

GEOLOGO**GIOVANNI BERTAGNIN**

ORDINE GEOLOGI PIEMONTE N°529

VIA ROATA 44

ENTRACQUE

NCF BRTGNN68E29A165O

PIVA 02834980043

CELL 3299242004

bertagnin@inwind.it



SPAZIO PROTOCOLLO

**RELAZIONE IDRAULICA PER EDIFICAZIONE AREA DI
PEC A.R.6.5 NEL COMUNE DI LAIGUELIA
AI SENSI DELLA VIGENTE NORMATIVA DI PIANO SI
BACINO E DELLA SENTENZA TAR IN MATERIA
IDRAULICA 938/2008**

COMMITTENZA

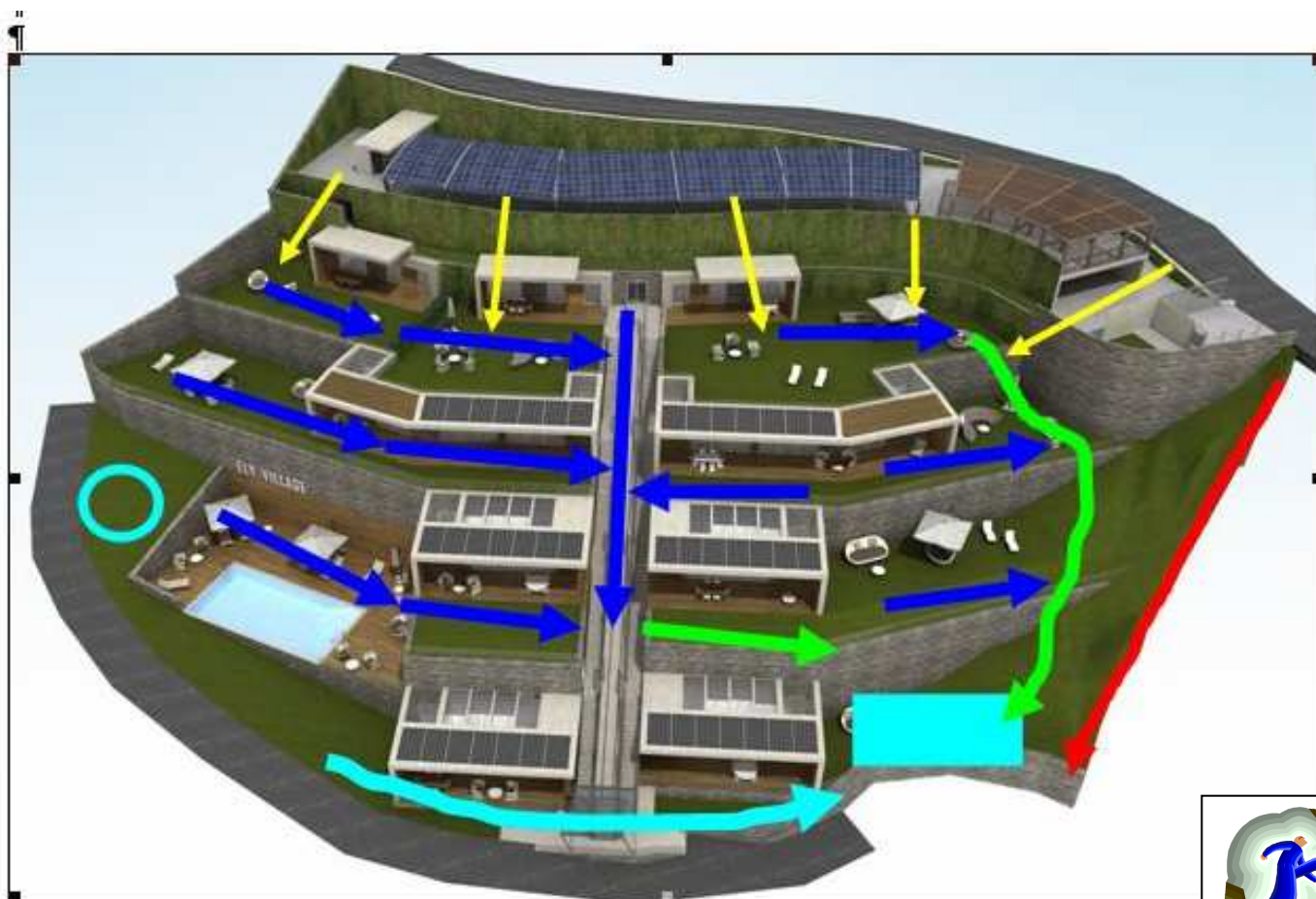
CHILDREN SRL

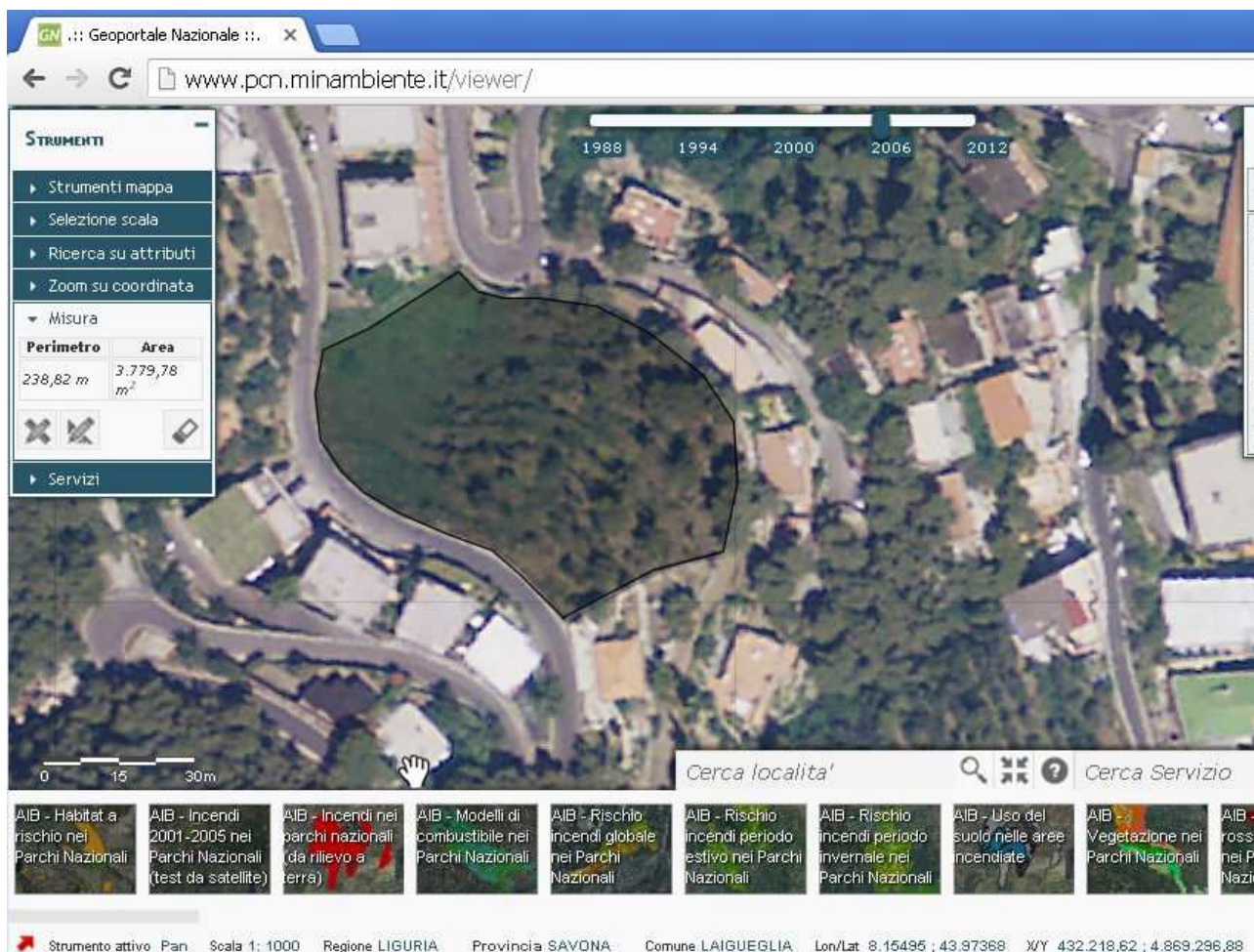
VIA MAZZINI 79/3

17021 ALASSIO – SV

Children.costruzionisrl@gmail.com

RIF X33.185.1121





Coordinate baricentro dell'area del bacino

Lon 8,1549 lat 43,97368

Lon 8° 9'18" lat 43° 58' 25"

Considerazioni preliminari

Nella progettazione del sistema di regimazione acque meteoriche si e' tenuto conto che l'ultimo evento alluvionale della Liguria ha visto ricadere 500 mm di pioggia in un giorno che per un area di 3800mq determinano un volume di 1900mc in un giorno
 Area $3800 \times 0.5 \text{ m} = 1900 \text{ mc}$

Considerando che e' stata ipotizzata una vasca di accumulo acque meteoriche pari a 54mc teoricamente si puo' calcolare che per quel tipo di evento verrebbero riempite circa 33 vasche . Si consiglia pertanto, se vi e' spazio a disposizione di dimensionare la vasca di accumulo nello spazio disponibile eventualmente consigliata la realizzazione di due vasche di accumulo che potranno essere utilizzate nei periodi siccitosi.

