



COMUNE DI TORNIMPARTE PROVINCIA DELL'AQUILA (AQ)



"Interventi di messa in sicurezza del territorio a rischio di dissesto idrogeologico del bacino del Raio in località Palombaia"

CUP: B84D24000030001 - CIG: B351F0668C

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

art. 41 c.6 D.Lgs 36/2023



Gruppo di progettazione

(Mandataria)
C&C Engineering s.r.l.

Via Nazionale 96-98050 Terme Vigliatore (ME)
Tel. 090 9782254
www.ccecengineering.it
e-mail: info@cecengineering.it
Pec: ccecengineeringsrl@pec.it

C&C ENGINEERING s.r.l.
Il Direttore Tecnico
(Dott. Ing. Carmelo Caliri)

(Mandanti)
Dott. Geologo Domenico Femino



Dott. Archeologo Alberto D'Agata

Dott. Alberto D'Agata
Archeologo
P.na 09466710877

RESPONSABILE UNICO PROGETTO:

Arch. Maria Cristina Deli

RESPONSABILE DEL COORDINAMENTO E DELLE PRESTAZIONI:

Ing. Carmelo Caliri (Direttore Tecnico)

C&C Engineering s.r.l.

Elaborato

Relazione idrologica

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	17/03/2026	PRIMA EMISSIONE	C.C. - F.R.	C.C. - F.R.	C.C.
ARCHIVIO	05-25		SCALA	DATA	ELAB. N°
				17/03/2026	PPG 07



Sommario

1	<i>PREMESSA.....</i>	<i>1</i>
2	<i>AREA DEGLI INTERVENTI.....</i>	<i>1</i>
3	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</i>	<i>2</i>
4	<i>FONTI CARTOGRAFICHE.....</i>	<i>3</i>
5	<i>ANALISI IDROLOGICA</i>	<i>4</i>
5.1	<i>ANALISI STATISTICA DEI DATI DISPONIBILI</i>	<i>5</i>
6	<i>PORTATA DI PROGETTO DUECENTENNALE.....</i>	<i>9</i>
6.1	<i>BACINO 1.....</i>	<i>9</i>
6.1.1	<i>Tempo di corrivazione.....</i>	<i>10</i>
6.1.2	<i>CALCOLO PORTATA CON IL METODO RAZIONALE</i>	<i>11</i>
6.2	<i>BACINO STRADALE</i>	<i>14</i>
6.3	<i>BACINO 2.....</i>	<i>16</i>
6.3.1	<i>Tempo di corrivazione.....</i>	<i>16</i>
6.3.2	<i>CALCOLO PORTATA CON IL METODO RAZIONALE</i>	<i>18</i>

1 PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica dell'intervento relativo ai lavori ***“Interventi di messa in sicurezza del territorio a rischio di dissesto idrogeologico del bacino del Raio in Località Palombaia”***

Le metodologie utilizzate nelle varie fasi, che saranno nel seguito descritte in dettaglio, sono in pieno accordo con le indicazioni e le direttive della Stazione Appaltante, nonché le linee guida Regionali e Nazionali per la mitigazione del rischio idraulico contenute nel Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico vigente nella Regione Abruzzo (PAI).

2 AREA DEGLI INTERVENTI

L'area di progetto si localizza in Località Palombaia nel Comune di Tornimparte, specificatamente le aree che interessano via l'Aquila, Via San Tommaso e Via San Salvatore.

In cartografia si individua nella tavoletta topografica, in scala 1: 25.000, “Tornimparte” del F° 145-I-NO della Carta d'Italia edita dall'I.G.M.

Il sito risulta al foglio 358080 della Carta Tecnica Regionale, scala 1: 10.000 ed ai fogli 358083-358084 della Carta Tecnica Regionale, scala 1: 5.000.

Facendo riferimento all'ellissoide WGS84, per la localizzazione della suddetta area si può fare riferimento alle seguenti coordinate geografiche:

42°19'32.2"N 13°16'57.3"E

3 RIFERIMENTI NORMATIVI

L'area oggetto di studio, da un punto di vista idrogeologico, ricade all'interno dei limiti idrografici del bacino del Raio, subordinato alle indicazioni dell'Autorità di Bacino dell'Appennino Centrale, ex AdB della Regione Abruzzo.

Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (in seguito denominato PAI o Piano) ha valore di piano territoriale di settore e rappresenta lo strumento conoscitivo, normativo e di pianificazione mediante il quale l'Autorità di Bacino Regionale della Abruzzo (in seguito denominata ABR), pianifica e programma le azioni e le norme d'uso finalizzate alla salvaguardia delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo.

Il PAI persegue l'obiettivo di garantire al territorio di competenza dell'ABR adeguati livelli di sicurezza rispetto all'assetto geomorfologico, relativo alla dinamica dei versanti e al pericolo di frana, all'assetto idraulico, relativo alla dinamica dei corsi d'acqua e al pericolo d'inondazione, e all'assetto della costa, relativo alla dinamica della linea di riva e al pericolo di erosione costiera.

