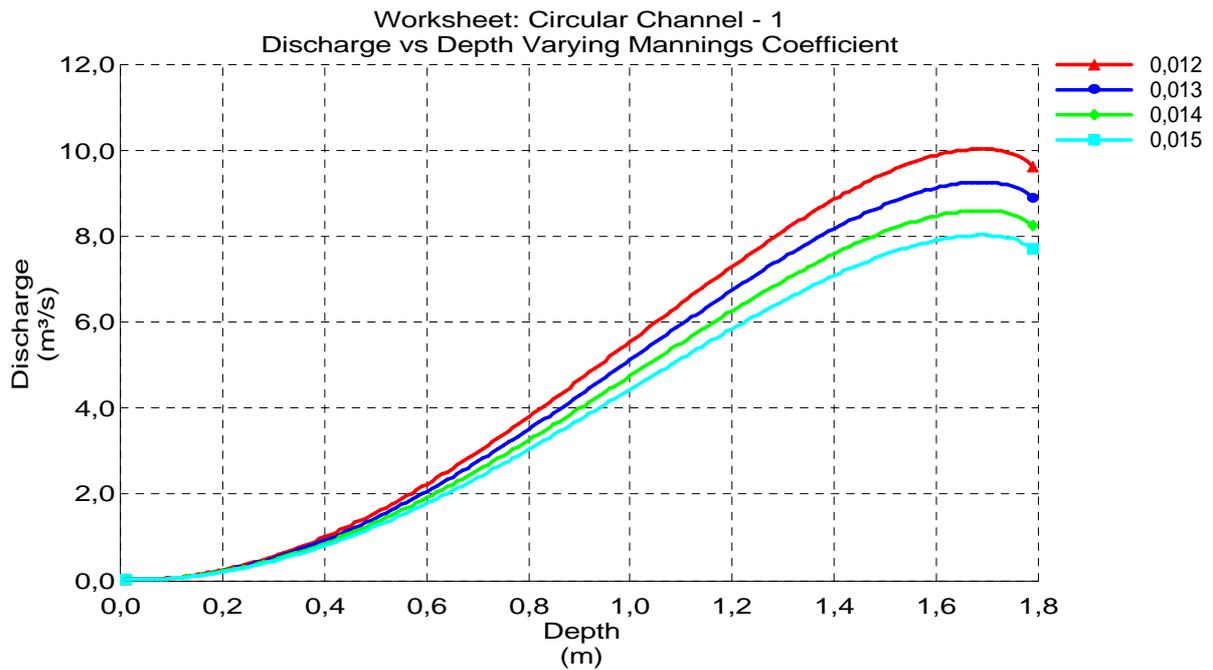
Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Slope	0,005600 m/m
Diameter	1.800 mm

Attribute	Minimum	Maximum	Increment
Depth (m)	0,00	1,80	0,01
Mannings Coefficient	0,012	0,015	0,001