Le verifiche idrauliche condotte sono state eseguite ai sensi delle norme di Piano di bacino estratte dal sito della Reginone Liguria e di seguito allegate.

La strada a monte delimita di fatto il bacino idrogeologico .

Tale relazione e' stata prodotta per analizzare e definire il drenaggio delle acque meteoriche nell'area di PEC con precipitazioni con tempi di ritorno di 200 anni (eventi eccezionali)

CONSIDERAZIONI SUL METODO DI CALCOLO ESTRATTE DALLA DIRETTIVA DI PIANO DI BACINO

2.7 Idrologia di piena

2.7.1 Premessa

Nell'ambito della pianificazione di bacino, ai sensi del D.L. 180/98, al fine di individuare aree a diversa pericolosità idraulica e di determinare le portate di progetto, è necessario associare ai valori di portata al colmo di piena una probabilità di accadimento, o in altri termini, un tempo di ritorno.

Al fine di descrivere in termini probabilistici le portate di piena la Regione Liguria ha stipulato con l'Università di Genova - Centro di Ricerca in Monitoraggio Ambientale (CIMA) una convenzione relativa alla "Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri (luglio 1999)"; lo studio fornisce i valori al colmo di piena relativi a diversi periodi di ritorno dei corsi d'acqua con foce sul litorale tirrenico, ed è la base dati su cui si fondano le successive analisi idrauliche di questo piano stralcio. Per bacini con superficie compresa tra 0 e 10 km², viene utilizzato il metodo semplificato come riportato nello studio suddetto e nella presente relazione di piano.

2.7.2 Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini liguri. Valori di portata al colmo di piena, con assegnato tempo di ritorno, per i bacini idrografici con foce al mar Tirreno – luglio 1999 - (C.I.M.A.) Università degli Studi di Genova.

In sintesi il metodo per la valutazione delle portate al colmo di piena in sezioni non strumentate può essere descritto nei seguenti punti:

- attraverso un'analisi statistica regionale, che fa uso di tutta l'informazione fornita dalle stazioni pluviometriche dislocate sull'intero territorio Regionale e su alcuni bacini limitrofi, sono state

definite le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per ogni sito non strumentato all'interno della regione;

- dalle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è stato derivato l'evento di precipitazione critico per assegnato periodo di ritorno. La durata e la forma di quest'ultimo sono state dedotte attraverso l'applicazione della modellazione afflussi-deflussi, da considerazioni sulla meteorologia della regione, desunte da osservazioni satellitari degli eventi intensi del 1992, da risultati riportati su alcune pubblicazioni su rivista internazionale [Deidda et al., 1999] e dall'analisi di serie storiche di precipitazione ad alta risoluzione, quali quelle della stazione del Dipartimento di Ingegneria Ambientale (DIAM) dell'Università di Genova;
- dalle osservazioni di portata disponibili per l'intero territorio ligure è stata determinata, con procedura regionale analoga a quella utilizzata per le piogge, la forma adimensionale della distribuzione di probabilità delle portate al colmo di piena;
- le curve adimensionali sono state dimensionalizzate attraverso la portata indice, definita attraverso la trasformazione afflussi-deflussi dell'evento di precipitazione critico per periodo di ritorno $T=2.9$ anni. Il modello afflussi-deflussi utilizzato è un modello molto avanzato basato sulle più moderne conoscenze riguardo le interazioni tra la morfologia e la risposta dei bacini ad eventi meteorologici intensi. Tale modello risulta descritto in atti di convegni internazionali e su una pubblicazione su rivista internazionale [Giannoni et al., 1998, Giannoni et al., 1999a, 1999b];
- dalle curve opportunamente rese dimensionali per le sezioni di interesse sono stati desunti i valori di portata al colmo di piena per differente periodo di ritorno T .

2.7.3 Determinazione delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Tali curve consentono, per assegnato periodo di ritorno, di definire come variano le altezze massime annuali di precipitazione in funzione della durata considerata.

La forma più comune delle LSPP è:

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

con:

$h(d, T)$	altezza di precipitazione massima annuale per durata d e periodo di ritorno T
$a(T)$	coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno;
n	esponente della relazione di scala.

Nel caso in esame è stato mostrato come per tutte le durate fino a 24 ore la distribuzione di probabilità possa essere ritenuta costante nella sua forma adimensionale. Ciò significa che, una

volta fissato il periodo di ritorno, il rapporto tra il quantile corrispondente a tale periodo di ritorno ed il valore atteso è costante per qualunque durata. In tali condizioni quindi il coefficiente $a(T)$ può essere espresso nella forma:

$$a(T) = K_T \frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$$

con:

$E[H_{d_1}]$	valore atteso della altezza di precipitazione massima annuale per la durata di riferimento d_1
K_T	coefficiente moltiplicativo dipendente dal periodo di ritorno.

Inoltre è stato messo in luce che le differenze tra i diversi valori assunti da $\frac{E[H_{d_1}]}{d_1^n}$ sono riconducibili alla variabilità campionaria e che per congruenza con il metodo di valutazione delle portate al colmo di piena si è scelto come pioggia indice $E[H_{12}]$. La forma da utilizzare della LSPP risulta quindi:

$$h(d, T) = K_T E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

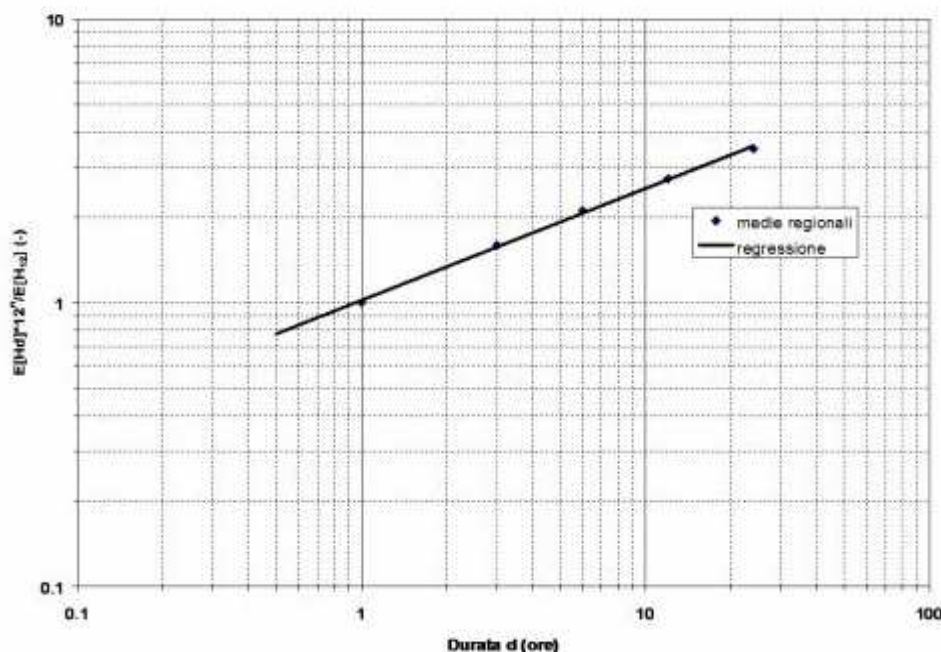
Il valore dell'esponente n si ricava tenendo conto del fatto che per i valori attesi l'equazione precedente assume la forma:

$$E[H_d] = E[H_{12}] \left(\frac{d}{12} \right)^n$$

con:

d durata di interesse in ore.

