

COMUNE DI MONTALCINO

Provincia di Siena

D.Lgs. 152/2006, art. 19, L.R. 10/2010, art. 48. Procedimento di verifica di assoggettabilità relativo al progetto di ampliamento di un vaso esistente ad uso agricolo, ubicato in località Podere Casato, nel Comune di Montalcino (SI).

Oggetto: documentazione integrativa come da richieste evidenziate nel Contributo regionale Genio Civile Toscana sud riportata nell'allegato "Risposta al foglio 25/10/2024 num. Prot. 00559926"

Committente: Azienda Agricola Donatella Cinelli Colombini

In riferimento alle richieste integrative si riporta quanto segue:

L.R. 64/2009.

Nel mese di gennaio del corrente anno la proprietà ha provveduto ad effettuare la denuncia di esistenza dell'opera ai fini dell'aggiornamento del castasto invasi.

L'invaso in oggetto anche se escluso dalla disciplina della L.R. 64/2009 è già provvisto di uno scarico di troppo pieno con soglia sfiorante di larghezza cm 320 ed altezza cm 70, edificato prima dell'emanazione della LR79/2012. Si veda elaborato grafico G1.

Nell'allegato I, viene riportata l'analisi idrologica del bacino incidente nell'invaso e calcolato il valore di portata di progetto per tempo di ritorno 200 anni pari a 2.34 mc/s.

Per la verifica della soglia sfiorante dello scarico di superficie viene considerata a favore di sicurezza l'ipotesi di stramazzone in parete grossa a sezione rettangolare, con la seguente formula:

$$Q=0.385 \times h \times l \times (2 \times h \times g)^{0.5}$$

Q, portata di progetto pari a 2.34 mc/s

g, accelerazione di gravità pari a 9.81 m2/s

l, larghezza sfioratore pari a 3.2 m

h, altezza lama d'acqua a monte dello sfioratore, che da calcolo risulta essere 57 cm < 70 cm altezza soglia sfiorante.

La soglia dello scarico di superficie risulta quindi adeguata per eventi estremi e riversa direttamente le acque sul corso d'acqua TS22169; nel primo tratto, quello a maggiore pendenza il fondo del piccolo fosso risulta rivestito in cemento.

Nel perimetro di monte dell'invaso verrà realizzata una piccola cunetta di guardia per evitare l'afflusso incontrollato delle acque di pioggia che possono provocare un veloce interrimento.

R.D. 523/1904.

Come riportato nel precedente capitolo, fin dalla sua originale costruzione la soglia sfiorante confluisce direttamente sul reticolo idrografico (tratto TS22169) che risulta rivestito in cemento nel primo tratto a maggior pendenza.

L'invaso in oggetto e quindi il suo ampliamento in progetto hanno un bacino idrografico incidente di soli 10 ettari. Intercettano nella fase iniziale il reticolo idrografico che a monte dell'invaso è costituito solo dai primi 250 m del tratto TS22169. In questa zona il corso d'acqua è poco più di un impluvio di campo che risulta con presenza d'acqua solo nel momento della precipitazione e nei periodi successivi all'evento meteorologico.

L'opera in oggetto non altera il buon regime delle acque dato che quando l'invaso risulta pieno, lo scarico di superficie è sufficientemente dimensionato per convogliare tutte le acque confluenti nel laghetto artificiale sul tratto TS22169, senza aggravio di rischio in altre aree.

L'invaso in scavo, anche nel suo ampliamento in progetto sarà adeguatamente recintato.

Della presente documentazione integrativa fanno parte l'Allegato I per il calcolo della portata di progetto e l'elaborato grafico G1.

Il Tecnico incaricato

Dott. Ing. Alberto Nastasi

COMUNE DI MONTALCINO
Provincia di Siena

Invaso Podere Casato

**ALLEGATO I - Relazione idrologica per definizione
portata di progetto per verifica soglia sfornate**

Committente

Azienda Agricola Donatella Cinelli Colombini

L.R. Sig. ra Donatella Cinelli Colombini

Dicembre 2024

Rev.0

Dott. Ing. Alberto Nastasi

STUDIO IDROLOGICO	3
PARAMETRI GEOMORFOLOGICI.....	3
LINEE SEGNALETICHE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA	5
STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO - METODO DEL CURVE NUMBER	6
TEMPO DI RITARDO E TEMPO DI CORRIVAZIONE	9
DESCRIZIONE DEL MODELLO IDROLOGICO DI HEC - HMS 4.1.....	11
PORTATA E IDROGRAMMA DI PIENA.....	12

Studio Idrologico

Parametri geomorfologici

I parametri geomorfologici del bacino, quota media sul livello del mare (H_{med}), pendenza media di versante (I_a) e dell'asta principale (I_v) sono stati ricavati in ambiente GIS utilizzando il modello digitale del terreno della Regione Toscana; la sezione di chiusura dello studio idrologico è stata assunta coincidente con lo sbarramento dell'invaso Podere Casato.