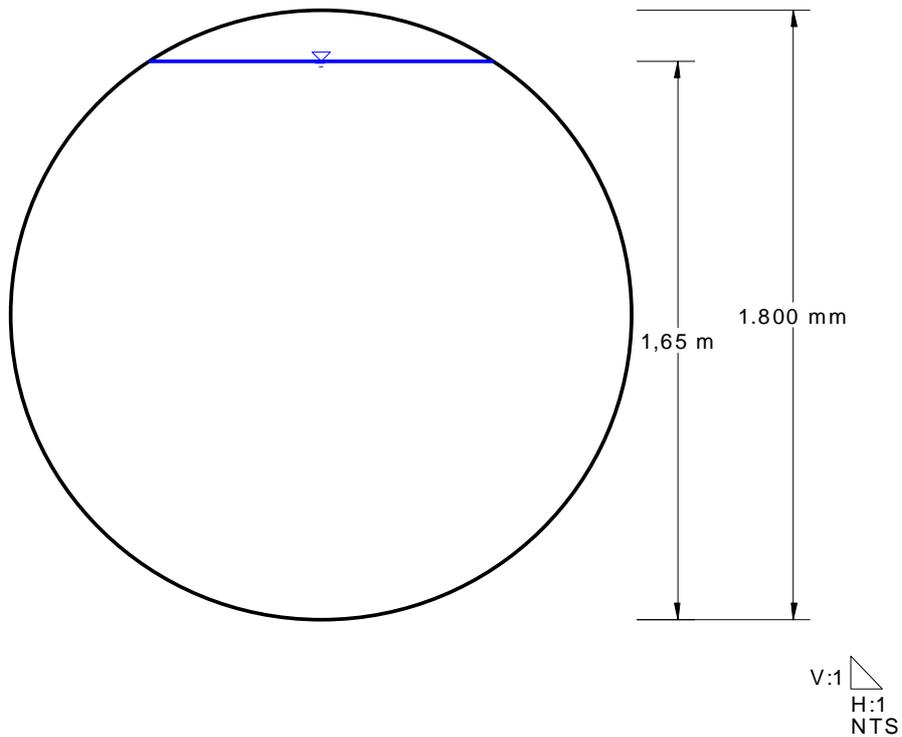
Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Section Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,005600 m/m
Depth	1,65 m
Diameter	1.800 mm
Discharge	9,2243 m ³ /s





Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,0056 m/m
	00
Depth	1,26 m
Diameter	1.800 mm

Results

Discharge	7,2018 m ³ /s
Flow Area	1,9 m ²
Wetted Perimeter	3,57 m
Top Width	1,65 m
Critical Depth	1,34 m
Percent Full	70,0 %
Critical Slope	0,004831 m/m
Velocity	3,79 m/s
Velocity Head	0,73 m
Specific Energy	1,99 m
Froude Number	1,13
Maximum Discharge	9,2531 m ³ /s
Discharge Full	8,6019 m ³ /s
Slope Full	0,003925 m/m
Flow Type	Supercritical



Verifiche per tubazione $\Phi = 1.400$ mm

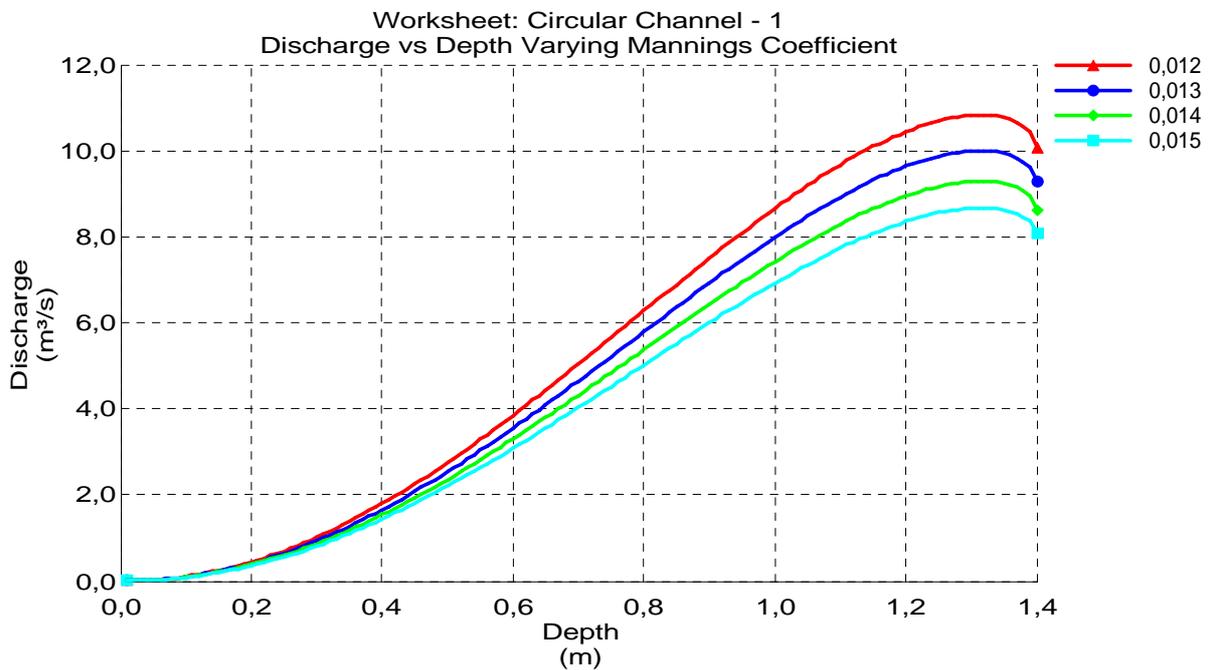
Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Slope	0,0250 m/m 00
Diameter	1.400 mm