Quindi con una regressione lineare dei logaritmi delle medie regionali dei massimi annuali per le diverse durate sui logaritmi delle rispettive durate si ottiene una stima dell'esponente n , pari a $n=0.39$. Nella figura che segue è riportata la curva di scala con le medie regionali per le diverse durate. Si può osservare come essa si adegui in maniera molto soddisfacente alle osservazioni. Quindi l'ipotesi che i valori attesi della pioggia indice varino con la durata secondo l'espressione della LSPP riportata risulta del tutto accettabile.



Curva di scala valutata sulla base delle medie regionali dei massimi annuali di precipitazione per le durate considerate. La legge di potenza ipotizzata per la curva di scala si adegua in maniera molto soddisfacente alle osservazioni, confermando l'accettabilità dell'ipotesi.

Una volta valutato l'esponente n , il valore di $E[H_{12}]/12^n$ può essere valutato per qualsiasi sito nella regione, essendo noto $E[H_{12}]$, valutato secondo le modalità esposte al paragrafo precedente. In

Tabella 1 sono riportati i valori del parametro pioggia indice $E[H_1] = \frac{E[H_{12}]}{12^{0.39}}$ da inserire nell'espressione della LSPP. Il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita in figura precedente. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro. Per comodità di lettura, in *Tabella 2* sono riportati i valori di K_T per i periodi di ritorno più comunemente utilizzati nella progettazione di opere idrauliche. A questo punto la LSPP risulta completamente caratterizzata, in quanto sono noti tutti i parametri che entrano nell'espressione (1). Di seguito si riporta un esempio di applicazione della procedura per la stima delle LSPP.

Si procede come segue:

1. sulla cartografia regionale si individua la zona di bacino di interesse oppure, se si opera a scala di bacino, la posizione x del suo baricentro, in longitudine est da Greenwich;
2. con il valore di x si entra nella *Tabella 1* cui corrispondono i rispettivi valori di $E[H_1]$, eventualmente ricavati per interpolazione tra i due valori (si omettono, ovviamente, le cifre oltre la prima decimale, non significative);
3. si definisce il valore del periodo di ritorno di interesse e dai valori riportati in *Tabella 2* si ricava il valore K_T ;
4. la LSPP assume quindi la forma:

$$h(d, T) = K_T \cdot E[H_1] \cdot d^{0.39} \quad (1)$$

Qualora si volesse stimare la LSPP per un periodo di ritorno non presente in *Tabella 2* il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita

regionale. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate (ad esempio $T=10$ anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a $K_{10}=1.5$.

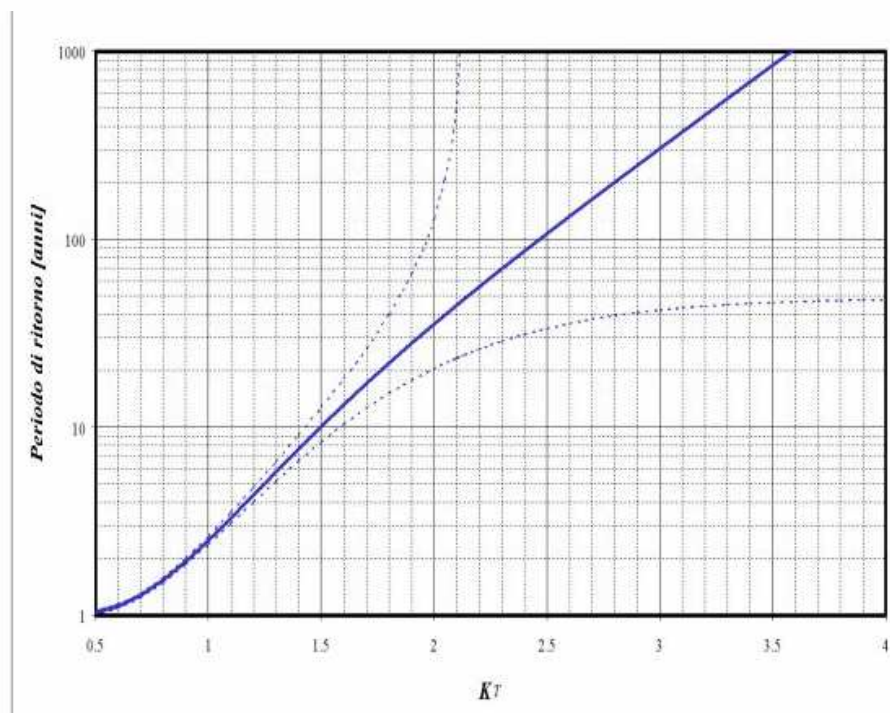
Tabella 1: valore del parametro pioggia indice per il Bacino La Liggia Esso è tabellato in funzione della longitudine. Per valori di longitudine intermedi il valore pioggia indice si può ottenere per interpolazione lineare.

Longitudine		E[H ₁]
Gradi	primi	mm
8	5	36.2
8	7.5	36.6
8	10	37
8	12.5	37.4
8	15	37.8

Tabella 2: valori del parametro moltiplicatore funzione del periodo di ritorno T. Per i periodidi ritorno differenti il valore K_T si può leggere sull'asse delle ascisse nell'apposito grafico,entrando sulle ordinate con il valore del periodo di ritorno.

T [anni]	K _T
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78
500	3.28

Qualora si volesse stimare la LSPP per un periodo di ritorno non presente in Tabella 2 il parametro legato al tempo di ritorno K_T può essere letto direttamente dal grafico della curva di crescita regionale. Entrando con il tempo di ritorno T sulle ordinate (ad esempio T=10 anni) si incrocia la curva e si legge sulle ascisse il valore cercato del parametro, che in questo caso risulta essere pari a K₁₀=1.5.



Curva di crescita regionale. Sulle ascisse si legge il valore adimensionale del quantile, il cui periodo di ritorno associato è indicato in ordinata.

2.7.4 Portate di piena

2.7.4.1 La curva inviluppo delle portate al colmo di piena (CATI 1970)

L'informazione idrologica storica relativa alle portate al colmo di piena è sintetizzata, per la Regione Liguria (l.r. 9/93, art. 26), nella cosiddetta "curva inviluppo dei contributi unitari alle portate al colmo di piena" per i bacini liguri con foce al Mar Tirreno, aggiornata dall'allora direttore del Servizio Idrografico - Compartimento di Genova con le osservazioni idrometriche conseguenti all'evento del 1970 nell'area centrale ligure.

Essa venne costruita quindi con lo scopo di fornire un valore di portata al colmo di piena con approccio conservativo, cioè a vantaggio di sicurezza. Per tale motivo essa venne disegnata raccogliendo tutte le informazioni disponibili riguardo alle portate al colmo di piena registrate storicamente sui bacini appartenenti al compartimento idrografico, facendo in modo che il valore del contributo unitario alla portata al colmo di piena che si legge per una determinata area di bacino sottesa sia superiore o uguale a tutti quelli storicamente osservati su bacini della stessa estensione.

L'unica valutazione di tipo statistico che è associabile ad una tale procedura si fonda sull'assunto che la popolazione di bacini, nella regione per cui la procedura vale, costituisca un insieme climatologicamente omogeneo, cioè tale che le altezze massime annue di pioggia per le diverse durate abbiano la stessa distribuzione di probabilità, nonché la stessa struttura di ragguaglio areale, e costituisca altresì un insieme morfologicamente omogeneo, cioè tale che i coefficienti di deflusso che caratterizzano gli eventi estremi dipendano soltanto dalle precipitazioni antecedenti, dall'entità delle altezze di pioggia che caratterizzano l'evento e dall'estensione del bacino. Da studi idrologici recenti emerge con evidenza che tali ipotesi non possono essere ritenute valide nella nostra regione, per cui l'utilizzazione della curva inviluppo nella sua forma attuale deve essere abbandonata come strumento progettuale perché induce condizioni di rischio non omogenee nelle diverse zone della regione e non consente valutazioni del periodo di ritorno associato alla portata di progetto.