Le finalità del PAI sono perseguite mediante:

- l'adeguamento degli strumenti urbanistici e territoriali;
- la definizione del rischio idrogeologico e di erosione costiera in relazione ai fenomeni di dissesto considerati;
- la costituzione di vincoli e prescrizioni, di incentivi e di destinazioni d'uso del suolo in relazione al diverso livello di rischio;
- l'individuazione di interventi finalizzati al recupero naturalistico e ambientale, nonché alla tutela e al recupero dei valori monumentali e ambientali presenti e/o alla riqualificazione delle aree degradate;
- l'individuazione di interventi su infrastrutture e manufatti di ogni tipo, anche edilizi, che determinino rischi idrogeologici, anche con finalità di rilocalizzazione;
- la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture adottando modalità di intervento che privilegino la conservazione e il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- la moderazione delle piene, la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione dei programmi di manutenzione;
- l'approntamento di adeguati sistemi di monitoraggio;

- la definizione degli interventi atti a favorire il riequilibrio tra ambiti montani e costieri con particolare riferimento al trasporto solido e alla stabilizzazione della linea di riva.

4 FONTI CARTOGRAFICHE

Per le finalità dello studio sono state analizzate le caratteristiche idrografiche, fisiografiche, geomorfologiche e di uso del suolo del bacino tributario del corso d'acqua. Tale attività è stata eseguita consultando più fonti di dati ed utilizzando i rilievi direttamente effettuati sui luoghi. Gli elementi che sono stati ricostruiti attraverso quest'analisi sono i seguenti:

- a) limiti del bacino e dei sottobacini principali;
- b) caratteristiche altimetriche e morfometriche del bacino e dei sottobacini (superfici del bacino, quota minima, media e massima, pendenze dei versanti e dell'asta principale);
- c) rete idrografica del bacino;
- d) caratteristiche di uso del suolo;
- e) caratteristiche geolitologiche dei terreni.

Per quanto detto sono state consultate ed utilizzate le seguenti cartografie:

1. carta Tecnica Regionale (CTR) in formato pdf della Regione Abruzzo in Scala 1:5000 (Fonte Centro Cartografico Regionale-Geoportale Regione Abruzzo);
2. modello digitale delle quote del terreno (DTM) con celle di risoluzione 10 m x 10 m (Fonte Geoportale Regione Abruzzo);
3. carte di uso del suolo (CORINE Land Cover) in formato shapefile vettoriale, convertite in formato raster georiferito e alla stessa scala di risoluzione del DEM (Fonte Centro Cartografico Regionale-Geoportale Regione Abruzzo);
4. carte di uso del suolo Corine Land Cover anno 2012 IV Livello (Fonte Servizio WMS PCN Portale Cartografico Nazionale - Ministero dell'Ambiente);
7. Ortofoto digitali (Fonte Centro Cartografico Regionale-Geoportale Regione Abruzzo);
8. Immagini da satellite disponibili sul Portale Cartografico Nazionale <http://www.pcn.minambiente.it/PCN/>.

5 ANALISI IDROLOGICA

Per determinare le massime portate di piena, di assegnato tempo di ritorno, è necessario 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 nel presente studio, può rappresentare un evento ipotetico, ricostruito considerando le caratteristiche pluviometriche e idrologiche dell'area in esame e la probabilità che lo stesso possa verificarsi in un assegnato intervallo di tempo, detto 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 $h = at^n$ 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}) nelle varie sezioni del corso d'acqua.

È noto 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 $P(h)$.

5.1 ANALISI STATISTICA DEI DATI DISPONIBILI

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

La serie storiche delle precipitazioni intense relative ai massimi annuali delle piogge di durata 10, 20 30 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive sono state desunte dall'Atlante delle piogge intense reso disponibile negli annali idrologici della Regione Abruzzo. Dall'elaborazione dei dati pluviometrici della stazione di Tornimparte – L'Aquila è stato possibile ricavare il valore dei parametri caratteristici a ed n delle curve di possibilità pluviometrica. È stato utilizzato in questa fase il modello probabilistico di Gumbel.

Tabella 1 - Dati disponibili per la stazione Tornimparte-L 'Aquila.

ANNO	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1992	26.80	28.40	28.60	28.60	36.80
1993	26.20	33.00	55.40	73.40	77.40
1994	16.00	30.00	43.00	75.80	104.00
1995	26.00	41.60	51.00	65.00	95.20
1996	25.60	40.00	56.60	61.40	80.00
1997	23.00	40.40	53.00	72.00	85.00
1998	14.00	29.00	35.00	41.80	48.00
1999	22.80	33.40	51.00	95.20	161.40
2000	13.60	24.80	39.20	65.40	101.20
2001	13.40	30.80	44.60	50.60	65.80
2002	28.00	32.60	33.60	34.00	47.00
2003	13.60	20.00	29.60	34.40	49.60
2004	13.40	17.60	21.40	23.40	40.00
2005	17.60	27.60	30.40	30.80	32.00
2007	25.20	25.60	25.60	25.80	32.60
2008	37.00	38.60	62.80	87.60	128.60
2009	15.20	18.20	21.80	25.40	40.00
2010	12.20	27.80	47.80	56.00	57.20
2011	23.40	32.80	37.80	39.40	47.20
2012	26.40	29.20	29.20	30.00	43.40
2013	21.20	22.20	22.40	26.40	37.80

Tabella 2 - Media, scarto quadratico medio e parametri della distribuzione di Gumbel (prima legge del valore estremo EV1).

	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$	20.98	29.70	39.04	49.64	67.15
$\sigma(h_t)$	6.68	6.95	12.70	22.52	34.92
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$	0.19	0.18	0.10	0.06	0.04
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$	17.97	26.57	33.32	39.51	51.44

Tabella 3 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm).