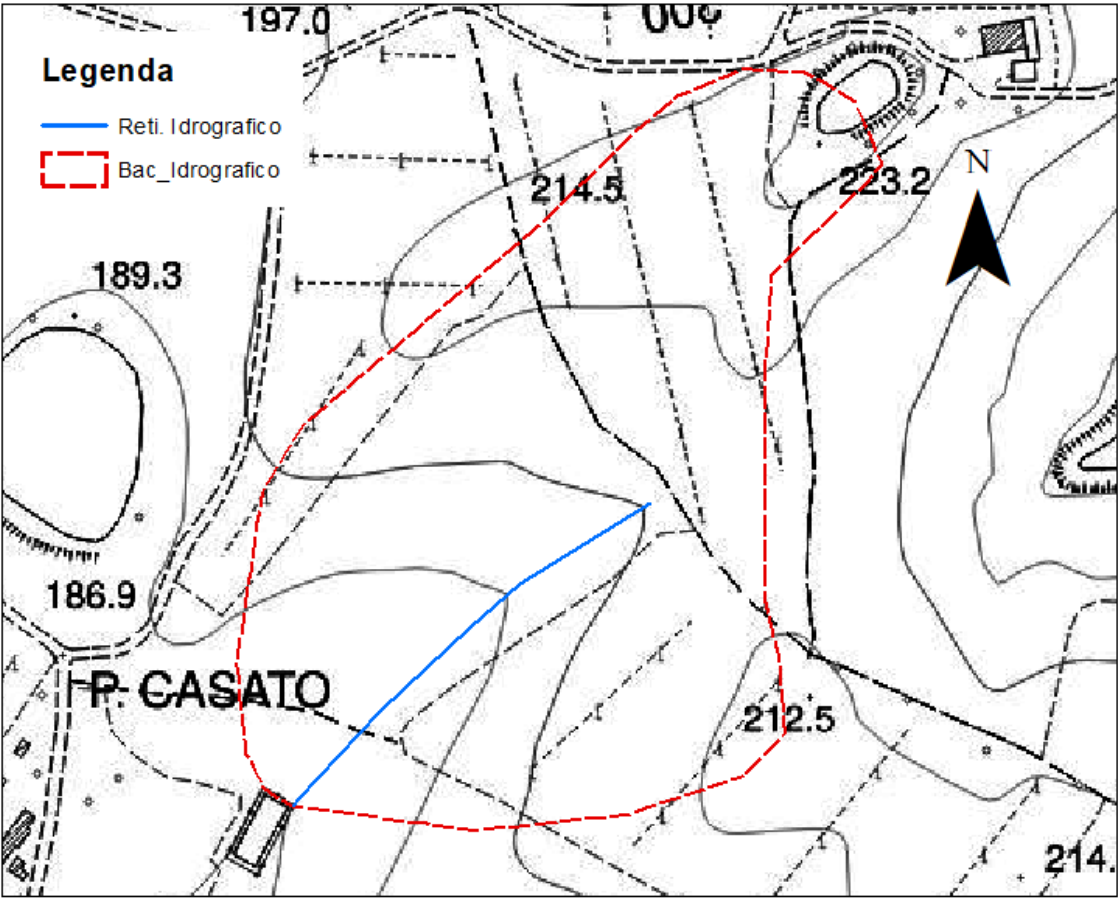


Figura 1 - Bacino idrografico in studio su CTR 1:10000

Tabella 1 – Caratteristiche geomorfologiche del bacino studiato

Descrizione	Area	Lunghezza asta principale	Hmax	Hmin	Hmed	Id (pend. media bacino)	Iv (pend. media asta)
	[kmq]	[km]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[%]	[%]
Bacino incidente sullo sbarramento	0.10	0.53	222	181.5	202	11.4	7.3