La relazione analitica che descrive la curva di inviluppo aggiornata in conseguenza della piena dell'ottobre 1970 a cura dell'ing. Cati è la seguente:

$$q = 7.92 + 88.92A^{-0.66}$$

dove:

q: contributo unitario	[m ³ /s·km ²]
A: superficie del bacino	[km ²]

Per bacini di estensione minore di 2 Km² si applica il massimo contributo unitario pari a 40 [m³/s·km²]

2.7.4.2 Determinazione delle portate al colmo di piena (CIMA 1999)

Il modello afflussi deflussi, chiamato DRiFt (Discharge River Forecast), utilizzato nello studio "C.I.M.A." è stato sviluppato nell'ambito dell'analisi della risposta idrologica a scala di bacino, incentrata principalmente sulla simulazione e previsione di idrogrammi di piena. La tendenza attuale della modellazione è indirizzata verso modelli sempre più complessi il cui intento è quello di riprodurre con maggiore accuratezza i processi fisici di interesse; spesso però una sofisticata descrizione di tali processi porta a benefici non paragonabili alla complessità dei modelli. D'altra parte bisogna riconoscere che l'eccessiva semplificazione di alcuni metodi tradizionali (formula razionale) e i metodi usualmente utilizzati per la progettazione (curva inviluppo dei contributi unitari delle portate al colmo di piena) non tengono in conto aspetti importanti quali la variabilità spaziale delle piogge, delle caratteristiche del suolo e della struttura topografica del sistema. Il modello si propone come uno strumento di semplice utilizzo, in grado comunque di interpretare le caratteristiche ritenute di principale importanza nella regione ligure, per la modellazione al colmo di piena. Il modello è stato sviluppato dal CIMA per soddisfare alle esigenze di alcuni ambienti naturali quali quello dell'arco alpino-appenninico caratterizzati da particolari strutture drenanti di dimensioni spaziali ridotte, la cui parte montana risulta preponderante nei processi di formazione della piena rispetto a quella con caratteristiche spiccatamente vallive.

Il modello è costituito da tre moduli distinti:

- individuazione della rete di drenaggio;
- determinazione dei tempi di corrivazione;
- calcolo dell'idrogramma di piena attraverso la convoluzione degli idrogrammi unitari istantanei.

Il primo modulo identifica le diverse componenti che costituiscono la rete di drenaggio effettuando la distinzione tra versante e canale. Tale distinzione avviene utilizzando una procedura di filtro con significato morfologico. Questo modulo utilizza come dato di ingresso le informazioni derivanti dai modelli digitali di elevazione del territorio sotto forma di dati di quota, area drenata e un sistema di puntatori per l'individuazione del percorso di drenaggio. Il risultato di questo modulo è la classificazione di ogni cella appartenente al bacino in cella-versante o cella-canale e la determinazione della distanza parziale da una cella a quella successiva secondo la via indicata dal puntatore. La figura che segue rappresenta i reticoli di drenaggio della regione Liguria come risultano individuati nel modello a partire dalle informazioni digitali di elevazione del territorio.

Il secondo modulo utilizza come ingresso i risultati del primo modulo e, attribuendo nella cella-canale una velocità di scorrimento del deflusso superficiale stimata pari a 2.5 m/s e nella cella-versante una velocità stimata pari a 0.16 m/s, determina per ogni cella il relativo tempo di corrivazione individuando l'idrogramma istantaneo unitario. L'IUH è calcolato sommando il contributo di ogni cella, alla quale è associato un tempo di corrivazione calcolato come somma dei tempi trascorsi dal ruscellamento prodotto in quella cella rispettivamente sul versante e nel canale lungo il tragitto che lo collega alla sezione di chiusura.

Il terzo modulo accetta come ingresso le piogge e i tempi di corrivazione determinati dal secondo modulo e, sfruttando le proprietà dei sistemi lineari, effettua la convoluzione degli idrogrammi istantanei unitari. La pioggia lorda viene trasformata in pioggia efficace attraverso la metodologia proposta dal Soil Conservation Service, attraverso il parametro sintetico detto Curve Number (CN) in grado di riassumere informazioni quali litologia, urbanizzazione e uso del suolo. Nell'effettuare la convoluzione si hanno alcune differenze fondamentali rispetto al metodo classico dell'IUH in quanto la variabilità temporale della pioggia in ingresso e spaziale delle caratteristiche del terreno conducono ad un idrogramma istantaneo variabile nel tempo anziché ad un idrogramma istantaneo tempo invariante: l'uscita di questo terzo modulo è l'idrogramma di piena nella prefissata sezione di chiusura.

Si può definire il modello come un modello lineare, semi-distribuito, parziale (non gestisce il deflusso sub-superficiale), in grado di effettuare simulazioni a scala di evento.

L'approccio lineare è stato adottato in quanto, pur semplificando la modellazione, bene si presta a descrivere la realtà morfologica studiata. Il modello gestisce l'evento di piena focalizzando l'interesse sui valori di portata al picco e tempo in cui tale picco si manifesta e non tratta il moto sotterraneo di infiltrazione. Viene definito semi-distribuito in quanto accetta e gestisce l'informazione in ingresso spazialmente distribuita sul territorio e fornisce il risultato concentrato in una sezione specifica. Il bacino in analisi viene grigliato con un reticolo georeferenziato a maglia quadrata e suddiviso pertanto in un certo numero di celle aventi dimensione corrispondente a quella del modello digitale di elevazione del terreno elaborato dal CNR e pari a 10 secondi di longitudine e 7.7 secondi di latitudine, corrispondenti a circa 225m per 225m. Tutti i dati necessari al modello sono contenuti in matrici di informazione: ogni elemento della matrice rappresenta l'informazione specifica relativa al cella in questione. Pertanto le informazioni in ingresso sono distribuite e hanno la stessa definizione della maglia della griglia.

L'operatività del modello è stata raggiunta dopo una preliminare analisi di sensibilità dei parametri e una successiva calibrazione dei parametri stessi, effettuata valutando il set di parametri che meglio riproduceva i diversi idrogrammi osservati. Il modello è versatile e bene si presta a differenti scopi; effettua la simulazione a scala di evento rappresentando la situazione relativa ad un periodo di

tempo limitato da alcune ore a qualche giorno; è inoltre in grado di assumere per ogni evento condizioni di umidità del suolo specifiche da cui iniziare la simulazione.

Il modello è stato pensato come un modello a cinque parametri: due di carattere morfologico per l'individuazione della rete di drenaggio e la distinzione tra le due componenti di tale rete, due di carattere cinematico, le velocità rispettivamente in canale e sul versante, ed un parametro fisico rappresentante lo stato di umidità del terreno che identifica appunto la situazione fisica di inizio simulazione. Una analisi svolta precedentemente alla calibrazione ha premesso di determinare i valori da attribuire ai parametri morfologici assumendoli, almeno in una regione morfologicamente omogenea, costanti. I valori da attribuire ai parametri cinematici sono stati tarati utilizzando eventi storici. La condizione di antecedente bagnamento del suolo rappresenta un grado di libertà che si deve lasciare al modello e non è quindi un parametro tarabile a priori.

2.7.4.3 Piccoli bacini con dimensioni da 2 a 10 Km² (CIMA 1999)

La stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale è stata oggetto di una modellazione numerica a parte rispetto alla metodologia sopra proposta.

Si riportano di seguito i singoli elementi che concorrono alla definizione della stima della portata al colmo di piena per assegnato tempo di ritorno per le sezioni di corsi d'acqua che sottendono bacini imbriferi di ridotta dimensione areale, indicativamente compresa fra 2 e 10 km²:

- scelta della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica;
- stima della precipitazione efficace;
- stima del tempo di risposta del bacino e dell'idrogramma unitario;
- calcolo dell'evento critico per assegnato tempo di ritorno;
- metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno;

Dei parametri necessari per l'applicazione pratica del metodo sopra sintetizzato, sembra di poter individuare, come passibile di valutazioni soggettive, il valore assegnato al coefficiente assunto a rappresentare la capacità del suolo di assorbire parte della precipitazione. Di stima più semplice, e sicuramente meno soggettiva, è la posizione del bacino in esame nell'ambito del territorio regionale e la dimensione areale del bacino sotteso dalla sezione per la quale si vuole calcolare il valore di portata per assegnato tempo di ritorno. Si suggerisce conseguentemente che la scelta del valore da assegnare al parametro assunto a rappresentare la capacità del suolo ad assorbire la precipitazione sia ristretta ad un insieme estremamente limitato, in grado di rappresentare le caratteristiche estreme per quattro diverse possibili classi in cui suddividere i bacini regionali, come in *Tabella 1*.

tipo	Descrizione	CN
A	Bacini di tipo residenziale, industriale o commerciale caratterizzati da un elevato grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili superiore al 60%.	92
B	Bacini caratterizzati da un medio grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 30% e 60%.	87
C	Bacini caratterizzati da un basso grado di urbanizzazione. Estensione delle aree impermeabili compresa fra 5% e 30%.	75
D	Bacini caratterizzati da estesa copertura arborea. Estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%.	67

Tabella 1: classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN.