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	29.70	38.76	55.60	79.00	112.68
30 anni	$h_{max} =$	35.60	44.90	66.83	98.90	143.54
50 anni	$h_{max} =$	38.30	47.70	71.96	107.99	157.63
100 anni	$h_{max} =$	41.94	51.48	78.87	120.24	176.63
200 anni	$h_{max} =$	45.56	55.25	85.76	132.45	195.56

Tabella 4 - Legge della pioggia con relativi coefficienti.

Tr		LEGGE DI PIOGGIA	$h = a \times t^n$
10 anni	→	$h=27.046xt^{0.4294}$	
30 anni	→	$h=31.589xt^{0.4531}$	
50 anni	→	$h=33.672xt^{0.4613}$	
100 anni	→	$h=36.486xt^{0.4705}$	
200 anni	→	$h=39.294xt^{0.4781}$	

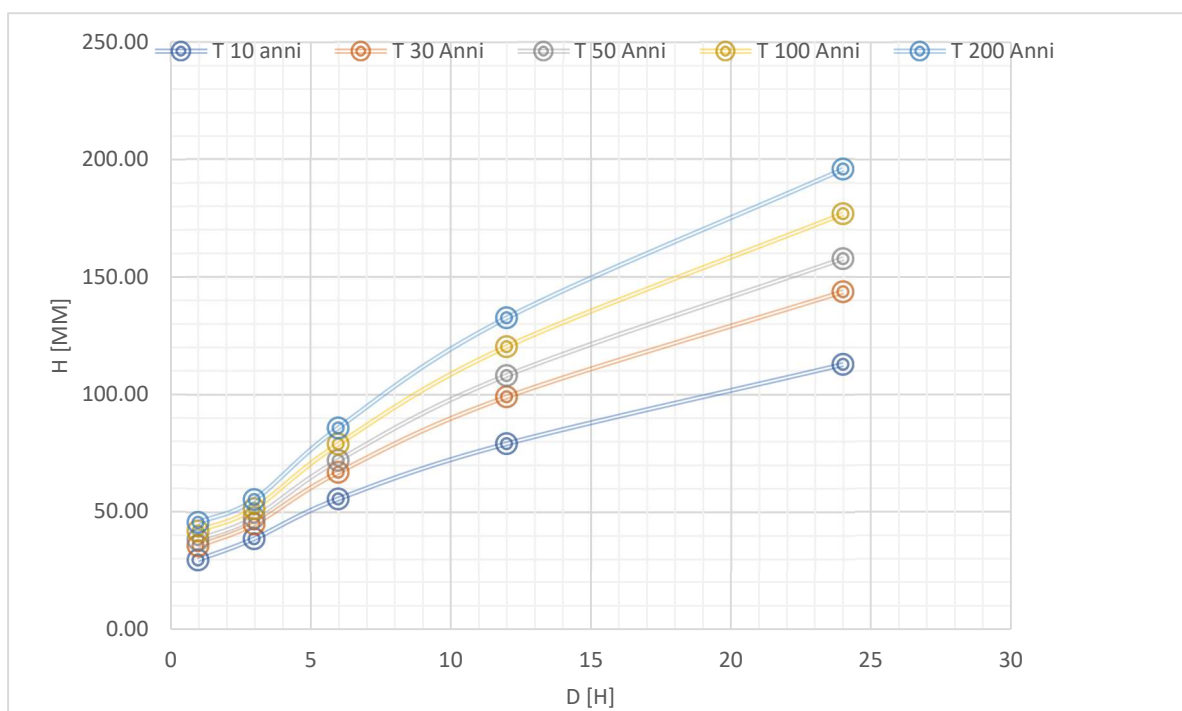


Figure 1 - C.P.P distribuzione di Gumbel.