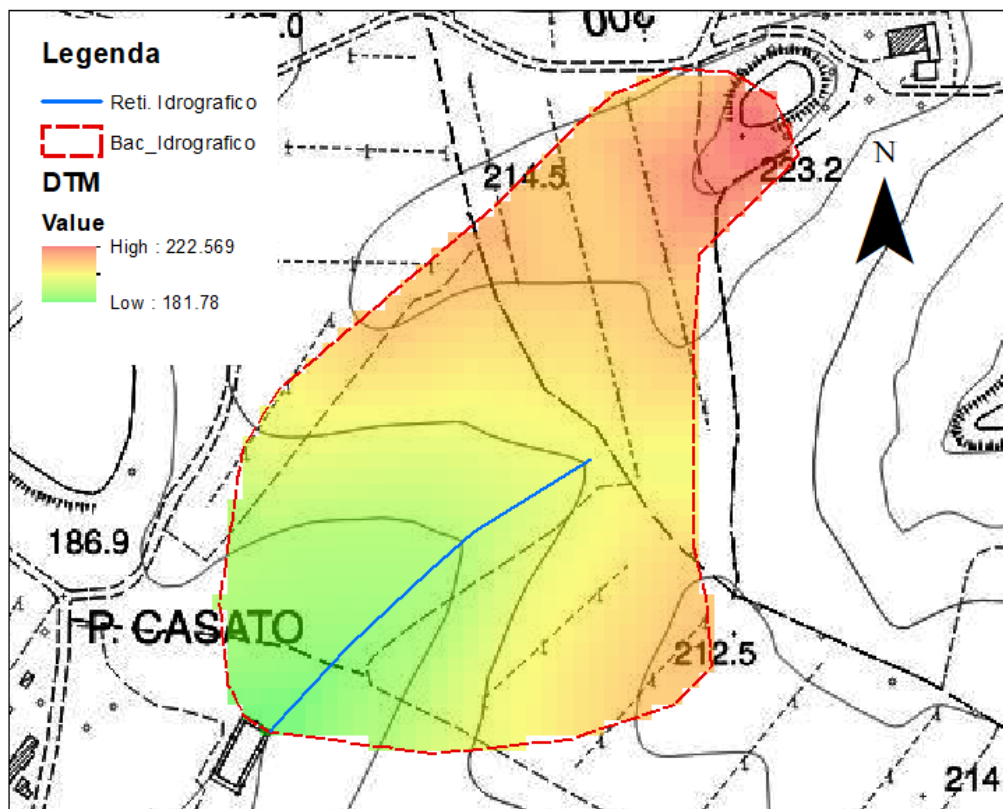


Figura 2 – DTM (Raster 10x10)