Il riferimento alle condizioni standard sopra riportate consente di esprimere la portata con tempo di ritorno 2.9 anni come:

$$Q_{2.9} = C_Q \cdot A \cdot (0.25 + 0.27 \cdot A^{1/2})^{-0.48} \quad [m^3 s^{-1}];$$

mentre le portate per i diversi tempi di ritorno si ottengono dalla

$$Q_T = K_T \cdot Q_{2.9} \quad [m^3 s^{-1}];$$

con K_T – fattore di frequenza delle portate – fornito dalla *Tabella 2*. Il coefficiente C_Q è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, in *Tabella 3*.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 2: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	5	6.53	5.45	4.17	3.66
8	7.5	6.63	5.54	4.24	3.72
8	10	6.73	5.62	4.3	3.77
8	12.5	6.82	5.7	4.36	3.83
8	15	6.92	5.77	4.42	3.88

Tabella 3: coefficiente di portata, C_Q , in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.4 Piccoli bacini con dimensioni minori di 2 Km² (CIMA 1999)

Onde evitare la tendenza – legata alla descrizione matematica delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica – a produrre precipitazioni di intensità tendente ad infinito in corrispondenza a durate tendenti a zero, si suggerisce di adottare, per bacini aventi area minore di 2 km², un contributo unitario costante pari a quello ottenuto con riferimento a superfici scolanti aventi area drenata pari a 2 km².

In questo caso il valore di portata è pari a:

$$Q_T = K_T \cdot A \cdot U_{A=2} \quad [m^3 s^{-1}];$$

nella quale A è la superficie drenata espressa in km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 km², espresso in m³s⁻¹km⁻², e K_T il fattore di frequenza delle portate fornito in *Tabella 1*. Il coefficiente $U_{A=2}$, espresso in m³s⁻¹km⁻², è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica, della *Tabella 2*.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1.29	1.79	2.90	3.47	4.25	5.02	6.04

Tabella 1: fattore di frequenza delle portate per i tempi di ritorno di interesse tecnico.

Longitudine		Bacino Tipo			
Gradi	primi	A	B	C	D
8	5	8.14	6.80	5.20	4.57
8	7.5	8.27	6.90	5.28	4.64
8	10	8.39	7.00	5.36	4.70
8	12.5	8.51	7.10	5.43	4.77
8	15	8.62	7.20	5.51	4.84

Tabella 2: contributo unitario, $U_{A=2}$ in funzione del tipo di bacino e della sua posizione.

2.7.4.2.3 - Tabelle riepilogative dei valori di portata (C.T.P. seduta del 11/09/2003)

La fase di verifica della documentazione tecnica relativa ai Piani 180/98 approvati con D.C.P. 43 del 28/10/2002, svolta a seguito del parere vincolante di Regione Liguria e dell'attuazione delle linee di pianificazione previste nel piano stesso, ha determinato la necessità di riordinare la metodologia di calcolo delle portate al colmo di piena, cui fa riferimento la Normativa di Piano, in alcuni casi specifici che presentavano difformità del valore di portata rispetto alla metodologia suggerita nel piano stesso. Si riportano di seguito i valori di portata al colmo di piena approvati dal Comitato Tecnico Provinciale nella seduta dell'11/09/2003.

PORTATE DI PIENE DI PROGETTO PER IL BACINO del PEC
(con riferimento alla normativa di piano)

Sono riportati in corrispondenza della sezione di chiusura dell'area i valori di portata al colmo relativi ai diversi tempi di ritorno .

AREA BACINO		LONGITUDINE GRADI SSG	CLASSE BACINO	UA	POTRATA TEMPO RITORNO				
					TR 50	TR 100	TR 200	TR 500	
					3.47	4.25	5.02	6.04	KT
mq	3800								
kmq	0.004	8° 9' 18"	C	5.36	0.07	0.09	0.11	0.13	mc/sec
					74.40	91.12	107.63	129.50	lt/sec

DIMENSIONAMENTO TUBAZIONE DRENANTI E DI ADDUZIONE ALLA VASCA DI ACCUMULO E LAMINAZIONE

Tipo di suolo	c	
	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

NATURA DELLE PARETI	γ	m
1. Paredi di cemento perfettamente lisciate o di tavole piallate o tubazioni di eternit	0,06	0,12
2. Paredi di cemento lisciate o di tavole piallate o tubazioni di acciaio senza saldatura	0,10	0,15
3. Paredi di intonaco ordinario, grès ceramico, lamiera sottile con chiodature poco sporgenti, ghisa nuova	0,16	0,20
4. Tubazioni in cem. lisciate, con diametro $> 0,40$ m, o tubazioni in lamiera con molte chiodature	0,18	—
5. Calcestruzzo piano, tubi di cem. con giunture frequenti, ghisa in servizio corrente	0,23	0,25
6. Paredi in cem. non bene lisciate, o pareti di tavole grezze, o di muratura ordinaria molto accurata, o in terra molto regolare, o tubi di ghisa in servizio da molti anni, o tubi in lamiera con moltissime chiodature	0,36	—
7. Paredi di cemento male lisciate, o di pietrame ordinario	0,46	0,55
8. Terra irregolare, calcestruzzo grezzo o vecchio, cement-gun, ghisa vecchia	0,85	0,75
9. Canali in terra con lievi depositi di sabbia sul fondo, o con pareti di muratura in cattive condizioni, o con pareti metalliche o rivestite di lamiera con chiodatura ordinaria	1,00	1,25
10. Terra a sez. irregolare con erbe sporgenti, fiumi naturali a letto regolare	1,30	1,75
11. Canali in terra in cattive condizioni, vegetazione sul fondo e sulle sponde, o depositi irregolari di massi e ghiaia .	1,75	2,50
12. Canali di terra in abbandono, con sezione quasi interamente ostruita dalla vegetazione, o corsi naturali con alveo in ghiaia	2,30	3,00

Coefficients γ della formula di Bazin e Coefficients m della formula di Kutter

[da "Manuale tecnico del geometra e del perito agrario" - ed. Signorelli Milano 1973]

CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE

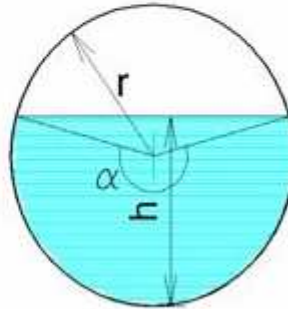
Descrizione =

Punto di sezione =

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

d	⇒	0.20	DIAMETRO [m]
r	⇒	0.1	[m]
h	⇒	0.2	[m]
p	⇒	1%	Pendenza
m	⇒	0.01	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Angolo al centro	α	⇒	360.0 [°]
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} r \right)$	⇒	0.628 [m]
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$	⇒	0.0314 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.050 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua **$h = 0.2$ m**

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

		RISULTATI	
		c →	95.72
		V →	2.14 [m/sec]
		Q →	0.067 [m ³ /sec]

Software Freeware distribuito da geologi.it

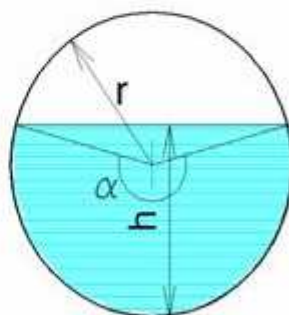
**CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

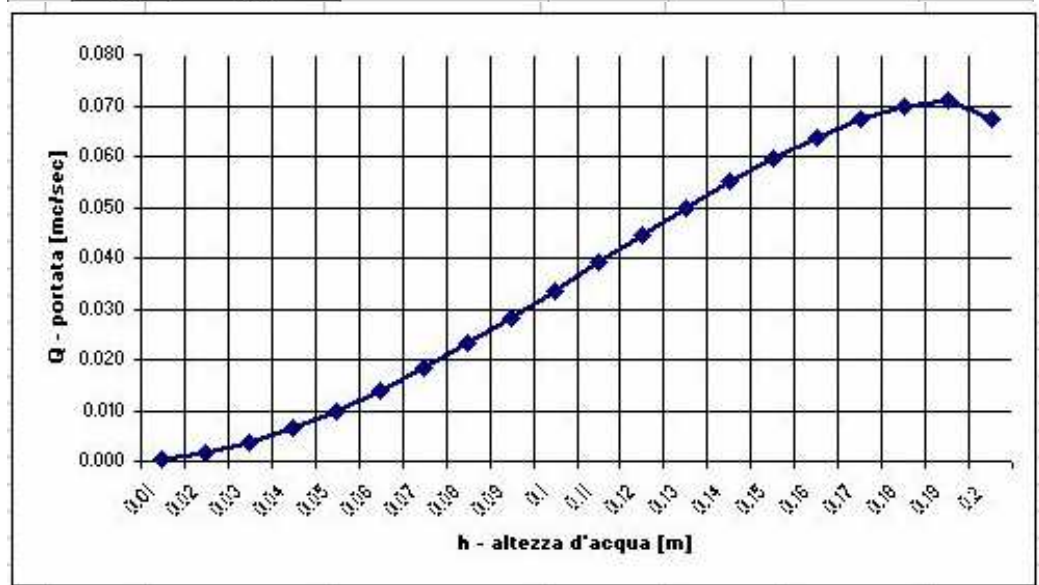
d	0.20	DIAMETRO [m]
p	1%	Pendenza
m	0.01	Coeff. di scabrosità di Kutter