$$y = 27.046x^{0.4294}$$

;Tr 10

$$y = 31.589x^{0.4531}$$

;Tr 30

$$y = 33.672x^{0.4613}$$

;Tr 50

$$y = 36.486x^{0.4705}$$

;Tr 100

$$y = 39.294x^{0.4781}$$

;Tr 200

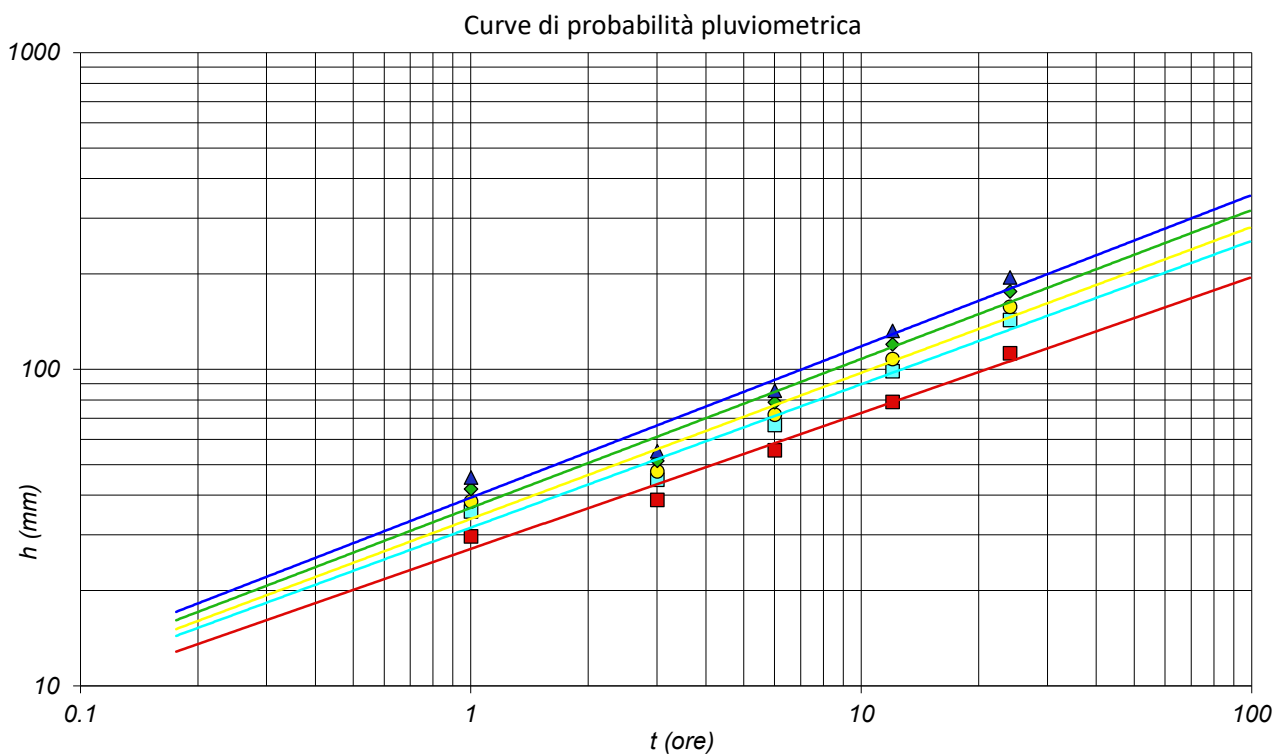


Figure 2 - Curve di possibilità pluviometrica linearizzate in scala bilogaritmica.

6 PORTATA DI PROGETTO DUECENTENNALE

6.1 BACINO 1

Il primo bacino analizzato sottende l'area di competenza del Rio sotto riportato in figura 3.

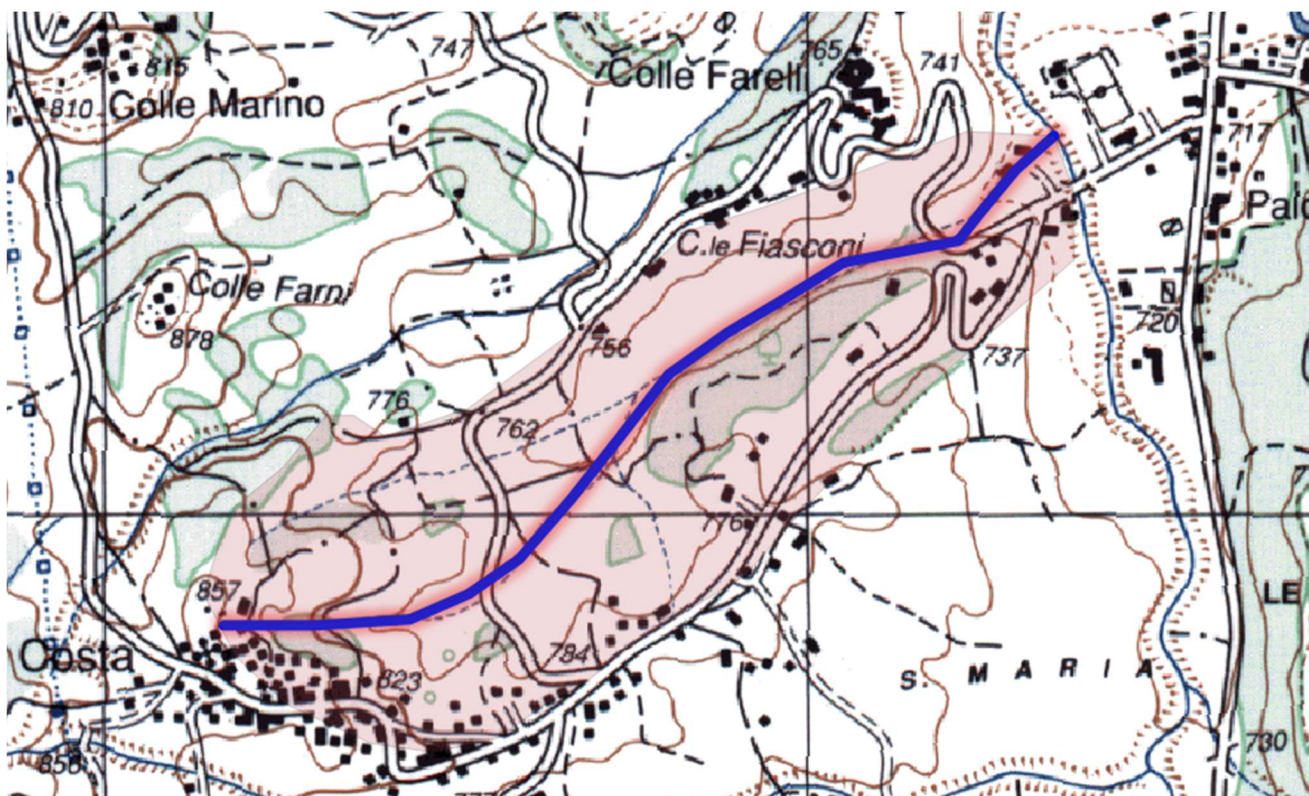


Figure 3 - Bacino idrologico di riferimento.

In prima analisi sono state valutate le caratteristiche morfometriche del bacino per scegliere quale delle numerose relazioni presenti in letteratura utilizzare per la determinazione del tempo di corrivazione.