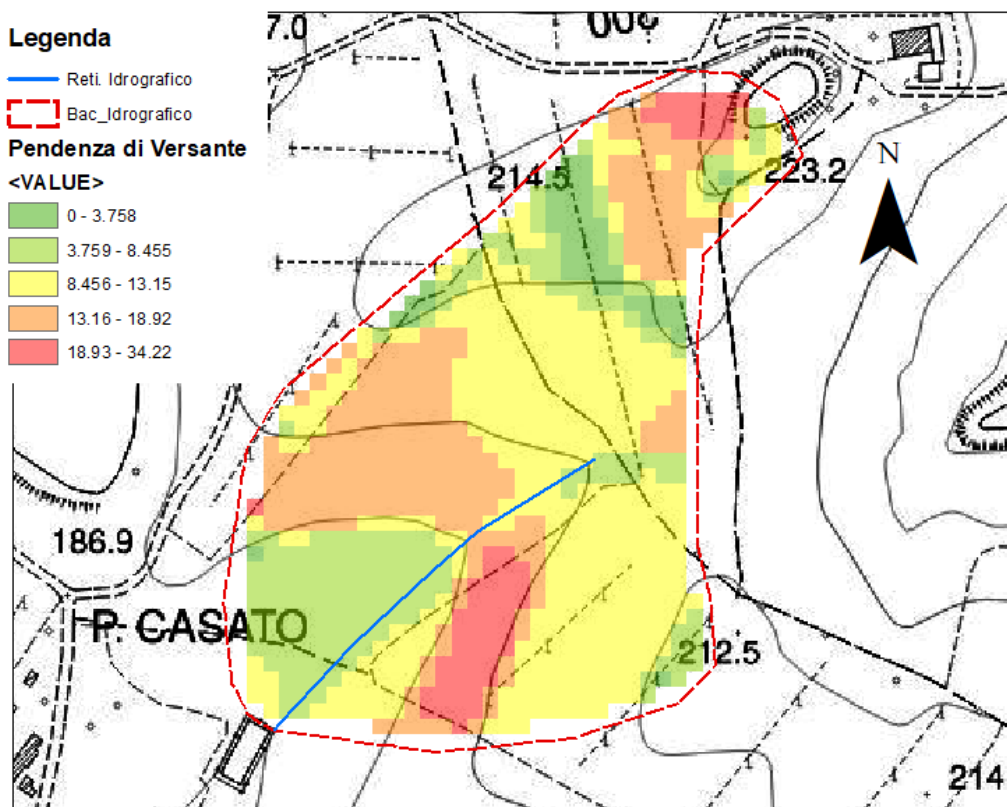


Figura 3 – Pendenze medie (Raster 10x10)

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme - LSPP - Aggiornamento al 2012

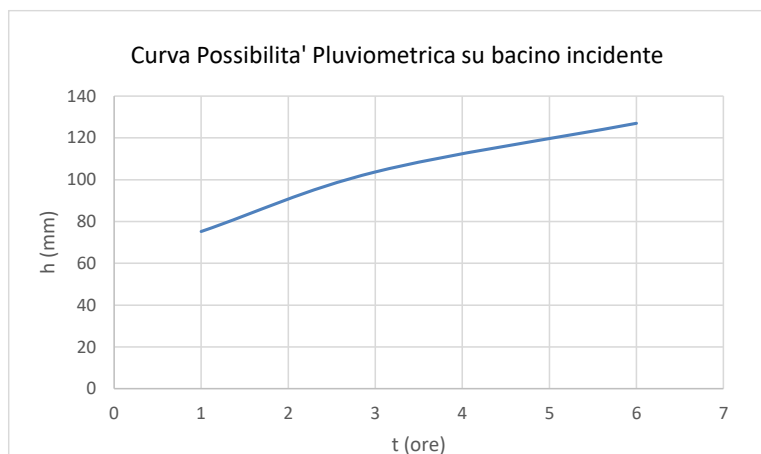
Nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano, si è provveduto ad effettuare un aggiornamento dell'analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme fino all'anno 2012 compreso (Referente: Prof. Enrica caporali Dipartimento di Ingegneria civile e Ambientale UNI FI), in particolare all'attività della Regionalizzazione delle Precipitazioni, sono stati ricalcolati per i vari tempi di ritorno i parametri "a" ad "n" delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica.

Sulla base dei nuovi dati pluviometrici e della nuova analisi di frequenza di precipitazione, il territorio regionale è stato diviso in celle di 1 km, ognuna caratterizzata da propri parametri a ed n in funzione dei vari tempi di ritorno.

Da queste griglie (*grid*), una volta individuato il bacino idrografico, è possibile calcolare la pioggia di progetto per i vari tempi di ritorno.

Tabella 2 - valori medi delle altezza di pioggia calcolati da "Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme - LSPP - Aggiornamento al 2012" sul bacino in studio

	Tempo di ritorno T_r [anni]	Durata di pioggia t [h]			
		0.5	1	3	6
LSPP - Aggiornamento al 2012	200	61.43 ¹	75.23	103.71	127.01



¹ Calcolata per estensione della curva al valore dei 30 minuti

Stima del coefficiente di deflusso - Metodo del Curve Number

Il coefficiente di deflusso è stato individuato utilizzando il metodo del Curve Number (CN), sviluppato dal *Soil Conservation Service* americano (SCS).

Tale metodo si colloca a metà strada fra i modelli basati sul calcolo delle perdite per infiltrazione in un punto, quindi coerentemente utilizzabili in approcci distribuiti e semidistribuiti, ed i modelli formulati in maniera da essere specificatamente utilizzati in approcci integrati, secondo la teoria esposta di seguito.

Il metodo CN si basa su una semplice equazione di bilancio fra i valori cumulati nel tempo, a partire dall'inizio dell'evento di precipitazione, della pioggia $P(t)$, del deflusso superficiale $Q(t)$, delle perdite iniziali $I_a(t)$ prima della produzione di deflusso e di quelle successive $I(t)$:

$$P(t) = I_a(t) + I(t) + Q(t)$$

esprese in termini di volume per un'unità di area, ovvero di un'altezza (mm).