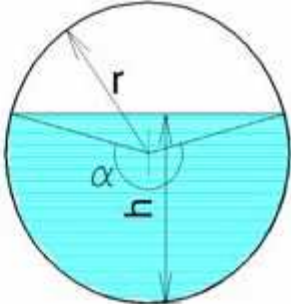
Software Freeware distribuito da geologi.it

h [m]	Q[m³/sec]
0.01	0.000
0.02	0.002
0.03	0.004
0.04	0.007
0.05	0.010
0.06	0.014
0.07	0.018
0.08	0.023
0.09	0.028
0.10	0.034
0.11	0.039
0.12	0.044
0.13	0.050
0.14	0.055
0.15	0.060
0.16	0.064
0.17	0.067
0.18	0.070
0.19	0.071
0.20	0.067



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



A	B	C	D	E	F	G	H
CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE							
Descrizione =							
Punto di sezione=							
CARATTERISTICHE SEZIONE							
DATI NOTI (da inserire)							
d	⇒	0.20	DIAMETRO [m]				
r	⇒	0.1	[m]				
h	⇒	0.2	[m]				
p	⇒	30%	Pendenza				
m	⇒	0.01	Coeff. di scabrosità di Kutter				
							
DATI RISULTANTI							
Angolo al centro	α	⇒	360.0	[°]			
Contorno bagnato	$Pb = 2\pi \left(\frac{\alpha}{360^\circ} \right) r$	⇒	0.628	[m]			
Area di deflusso	$A = 1/2 r^2 \left(\frac{\pi \alpha}{180^\circ} - \sin \alpha \right)$	⇒	0.0314	[m²]			
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.050	[m]			
CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.2 m							
FORMULE (moto uniforme)							
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso				
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza				
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter				

RISULTATI			
c	⇒	95.72	
V	⇒	11.72	[m/sec]
Q	⇒	0.368	[m ³ /sec]

Software Freeware distribuito da geologi.it

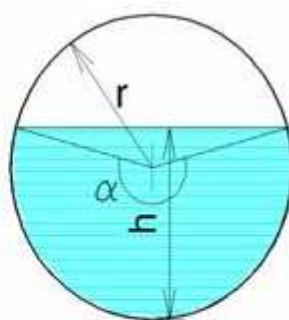
**CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA CIRCOLARE
per varie altezze d'acqua**

CARATTERISTICHE SEZIONE

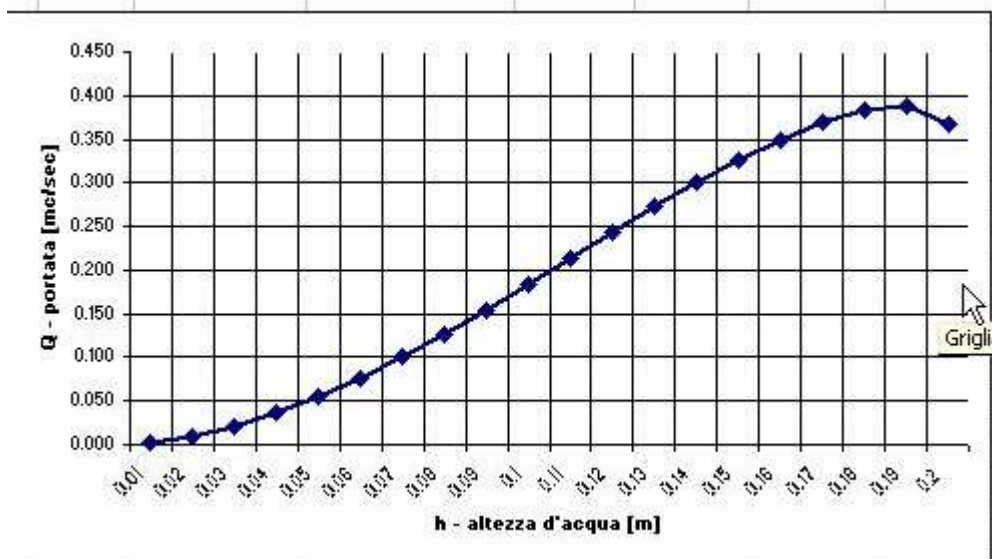
d	0.20	DIAMETRO [m]
p	30%	Pendenza
m	0.01	Coeff. di scabrosità di Kutter

Software Freeware distribuito da geologi.it

h [m]	Q[m³/sec]
0.01	0.002
0.02	0.009
0.03	0.021
0.04	0.036
0.05	0.054
0.06	0.076
0.07	0.100
0.08	0.127
0.09	0.155
0.10	0.184
0.11	0.214
0.12	0.244
0.13	0.273
0.14	0.301
0.15	0.327
0.16	0.350
0.17	0.369
0.18	0.383
0.19	0.388
0.20	0.368



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



CALCOLO VASCA DI LAMINAZIONE

Come portata di progetto si assume la portata con TR200 pari a 107 lt/sec

Tale vasca ha lo scopo di rilasciare lentamente la pioggia di una precipitazione intensa .
In pratica l'acqua entra nella vasca ed esce lentamente attraverso una fessura calibrata presente per tutta l'altezza.

In pratica le acque meteoriche che ricadono in questa area di PEC sono raccolte nella vasca di accumulo che ha una soglia di tracimazione.

Una volta riempita questa vasca le acque meteoriche tracimano nella vasca di laminazione

La vasca di accumulo può avere una dimensione di 6x3 altezza 3 metri e sarà accessibile dall'alto

La vasca di laminazione dovrà avere una base minima di 1 mq e un'altezza di 3 metri , sarà provvista per tutta la sua altezza lato corso d'acqua di una fessura larga 5 cm .
Tale vasca sarà accessibile a mezzo di una robusta porta in ferro che dovrà aprirsi con due battute separate al fine di evitare il seppellimento di un operaio in caso di manutenzione , prima verrà aperta la parte alta e poi quella bassa , l'apertura della porta bassa dovrà essere vincolata con l'apertura della porta alta.

Per entrare in questa vasca di laminazione si dovrà superare una soglia di 40cm

CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE

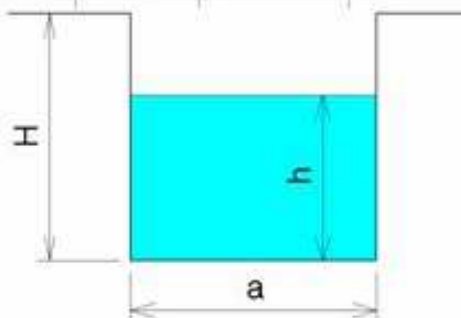
Descrizione:

Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	3.00	ALTEZZA [m]
a	⇒	0.05	[m]
h	⇒	3.00	[m]
p	⇒	2%	Pendenza
m	⇒	0.2	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Contorno bagnato	$P_b = a + 2h$	⇒	6.050 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒	0.1500 [m ²]
Raggio idraulico	$R = \frac{A}{P_b}$	⇒	0.025 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua $h = 3.00$ m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{R p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

Al riempirsi della vasca di laminazione il carico idraulico di fatto aumenta la portata di smaltimento

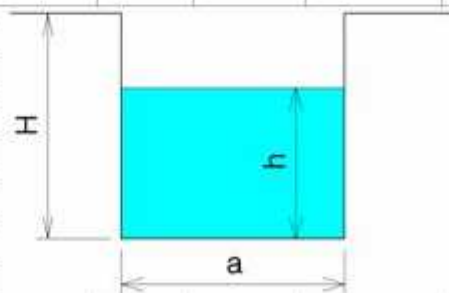
		RISULTATI	
Software Freeware distribuito da geologi.it	c	⇒	44.05
	V	⇒	0.98 [m/sec]
	Q	⇒	0.147 [m³/sec]