Tabella 5 - Parametri morfometrici bacino di riferimento.

BACINO IDROLOGICO						
i media asta	A km ²	P km	H max	H min	H med	L km
0.095	0.503599	2.877	853	715	765	1.45

6.1.1 Tempo di corrivazione

Il **tempo di corrivazione** è il tempo necessario affinché l'acqua piovana caduta nel punto più lontano di un bacino idrografico raggiunga la sezione di chiusura del bacino stesso, solitamente un fiume o un canale di deflusso principale. Questo parametro è fondamentale in idrologia per il dimensionamento di opere di drenaggio e per la previsione delle piene.

Il tempo di corrivazione dipende da vari fattori, tra cui la **morfologia del bacino**, la **lunghezza e la pendenza dei corsi d'acqua**, il **tipo di suolo**, la **copertura vegetale** e la **permeabilità del terreno**. Più il bacino è inclinato e impermeabile, più il tempo di corrivazione sarà breve, favorendo un rapido deflusso e un maggiore rischio di inondazioni.

La sua stima avviene attraverso formule empiriche, come quelle di Kirpich o Giandotti, che tengono conto di parametri geometrici e idraulici del bacino. La conoscenza del tempo di corrivazione è essenziale per progettare opere idrauliche, modellare il deflusso delle piene e prevenire fenomeni alluvionali.

Vista l'estensione ridotta del bacino, sono state utilizzate le formule di Turazza, Ferro e Kirpich per determinare il tempo di corrivazione:

tc Kirpich [h]	tc Ferro [h]	tc Turazza [h]	tc medio [h]
0.23	0.489	0.77	0.49

Formula di Kirpich

$$T_c = 0.95 \frac{L^{1.155}}{d^{0.385}}$$

Tc (ore): tempo di corrivazione;

L: lunghezza dell'asta principale del bacino fino a monte (Km);

d : dislivello dell'asta principale del bacino (m).

Formula di Ferro

$$T_c = k A^{0.5}$$

Tc (ore): tempo di corrivazione;

A (kmq) : superficie del bacino;

k: coefficiente pari a 0,675.

Formula di Turazza

$$T_c = 1,085\sqrt{A}$$

T_c (ore): tempo di corrivazione;

A (kmq) : superficie del bacino;

Il procedimento finora descritto è idoneo per gli eventi lunghi ($t > 60$ min), ma non per gli eventi brevi ($t < 60$ min), poiché questi eventi seguono dinamiche meteorologiche diverse.

Pertanto, le curve di possibilità pluviometrica ottenute elaborando dati di piogge con durata maggiore di un'ora non danno valori affidabili per piogge di durata inferiore ai 60 min.

Si è verificato che i valori ottenuti risultano sovrastimati rispetto a quelli che effettivamente si possono verificare. Bell ha elaborato una formula valida per piogge di durata inferiore ai 60 min:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

questa formula consente di calcolare l'altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 min e tempo di ritorno T a partire dal valore $h_{60,T}$ ottenuto dalla curva di possibilità climatica relativa allo stesso tempo di ritorno T.

Pertanto, l'altezza di pioggia con tempo di ritorno 200 anni risulta:

$$h_{t,T} = (0,54 \times 29,59^{0,25} - 0,50) \times 39,30 \text{ mm} = 29,85 \text{ mm}$$

6.1.2 CALCOLO PORTATA CON IL METODO RAZIONALE

La formula razionale viene utilizzata nella progettazione dei collettori fognari e dei canali artificiali, oltre che nella verifica della capacità idraulica degli alvei fluviali, è conosciuta anche come metodo razionale o metodo delle sole piogge. Essa è una formula che, sotto alcune ipotesi, permette la stima della portata al colmo di piena che un evento di pioggia di determinato tempo di ritorno può produrre in una data sezione di chiusura di un bacino idrografico.

Il metodo cinematico, proposto da Turazza nel 1880, ed ampiamente utilizzato nella tradizionale prassi tecnica, è particolarmente adatto per bacini di estensione limitata e si basa sul fatto che la portata dipende dalle caratteristiche proprie del bacino sotteso e dall'evento pluviometrico in relazione alla sua durata.

S'ipotizza che venga raggiunta la massima portata quando i contributi di tutto il bacino raggiungono la sezione in esame; il tempo necessario affinché questo avvenga è detto tempo di corrivazione o di ritardo.

La valutazione della portata prevista allo sbocco viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q_{out}(y) = C \frac{A * h_r(t, T)}{t \times 3,60}$$

dove: h_r = altezza media di pioggia in mm;

A = area del bacino idrografico in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Uso del suolo Coefficiente di afflusso

Aree completamente rivestite-pavimentate 0.9-0.95

Zone urbane con fabbricazione densa 0.7-0.8

Zone urbane con poche aree verdi 0.6-0.7

Zone urbane con ampie aree verdi 0.5-0.6

Aree coltivate 0.2-0.5

Pascoli 0.15-0.45

Parchi e boschi 0.05-0.4

Dall'analisi del Corine Land Cover della Regione Abruzzo l'area viene censita come aree prevalentemente occupate da colture agrarie e, pertanto, è ragionevole utilizzare un coefficiente di deflusso pari a 0,40.