L'ipotesi di base del metodo è che il rapporto fra il volume di deflusso ed il volume di pioggia depurato delle perdite iniziali rimanga, ad ogni istante, uguale al rapporto tra il volume delle perdite successive ed il volume massimo teorico delle perdite (a saturazione), indicato con il simbolo S :

$$\frac{Q}{P - I_a} = \frac{I}{S}$$

Viene inoltre supposto che le perdite iniziali siano proporzionali alle perdite massime possibili S (a saturazione):

$$I_a = \beta S$$

con valori tipici di β compresi tra 0,1 e 0,3.

Il nucleo fondamentale di tutto il metodo è costituito dal parametro S , che a sua volta viene espresso in funzione di un indice dimensionale CN, detto appunto *curve number*, che a sua volta viene tabulato in funzione del tipo di suolo, per tenere conto delle capacità di infiltrazione, e dell'uso del suolo, che influenzerà sia l'ammontare della quota delle perdite iniziali dovute a intercettazione che la capacità di infiltrazione stessa del suolo.

I valori CN hanno come limite inferiore 0 (superficie totalmente permeabile, con nessuna produzione di deflusso) e come limite superiore 100 (superficie totalmente impermeabile, con nessuna perdita e deflusso uguale alla precipitazione). Il termine *curve number* deriva dal fatto che a ciascun valore di CN corrisponde una diversa curva che rappresenta il rapporto tra i volumi di deflusso e di precipitazione (*coefficiente di deflusso cumulato*) in funzione del volume della precipitazione.

Definendo il coefficiente di deflusso come:

$$C = Q / P$$

Dove:

Q (mm) è il deflusso di piena

P (mm) è l'afflusso meteorico

Il coefficiente di afflusso viene fatto dipendere dall'afflusso meteorico P , secondo l'espressione:

$$C = \frac{(1 - 0.2 K)^2}{(1 + 0.8 K)}$$

dove

$$K = S / P$$

dipende dalla grandezza S (mm), definita *ritenzione potenziale* del bacino, che risulta funzione, attraverso “runoff curve number” (CN), della tessitura e dell’umidità iniziale del suolo, della sua copertura vegetale, ecc., secondo l’espressione:

$$S = 254 \left[\frac{100}{CN} - 1 \right]$$

I valori dell’indice CN sono tabulati in letteratura per differenti tipi di copertura del suolo, diverse caratteristiche del terreno e per condizioni medie di umidità iniziale del suolo (condizione II), secondo 4 gruppi principali di terreno²:

- *gruppo A*: terreni sabbiosi molto permeabili
- *gruppo B*: terreni franchi moderatamente permeabili, depositi sabbiosi superficiali;
- *gruppo C*: terreni franco – limosi poco permeabili: argille di medio impasto, ad elevato tenore di argilla;
- *gruppo D*: terreni argillosi quasi impermeabili.

Le condizioni di umidità iniziale del suolo risultano 3:

- *condizione I*: il terreno è secco pur senza raggiungere il punto di appassimento e le colture o la vegetazione sono ben sviluppate;
- *condizione II*: il terreno è mediamente umido;
- *condizione III*: il terreno è saturo di umidità a causa di intense precipitazioni con almeno 53 mm di altezza di pioggia nei 5 giorni precedenti l’evento considerato; nella stagione fredda si considera raggiunta la saturazione dopo 28 mm di pioggia in 5 giorni.

Le relazioni tra le condizioni medie CN II e la condizione I e III sono basate sulle seguenti relazioni semplificate:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.3 - 0.013 CN_{II}}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

Per la determinazione del CN2 del bacino idrografico è stato utilizzato il curve number sviluppato dalla Regione Toscana in collaborazione con l’Università degli studi di Firenze (Referente Professor Fabio Castelli).

² Vedi Manuale di Ingegneria Civile, Ed.ni ESA C- Zanichelli, Vol. I - Sezione Idraulica – Idrologia Tecnica.