Attribute	Minimum	Maximum	Increment
Depth (m)	0,00	1,40	0,01
Mannings Coefficient	0,012	0,015	0,001





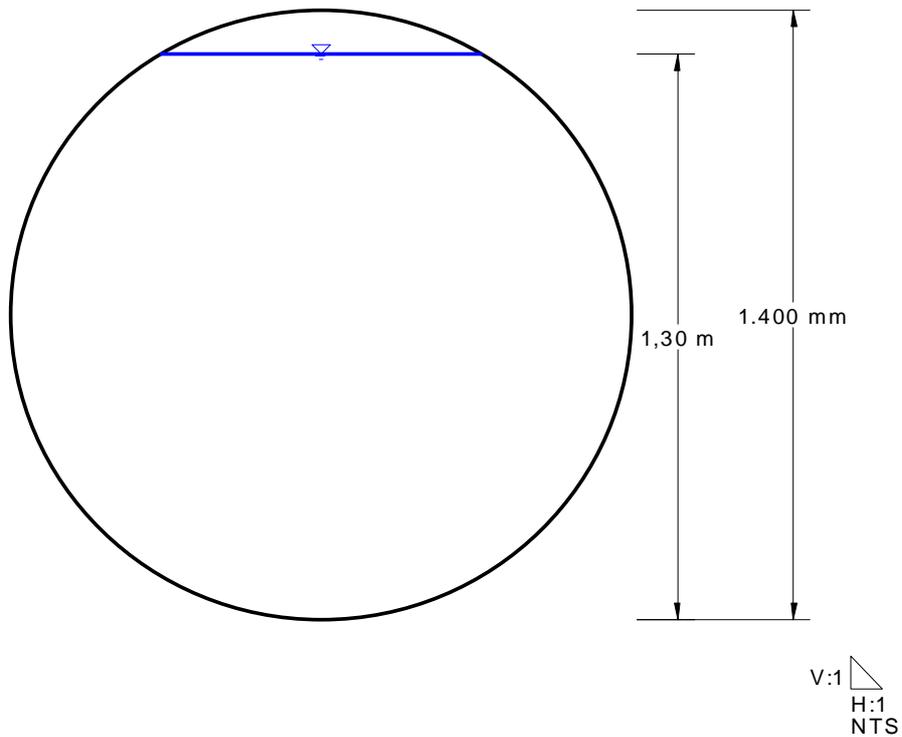
Progetto Definitivo

Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Section Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,025000 m/m
Depth	1,30 m
Diameter	1.400 mm
Discharge	9,9960 m ³ /s





Project Description

Worksheet	Circular Channel - 1
Flow Element	Circular Channel
Method	Manning's Formula
Solve For	Discharge

Input Data

Mannings Coefficient	0,013
Slope	0,025000 m/m
Depth	0,98 m
Diameter	1.400 mm

Results

Discharge	7,7851 m ³ /s
Flow Area	1,2 m ²
Wetted Perimeter	2,78 m
Top Width	1,28 m
Critical Depth	1,34 m
Percent Full	70,0 %
Critical Slope	0,015239 m/m
Velocity	6,76 m/s
Velocity Head	2,33 m
Specific Energy	3,31 m
Froude Number	2,28
Maximum Discharge	10,0026 m ³ /s
Discharge Full	9,2986 m ³ /s
Slope Full	0,017524 m/m
Flow Type	Supercritical