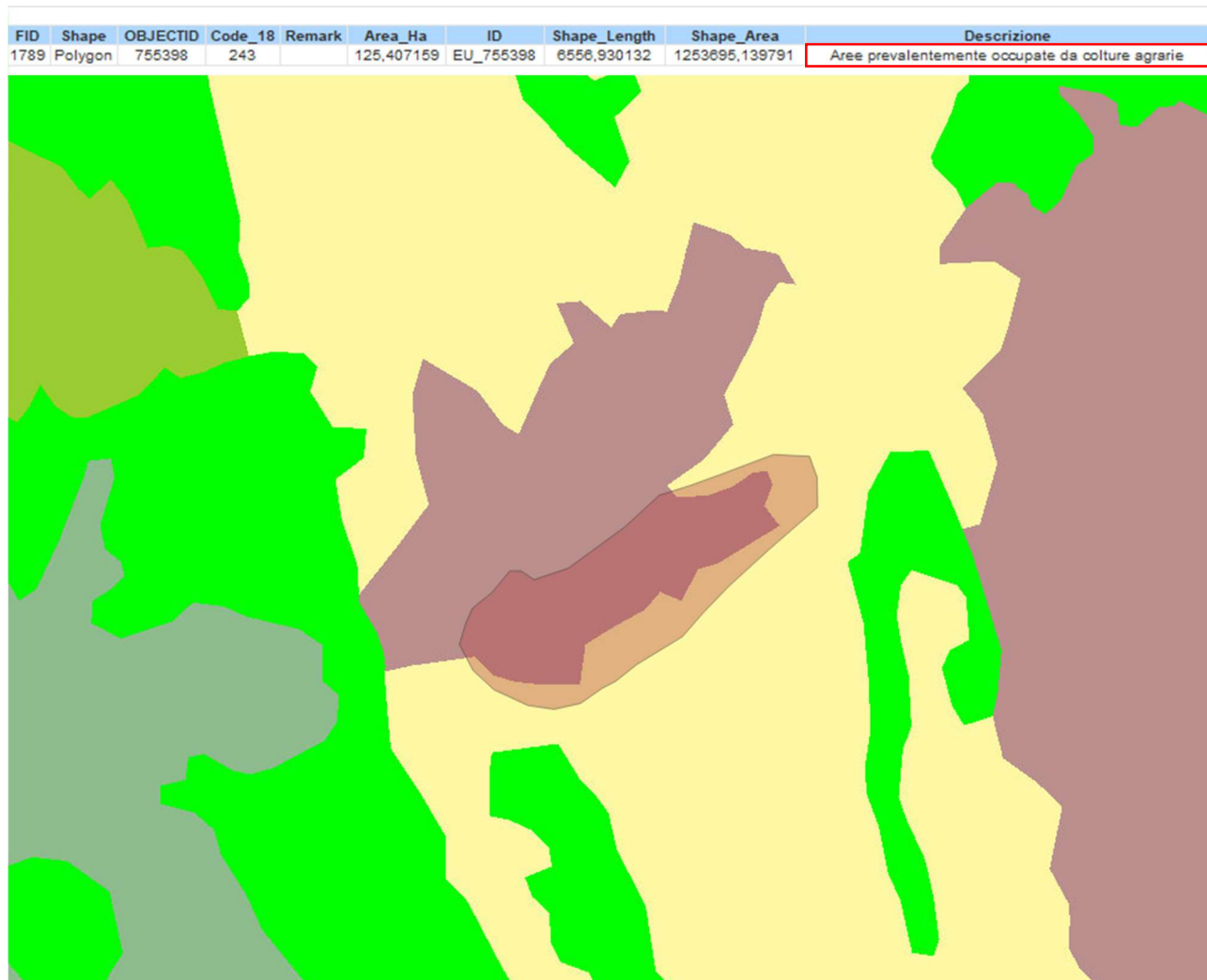


Figure 4 - Land cover e bacino imbrifero di riferimento.

Dall'applicazione della formula razionale la portata con tempo di ritorno 200ennale è pari a:

$$Q_{200} = 3,40 \text{ mc/s}$$

6.2 BACINO STRADALE

Nel caso in esame per i bacini stradali, la determinazione del tempo di corrivazione viene eseguita utilizzando la formula suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland (1971):

$$\tau_c = \left[26,3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{3600^{0.4(1-n)} a^{0.4} i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}}$$

τ_c = tempo di corrivazione del bacino (sec)

L= lunghezza superficie scolante (m)

K_s = coefficiente Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$)

i= pendenza media superficie scolante

a=coefficiente equazione possibilità pluviometrica (m/ora)

n= coefficiente equazione possibilità pluviometrica.

Per quanto riguarda la scabrezza della superficie scolante è stato assunto il valore di Gauckler – Strickler: $K_s = 70$.