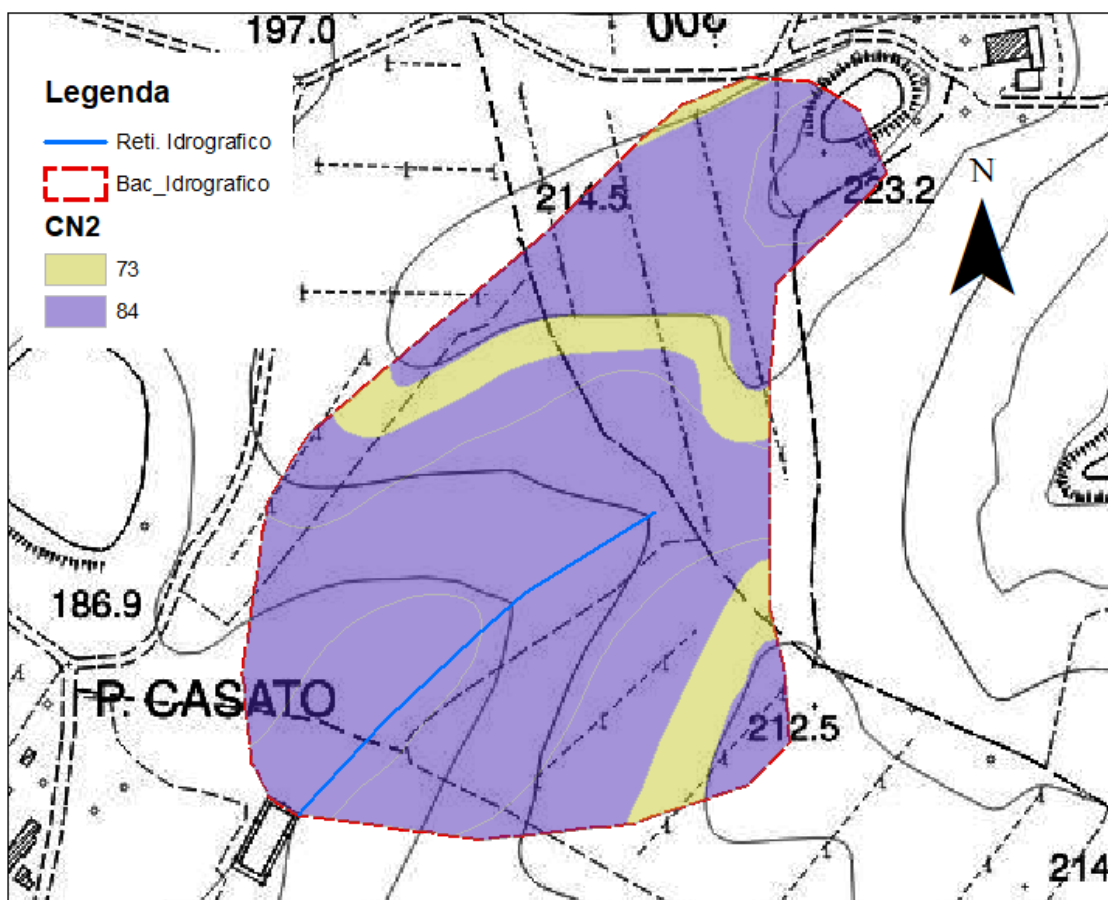


Figura 4 - CN2

In riferimento al bacino in studio si riportano nella tabella seguente i valori del *curve number* relativi alle condizioni di suolo secco, mediamente umido e saturo (CN1, CN2 e CN3).

Tabella 3 - Curve number dei bacini in studio

Bacino	Area [Km ²]	CN1	CN2	CN3
Bacino incidente sullo sbarramento	0.10	73.24	86.70	93.81

Nelle verifiche per la determinazione delle portate idrologiche di progetto è stato assunto a favore di sicurezza la condizione di suolo saturo (CN3).

Tempo di ritardo e tempo di corrivazione

L'idrogramma unitario di piena (IUH) del SCS può essere interpretato formalmente come l'idrogramma della piena provocata da una precipitazione di durata infinitesima e di volume unitario.

Per definire l'IUH è necessario stimare per ciascun bacino il tempo di ritardo (*time lag*, t_{lag}), legato al tempo di corrivazione (funzione della velocità di scorrimento) dalla relazione:

$$t_{lag} = 0,6 T_c$$

Il tempo di ritardo t_{lag} , pari al ritardo del baricentro dell'idrogramma rispetto a quello dello ietogramma, è stato calcolato mediante la seguente metodologia:

- direttamente, utilizzando la formula di Bocchiola Rosso (2003) che rappresenta l'adattamento ai bacini italiani del metodo SCS (*Soil Conservation Service*) ;
- indirettamente, sfruttando la relazione fra T_c e T_{lag} , ricavando per i bacini idrografici il tempo di corrivazione con il metodo di Kirpich e di Giandotti.

Si descrivono di seguito le metodologie richiamate per il calcolo del t_{lag} .