**CAPACITA' DI SMALIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE
per varie altezze d'acqua**

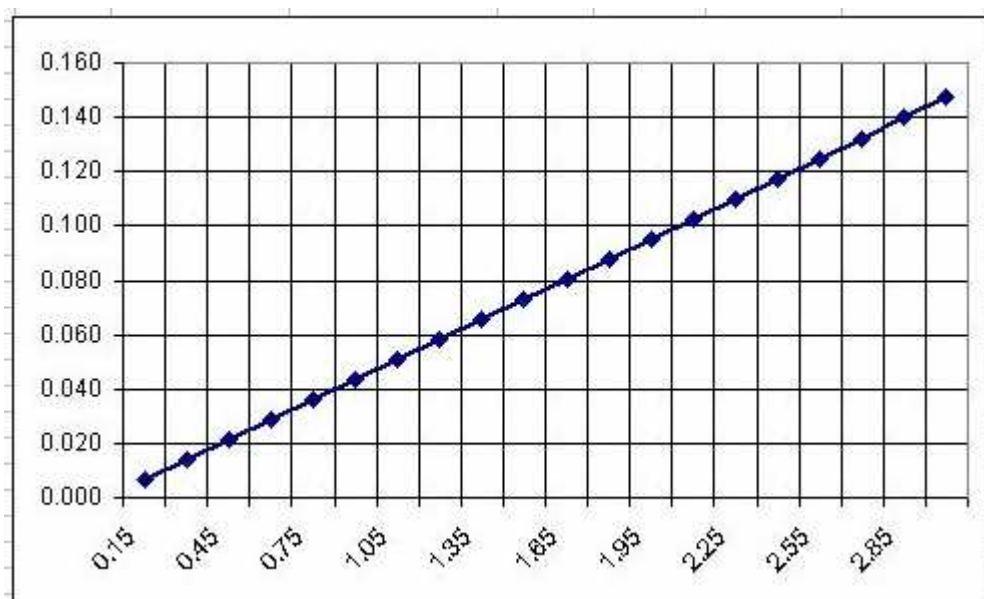
CARATTERISTICHE SEZIONE					
H	3.00	ALTEZZA [m]	p	2%	Pendenza
a	0.05	[m]	m	0.2	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q [m³/sec]
0.15	0.007
0.30	0.014
0.45	0.021
0.60	0.029
0.75	0.036
0.90	0.043
1.05	0.051
1.20	0.058
1.35	0.066
1.50	0.073
1.65	0.080
1.80	0.088
1.95	0.095
2.10	0.103
2.25	0.110
2.40	0.118
2.55	0.125
2.70	0.132
2.85	0.140
3.00	0.147

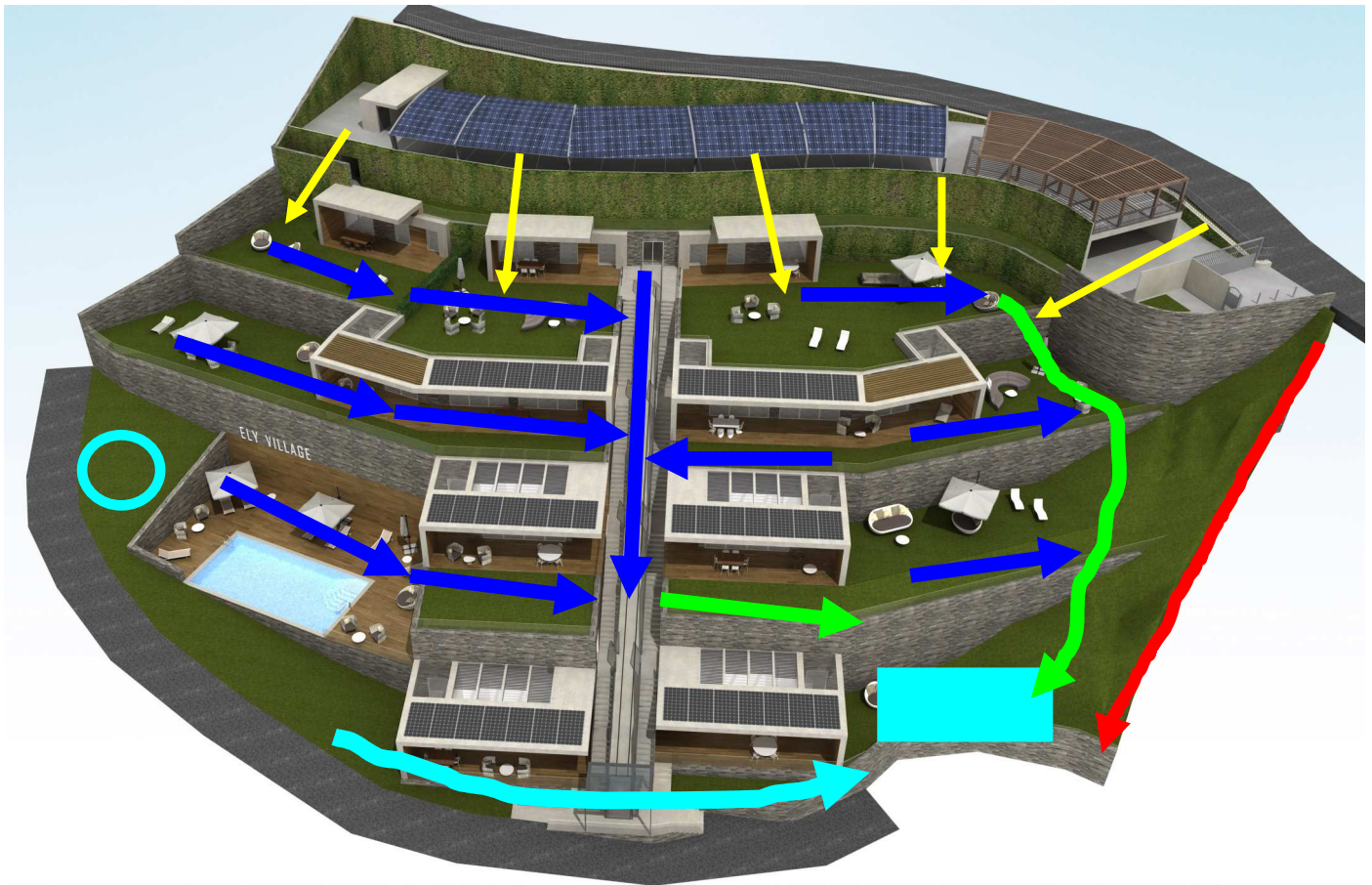
Software Freeware
distribuito da geologi.it