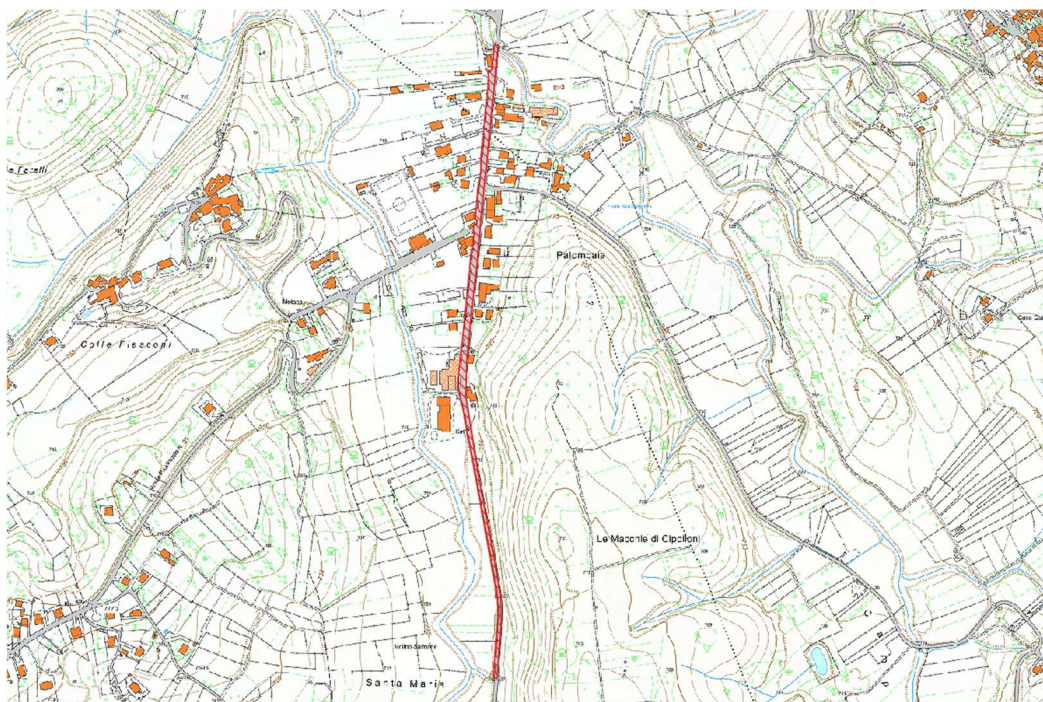


Figure 5 - Piattaforma stradale oggetto dell'intervento.

Il bacino stradale è stato delimitato a valle con la sezione di scarico, a monte dall'analisi della C.T.R. in scala 1:5.000, della carta I.G.M. 1:25.000 e dai sopralluoghi effettuati si ritrova la presenza di uno scarico delle acque di piattaforma verso un esistente impluvio (figura seguente). Per tale motivo, le acque provenienti dal tratto stradale di monte, non saranno convogliate verso il sistema di raccolta in progetto.



Figure 6 - Limite del bacino stradale di riferimento.

Con un percorso idraulico di 1150 m, una pendenza media della superficie scolante del 2% da rilievo, un coefficiente di Gauckler-Strickler pari a 70 (tipico delle pavimentazioni stradali) e con i parametri a ed n determinati in precedenza, si ottiene:

$$t_c = 0.37 \text{ h}$$

Dall'applicazione del metodo razionale, con coefficiente di deflusso pari all'unità (infiltrazione nulla) e la riduzione dalla pioggia di Bell per le portate di durata inferiore all'ora, la portata risulta:

$$Q = 0,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

6.3 BACINO 2

Il secondo bacino analizzato, in località Palombaia adiacente via L'Aquila, viene di seguito riportato:

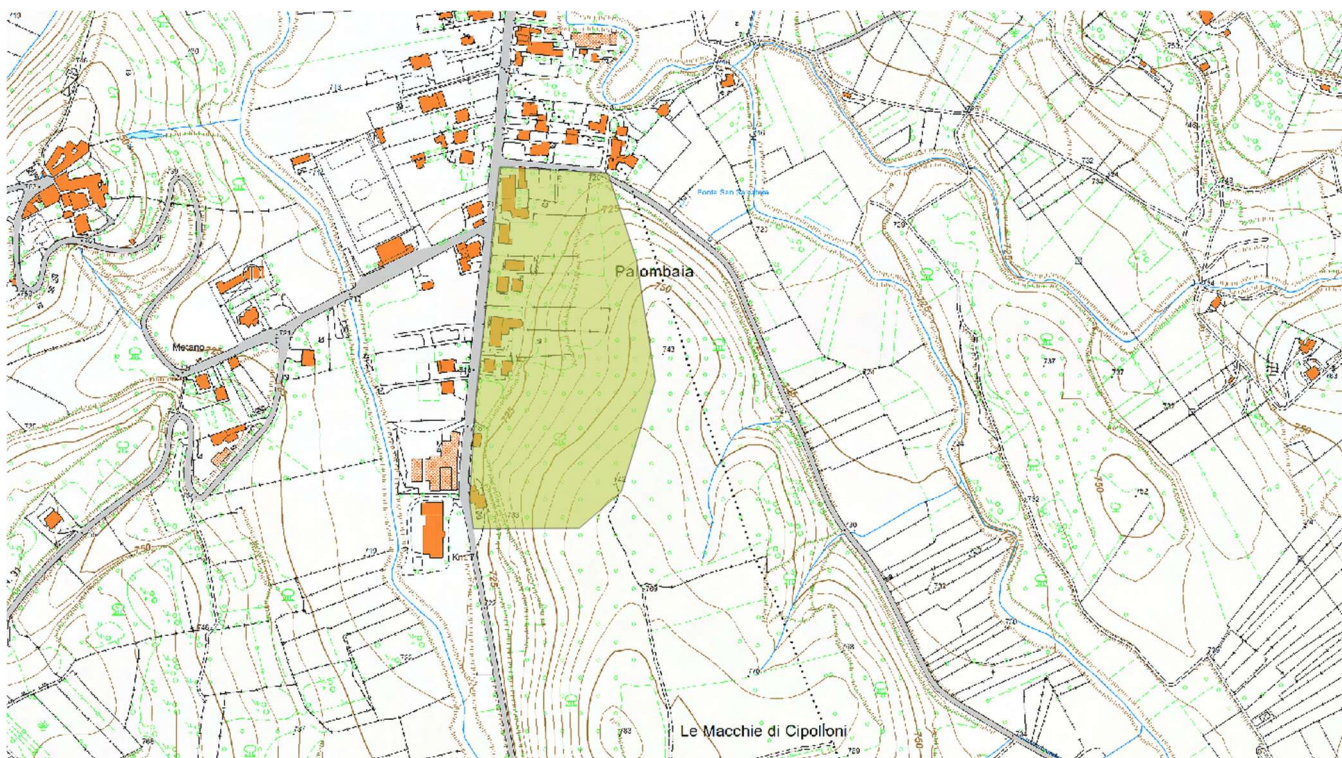


Figure 7 - Bacino idrologico di riferimento n.2.