Tempo di ritardo (Bocchiola e Rosso, 2003)

Bocchiola e Rosso (2003)³ stimano il tempo di ritardo mediante la formula:

$$t_{lag} = 0.026 \cdot L^{0.82} \frac{(S'+1)^{0.13}}{i_v^{0.2}} \quad [\text{h}]$$

dove:

L [km] → lunghezza dell'asta principale (considerando l'impluvio di lunghezza massima)

Id [%] → pendenza media della rete di drenaggio (in termini percentuali, tabella 1)

S' [mm] → ritenzione potenziale

Tabella 4 – Tempi di corrivazione del bacino secondo Bocchiola-Rosso (2003)

Bacino	L(km)	Id(%)	S'	Tlag (min)
Bacino incidente sull'invaso	0.53	11.4	16.7	8.28

Tempo di corrivazione (Kirpich e Giandotti)

Il tempo di corrivazione con il metodo di Kirpich si adatta a bacini di piccole dimensioni e si calcola secondo la seguente espressione:

$$t_c = 0.00325 \cdot \left(\frac{L}{\sqrt{i_v}} \right)^{0.77}$$

Dove:

L [km] → lunghezza dell'asta principale (considerando l'impluvio di lunghezza massima + l'asta cartografata)

Iv [%] → pendenza media dell'asta (in termini percentuali, tabella 1)

³ Pubblicato sulla rivista l'Acqua, "Sul tempo di risposta dei bacini idrografici italiani" (2003).

Il tempo di corrivazione secondo il metodo di Giandotti si adatta invece a bacini più estesi e si calcola secondo la seguente espressione:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{0.8\sqrt{H_m}}$$

dove:

L [km] → lunghezza dell'asta principale in Km (considerando l'impiuvio di lunghezza massima + l'asta cartografata)

H_m → altitudine media in m del bacino riferita alla sezione di chiusura (tabella 1)

A [%] → area del bacino idrografico in Km

Tabella 5 – Tempi di corrivazione dei bacini secondo Kirpich e Giandotti

Bacino	L (km)	Area (kmq)	Iv (%)	Hm (m)	tc Kirpich (ore)	tc Giandotti (ore)
Bacino incidente sull'invaso	053	0.10	7.3	20.5	0.07	0.57

Nella tabella successiva si riporta il confronto dei valori fra il tempo di corrivazione (*tc*) ed il tempo di ritardo (*tlag*) ottenuti con i tre metodi.

Tabella 6 – Confronto tempi di corrivazione e ritardo bacini idrografici

Bacino	tc Kirpich (ore)	tc Giandotti (ore)	tc Bocchiola (ore)	tlag Kirpich (minuti)	tlag Giandotti (minuti)	tlag Bocchiola (minuti)
Bacino incidente sull'invaso	0.07	0.57	0.23	2.4	20.4	8.28

Per il calcolo del tempo di ritardo e corrivazione si assume il metodo di Bocchiola-Rosso (2003), mediano fra i due metodi.

Descrizione del modello idrologico di HEC - HMS 4.1

Il programma HEC – HMS 4.1 dell’US Corps of Engineers è stato sviluppato per simulare i processi di trasformazione afflussi - deflussi (precipitazioni – runoff) di bacini di drenaggio naturali e/o artificiali.

L’applicativo consente la creazione di un modello afflussi – deflussi che è in grado di simulare gli idrogrammi di piena con assegnato tempo di ritorno, sulla base della definizione della pioggia di progetto e dalle caratteristiche idrogeomorfologiche del bacino, suddivisi in:

- modello meteorologico (*meteorological model*);
- modello del bacino (*basin model*).

Il *meteorological model* definisce l’evento pluviometrico di progetto (*rainfall simulation*).

L’evento pluviometrico assegnato, attraverso i punti della curva di probabilità pluviometrica prescelta, può essere inserito o utilizzando il metodo *frequency – based hypothetical storm* basato su una data frequenza di superamento con ietogramma di tipo “Chicago”⁴, o utilizzando il metodo dello *specified hyetograph* inserendo uno ietogramma di pioggia costante per tutta la durata dell’evento. Il primo risulta più cautelativo per corsi d’acqua con tempo di corrivazione minore dell’ora, fissando al valore di un’ora il tempo di durata dell’evento piovoso; il secondo risulta più adatto per i bacini più estesi, individuando la durata critica dell’evento che massimizza gli idrogrammi di progetto.

Date le dimensioni del bacino incidente sull’invaso, del è stato utilizzato il metodo *frequency – based hypothetical storm*.