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua



SINTESI OPERE IDRAULICHE PER OPERE DI URBANIZZAZIONE



FRECCE GIALLE tubazioni diametro 100mm

FRECCE BLU tubazioni diametro 150mm

FRECCE VERDI tubazioni diametro 200mm

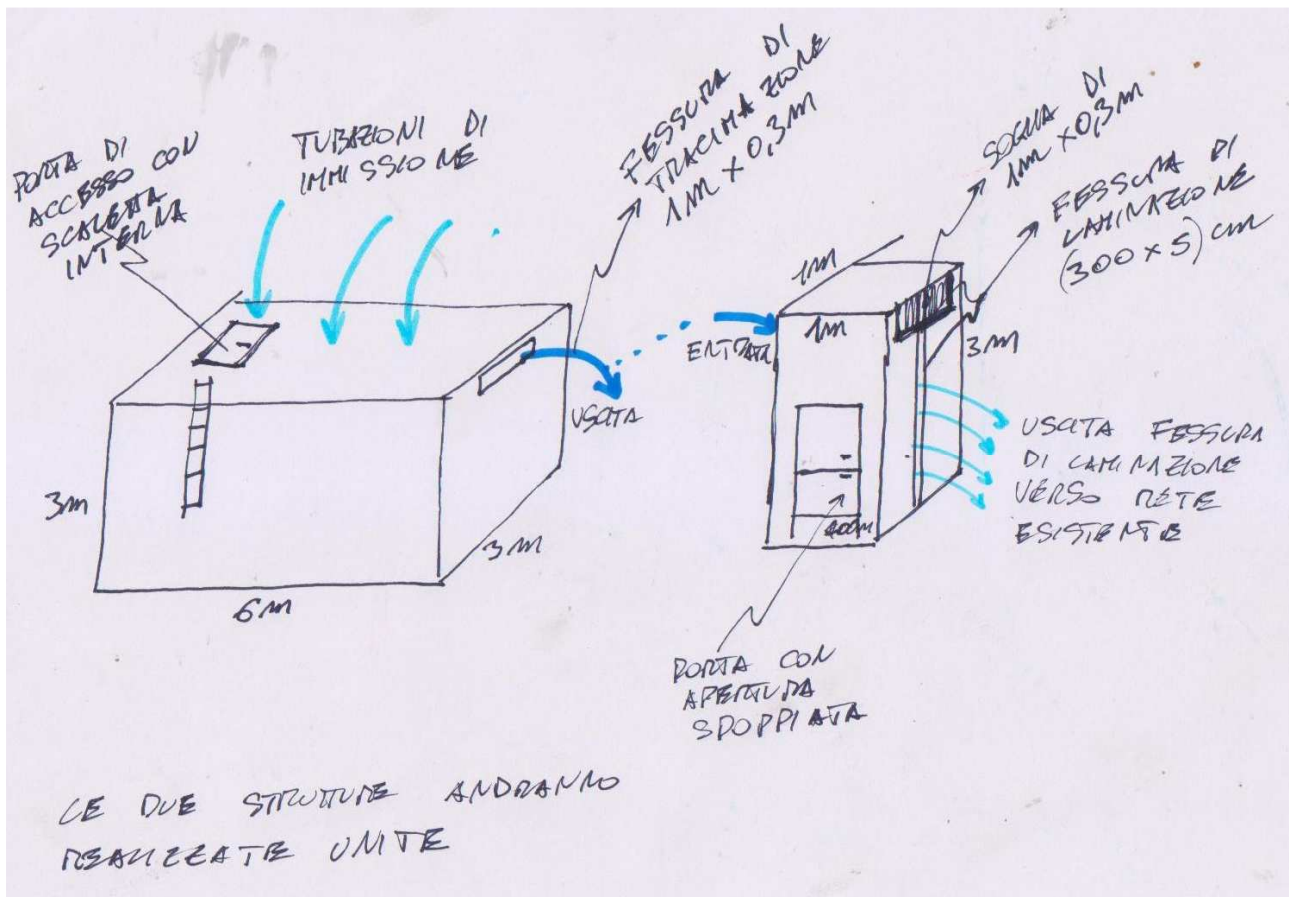
FRECCIA ROSSA tracciato attuale rio

FRECCIA AZZURRA collegamento di emergenza di fondo diametro 200 direttamente nella vasca di laminazione

AREA AZZURRA ubicazione area azzurra e area di laminazione

Si consiglia realizzazione di altra vasca di accumulo vedi cerchio azzurro

SCHEMA PROGETTAZIONE VASCA DI LAMINAZIONE E VASCA DI ACCUMULO



IL progetto presentato dal geometra verra' validato e controfirmato dallo scrivente .
Tali dimensioni ipotizzate potranno essere aumentate .

CONCLUSIONI

Con la presente relazione vengono calcolati ai sensi della vigente normativa del piano di bacino i volumi di acqua che possono ricadere nell'area di PEC.

In relazione ai volumi e' stata fatta un ipotesi del sistema di smaltimento acque meteoriche con diametri delle tubazioni da mettere in opera .

Si ricorda che vista la complessita esecutiva ai sensi del DM2018 art 6.2.5 (metodo osservazionale) tale progettazione potra' seguire lievi modifiche.

In ogni caso le opere realizzate dovranno essere certificate come da modello predisposto allegato all'ultima pagina del presente report.

Il geometra produrra' un elaborato tecnico in scala che verra' firmato dallo scrivente geologo Progettista ai sensi del DPR 328/2001

Inoltre e' stato prodotto un dimensionamento minimo della vasca di accumulo e della vasca di laminazione .

Cuneo 18/12/2019



Il TAR accoglie il ricorso dell'ORG Veneto

Riconfermata la competenza dei geologi in materia idraulica con sentenza n. 938/2008

Con la nuova sentenza, in sostanza configurabile come interpretazione autentica della propria precedente sentenza n. 1550/2007, il TAR Veneto, accogliendo il ricorso dell'ORG Veneto, riconferma la competenza dei geologi in materia idrologica e idraulica ed annulla la Delibera della Giunta Regionale del Veneto n. 1841/2007, che si poneva "in contrasto con la corretta esecuzione del giudicato", laddove prevedeva, in luogo della piena ed autonoma capacita dei geologi a sottoscrivere le predette relazioni, che il geologo potesse solo essere di supporto, in determinate circostanze, all'ingegnere idraulico, su richiesta dello stesso o su indicazione del Comune.

Con la nuova sentenza il TAR riconferma l'acclarata ed autonoma competenza del geologo a sottoscrivere le relazioni idrauliche anche "in luogo di un ingegnere".

L'importante sentenza è di seguito pubblicata.

* * *

Sentenza n. 938/2008 del TAR Veneto

Prima sezione

Il TAR Veneto, prima sezione, ha pronunciato la seguente sentenza sul ricorso proposto dall'Ordine dei Geologi del Veneto contro la Regione Veneto e nei confronti degli Ordini degli Ingegneri della province di Venezia, Padova, Belluno, Verona, Treviso, Rovigo e Vicenza

per l'esatta esecuzione
della sentenza T.A.R. Veneto. Sez. 1^a,
17.05.20047, n. 1500, resa *inter partes*
e, per quanto occorrer possa, per
l'annullamento *in parte qua* della de-
libera della G.R. n. 841 del
19.06.2007, recante modifica alla
D.G.R. n. 1322 del 10.05.2006, in ese-
cuzione della sentenza su indicata.

(...omissis...)

DOCUMENTO DA ALLEGARE AL CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE O AL CERTIFICATO DI

COLLAUDO DELLE OPERE DI PROGETTO (comma 3 art.28 della Legge n.109/1994 mod. dall'art.9, comma48, Legge 18 novembre 1998, n.145, art.141 D.Lgs 163/06 e ss.mm.).

Spettabile COMMITTENTE E p.c. DIRETTORE DEI LAVORI

Il sottoscritto Dott. iscritto all'Ordineal nr. SI/NO....., estensore degli studi geologici e geotecnici di supporto al progetto all'oggetto in corso di esecuzione, dopo l'inizio dei lavori (data), a seguito di una serie di sopralluoghi

- ☐ su incarico del Committente
- ☐ su chiamata del Direttore dei Lavori
- ☐ su chiamata del Responsabile per la Sicurezza
- ☐ effettuati in maniera autonoma casuale
- ☐ con assistenza continua in corso d'opera durante le fasi di interesse ha potuto rilevare:
- ☐ la sostanziale corrispondenza tra modello geologico e geotecnico di riferimento e situazione reale
- ☐ locali situazioni di difformità del modello geologico e geotecnico di riferimento

** In corso d'opera, dopo l'apertura degli scavi, sulla base dei riscontri diretti (e di varianti progettuali – frase da riportare qualora effettuate), sono state formulate tutte le indicazioni per ottimizzare ed adeguare gli interventi esecutivi per garantire la piena sicurezza degli stessi.*

*** In corso d'opera, dopo l'apertura degli scavi, è stato verificato il posizionamento ottimale dei sistemi di dispersione, nel suolo e primo sottosuolo delle acque bianche e/o reflue previo trattamento, previsti in progetto (ed è stata eseguita una prova di dispersione con esito positivo – frase da riportare qualora effettuata).*

Tutto ciò premesso si certifica che le opere sono state eseguite nel rispetto del quadro geologico di riferimento progettuale, adeguato ai riscontri diretti in corso d'opera, in modo da garantire, sia la stabilità dell'opera, che delle aree al contorno, nel rispetto dei vincoli urbanistici e normativi di carattere geologico gravanti sull'area.

Firma del geologo

.....

Firma del Direttore dei Lavori

.....

DOCUMENTO DA ALLEGARE AL CERTIFICATO DI REGOLARE ESECUZIONE O AL CERTIFICATO DI COLLAUDO DELLE OPERE DI PROGETTO (comma 3 art.28 della Legge n.109/1994 mod. dall'art.9, comma48, Legge 18 novembre 1998, n.145, art.141 D.Lgs 163/06 e ss.mm.).

** da riportare qualora siano state individuate difformità sul modello geologico di riferimento*

*** da riportare qualora siano previste in progetto dispersioni di acque nel suolo e sottosuolo*

Allegati:

- ☐ Relazione geologica di variante
- ☐ verbali di sopralluogo
- ☐ documenti relativi a monitoraggi e all'assistenza continuativa
- ☐ documentazione fotografica
- ☐ documentazione prova di dispersione