$S = 0,05 \text{ km}^2$

6.3.1 Tempo di corrivazione

Il **tempo di corrivazione** è il tempo necessario affinché l'acqua piovana caduta nel punto più lontano di un bacino idrografico raggiunga la sezione di chiusura del bacino stesso, solitamente un fiume o un canale di deflusso principale. Questo parametro è fondamentale in idrologia per il dimensionamento di opere di drenaggio e per la previsione delle piene.

Il tempo di corrivazione dipende da vari fattori, tra cui la **morfologia del bacino**, la **lunghezza e la pendenza dei corsi d'acqua**, il **tipo di suolo**, la **copertura vegetale** e la **permeabilità del terreno**.

Più il bacino è inclinato e impermeabile, più il tempo di corrivazione sarà breve, favorendo un rapido deflusso e un maggiore rischio di inondazioni.

In relazione al bacino rappresentato nella Figura sopra riportata, in primis, è stato determinato il tempo di corrivazione (t_c) attraverso la formula di D'Asaro – Agnese:

$$t_c = \frac{0.43 \sqrt{S}}{v}$$

In cui:

- t_c : Rappresenta il tempo di corrivazione in ore;
- S : Rappresenta la superficie del bacino, espressa in km²;
- v : Rappresenta la velocità della corrente, posta pari a 1 m/s.

$$t_c = 0,1 \text{ h}$$

Il procedimento finora descritto è idoneo per gli eventi lunghi ($t > 60$ min), ma non per gli eventi brevi ($t < 60$ min), poiché questi eventi seguono dinamiche meteorologiche diverse.

Pertanto, le curve di possibilità pluviometrica ottenute elaborando dati di piogge con durata maggiore di un'ora non danno valori affidabili per piogge di durata inferiore ai 60 min.

Si è verificato che i valori ottenuti risultano sovrastimati rispetto a quelli che effettivamente si possono verificare. Bell ha elaborato una formula valida per piogge di durata inferiore ai 60 min:

$$\frac{h_{t,T}}{h_{60,T}} = 0,54 \cdot t^{0,25} - 0,50$$

questa formula consente di calcolare l'altezza di pioggia di durata inferiore ai 60 min e tempo di ritorno T a partire dal valore $h_{60,T}$ ottenuto dalla curva di possibilità climatica relativa allo stesso tempo di ritorno T .

Pertanto, l'altezza di pioggia con tempo di ritorno 200 anni risulta:

$$h_{t,T} = (0,54 \times 8,10^{0,25} - 0,50) \times 39,30 \text{ mm} = 13,20 \text{ mm}$$

6.3.2 CALCOLO PORTATA CON IL METODO RAZIONALE

La formula razionale viene utilizzata nella progettazione dei collettori fognari e dei canali artificiali, oltre che nella verifica della capacità idraulica degli alvei fluviali, è conosciuta anche come metodo razionale o metodo delle sole piogge. Essa è una formula che, sotto alcune ipotesi, permette la stima della portata al colmo di piena che un evento di pioggia di determinato tempo di ritorno può produrre in una data sezione di chiusura di un bacino idrografico.

Il metodo cinematico, proposto da Turazza nel 1880, ed ampiamente utilizzato nella tradizionale prassi tecnica, è particolarmente adatto per bacini di estensione limitata e si basa sul fatto che la portata dipende dalle caratteristiche proprie del bacino sotteso e dall'evento pluviometrico in relazione alla sua durata.

S'ipotizza che venga raggiunta la massima portata quando i contributi di tutto il bacino raggiungono la sezione in esame; il tempo necessario affinché questo avvenga è detto tempo di corrivazione o di ritardo.

La valutazione della portata prevista allo sbocco viene calcolata utilizzando la seguente formula:

$$Q_{out}(y) = C \frac{A * h_r(t, T)}{t \times 3,60}$$

dove: h_r = altezza media di pioggia in mm;

A = area del bacino idrografico in km²

C = coefficiente di afflusso

t_c = tempo di corrivazione in ore

Uso del suolo Coefficiente di afflusso

Aree completamente rivestite-pavimentate 0.9-0.95

Zone urbane con fabbricazione densa 0.7-0.8

Zone urbane con poche aree verdi 0.6-0.7

Zone urbane con ampie aree verdi 0.5-0.6

Aree coltivate 0.2-0.5

Pascoli 0.15-0.45

Parchi e boschi 0.05-0.4

Dall'analisi del Corine Land Cover della Regione Abruzzo l'area viene censita come aree prevalentemente occupate da colture agrarie e, pertanto, è ragionevole utilizzare un coefficiente di deflusso pari a 0,40.

Dall'applicazione della formula razionale la portata con tempo di ritorno 200ennale è pari a:

$$Q_{200} = 1,00 \text{ mc/s}$$