Il *Basin model* contiene le caratteristiche del bacino e i metodi con i quali effettuare la simulazione dei meccanismi di deflusso (*runoff simulation*), in riferimento:

- al *calcolo dei volumi di runoff* (individuazione della pioggia netta che origina il deflusso), per il quale è stato scelto il metodo SCS Curve Number;
- alla *trasformazione dell’eccesso di precipitazione in deflusso* (generazione dell’idrogramma di piena), basandosi sul metodo dell’idrogramma unitario (IUH), per il quale è stato utilizzato l’idrogramma unitario del Soil Conservation Service (SCS UH Model)⁵.

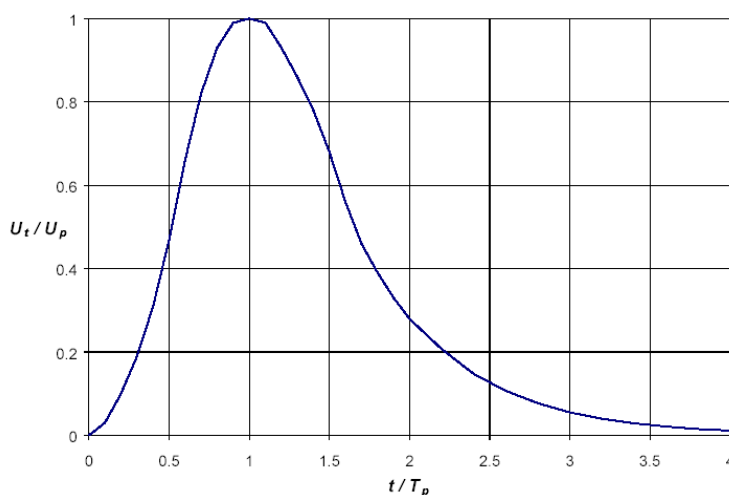


Figura 5 – SCS- esempio di IUH idrogramma istantaneo unitario

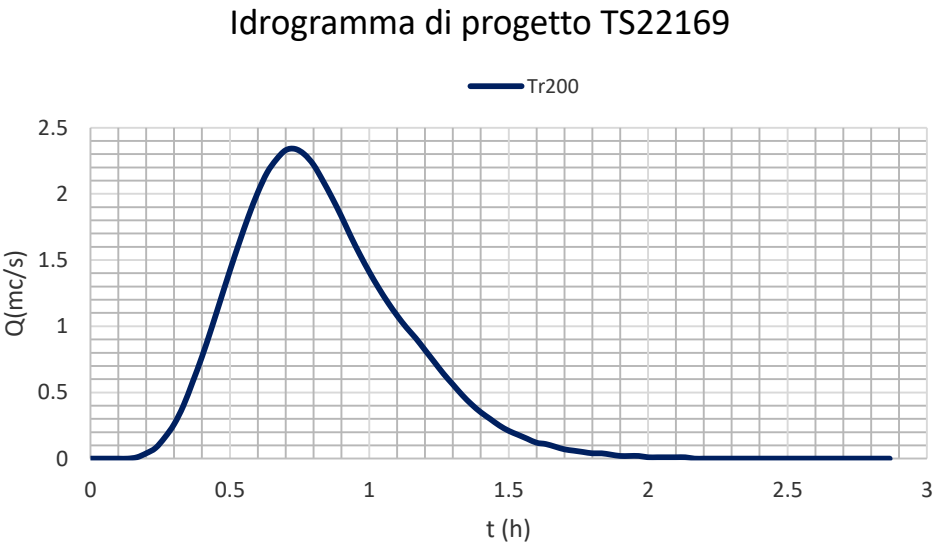
⁴ Il metodo *Chicago* risulta più cautelativo per bacini con tempo di corrivazione minore dell’ora perché considera i picchi caratteristici degli scrosci di massima intensità che si verificano all’inizio dell’evento piovoso.

⁵ Trattandosi di piccoli corsi d’acqua a carattere torrentizio il deflusso di base (*baseflow*) è trascurato nella stima della portata di piena

L'intervallo di calcolo (*computational interval*, Δt), per una corretta definizione dell'IUH, deve essere inferiore al 29% del tempo di ritardo (t_{lag}), e viene fissato pari a 2 min.

Portata e idrogramma di piena

Tabella 7 – Portatdi progettpoBacino	Tr	A (km2)	Q (mc/s)	Qu (mc/s km2)	Volume Precip. (1000 x mc)	Volume Defluito (1000 x mc)	Coeff Deff
Bacino incidente sull'invaso	200	0.1	2.34	23.4	7.45	5.62	0.75



Siena 17/12/2024

Dott. Ing. Alberto Nastasi

