

COMMITTENTE:



COMUNE DI VALCHIUUSA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

OGGETTO:

REALIZZAZIONE MARCIAPIEDE TRA VICO E DRUSACCO LOTTO 1

LOCALITÀ DELL'INTERVENTO:

SP 64 DELLA VALCHIUSELLA

FASE PROGETTUALE:

PROGETTO ESECUTIVO

7	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-
2	Luglio 2023	PROGETTO ESECUTIVO	E.B.	I.B.	G.N.
1	Ottobre 2022	PROGETTO DEFINITIVO	E.B.	I.B.	G.N.
0	Gennaio 2022	STUDIO DI FATTIBILITÀ	-	M.V.R.	G.N.
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	RIESAMINATO

TITOLO:

RELAZIONE IDRAULICA

ARCHIVIO:

5505

FILE N°:

TESTALINI_ELABORATI

DATA:

Loranzè, Luglio 2023

STUDIO TECNICO Ing. GIANLUCA NOASCONO

TAVOLA N°

D

SCALA:

.

Sede legale
Via Barengo n.13, 10081
Castellamonte (To)
TEL. +39 348 7227848
e-mail: info.noascono@pec.it
P.IVA 08172840012

Sede operativa
Strada Provinciale 222, n.31
10010 Loranzè (To)
TEL. 0125.1970499
FAX 0125.564014
e-mail: gianluca.noascono@ilquadrifoglio.to.it

PROGETTISTA:

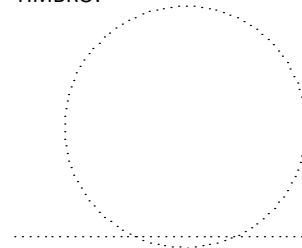
Dott. Ing. Gianluca NOASCONO
N° 8292 Y ALBO INGEGNERI
PROVINCIA DI TORINO

TIMBRO:



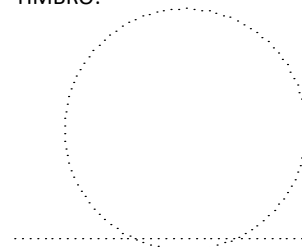
ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



ALTRA FIGURA:

TIMBRO:



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	4
3.1. LA SITUAZIONE ESISTENTE.....	5
4. LE OPERE IN PROGETTO.....	7
5. ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI	10
5.1 PREMESSE.....	10
5.2 ANALISI STATISTICHE	10
6. VERIFICA IDRAULICA.....	16
6.1. TIPOLOGIA TUBAZIONI IN PROGETTO.....	16
6.2. DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA.....	16
6.3. CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA DA SMALTIRE PER CIASCUNA TUBAZIONE IN PROGETTO 18	
6.4. VERIFICA TUBAZIONI IN PROGETTO.....	23
6.5. LE TRINCEE DISPERDENTI.....	26
6.6. POZZI DISPERDENTI.....	30
7. CONCLUSIONI.....	31
ALLEGATI.....	32
ALLEGATO 1 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 1 E TRATTO 2 DELLE TUBAZIONE IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO.....	33
ALLEGATO 2 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 3 E TRATTO 4 DELLE TUBAZIONE IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO.....	35

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Valchiusa ha incaricato il sottoscritto Dott. Ing. Gianluca NOASCONO, in qualità di rappresentante dello STUDIO TECNICO ING. G. NOASCONO con sede legale in Via Barengo, n. 13 - 10081 Castellamonte (TO), della redazione del progetto per la realizzazione dei lavori di "Realizzazione di marciapiede tra Vico e Drusacco - Lotto 1".

Il presente elaborato consente di ottemperare le richieste inoltrate dalla Città Metropolitana di Torino sul progetto di fattibilità tecnica ed economica mediante pratica n. 107139.

Le indagini di carattere idraulico condotte nella presente relazione sono realizzate tenendo conto delle opere di regimazione presenti sul territorio oggetto di studio.

Le opere in progetto comportano un incremento delle aree impermeabili, il quale genera il deflusso di una certa portata meteorica che dovrà essere smaltita dal sistema di drenaggio urbano previsto.

Il sistema scolante attuale non subirà sostanziali modifiche, in quanto si prevede di disperdere la portata di pioggia nella zona più depressa, come già attualmente avviene.

Dallo studio idrologico si è determinata la portata di progetto iniziale che dovrà essere smaltita da ciascun tratto di tubazione in progetto, mediante la quale sono state verificate idraulicamente le opere proposte.

Si procederà quindi al dimensionamento delle tubazioni in progetto, verificando che siano in grado di smaltire la portata meteorica afferente.

Mediante le simulazioni condotte sono stati ricostruiti i profili in moto uniforme, prevedibili per differenti eventi di piena, in modo da definire una scala delle portate e verificare cautelativamente i parametri di progetto tali da assicurare adeguate condizioni di sicurezza idraulica.

Si procede verificando idraulicamente anche la trincea drenante e i pozzi disperdenti in progetto, in quanto consentiranno di disperdere la portata di pioggia derivante dalle caditoie stradali all'interno del terreno antistante la zona Agrigelateria.

Si riportano in calce alla presente relazione gli elaborati derivanti dai calcoli effettuati:

- Tabella con i calcoli relativi alle tubazioni in progetto;
- Scala di deflusso ottenuta in riferimento alle tubazioni in progetto.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la definizione dei criteri di valutazione delle portate di progetto si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dalle seguenti disposizioni normative:

- Manuale intitolato *“Le precipitazioni intense in Piemonte, Distribuzione regionale delle piogge e caratterizzazione statistica dei valori estremi”* rilasciato dall'Agenzia regionale per la Protezione Ambientale (ARPA Piemonte) nel 2013;
- PS 45 (*Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché il ripristino delle aree di esondazione*), adottato con delibera dell'Autorità di Bacino del Fiume Po n. 9/1995 e pubblicato nel supplemento straordinario al Bollettino della Regione Piemonte n. 32 del 9/08/1995;
- Direttiva (*Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B*) emessa dall'autorità di Bacino del Fiume Po nell'ambito del “Piano stralcio delle Fasce Fluviali”, approvata dal Comitato tecnico in data 27.04.1999.
- PAI (*Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico*) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17 comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001.
7. Norme di attuazione _ DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA.
- Bollettino Ufficiale Regione Piemonte - Parte I e II Supplemento al numero 30 - 25 luglio 2002
Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45- 6656
- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.
allegato 1 - indirizzi per l'attuazione del PAI in materia urbanistica
allegato 2 - legenda regionale per la redazione della carta geomorfologica e del dissesto dei P.R.G.C. redatte in conformità alla circolare P.G.R. n. 7/LAP/96 e successiva N.T.E./99
allegato 3 - criteri per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico.

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO

Il Comune di Valchiusa è un comune sparso istituito il 1° gennaio 2019 dalla fusione dei comuni di Meugliano, Trausella e Vico Canavese e si estende su una superficie di kmq 49,61. Il territorio comunale si suddivide in ulteriori quattro frazioni (Drusacco, Inverso, Lago di Meugliano e Novareglia) che si estendono a differenti quote altimetriche e confina, andando in senso orario, a Nord con Traversella e Quincinetto, a Est con Brosso e Lessolo, a Sud con la Val di Chy, Rueglio e Castellamonte e a Ovest con Traversella e Valprato Soana.

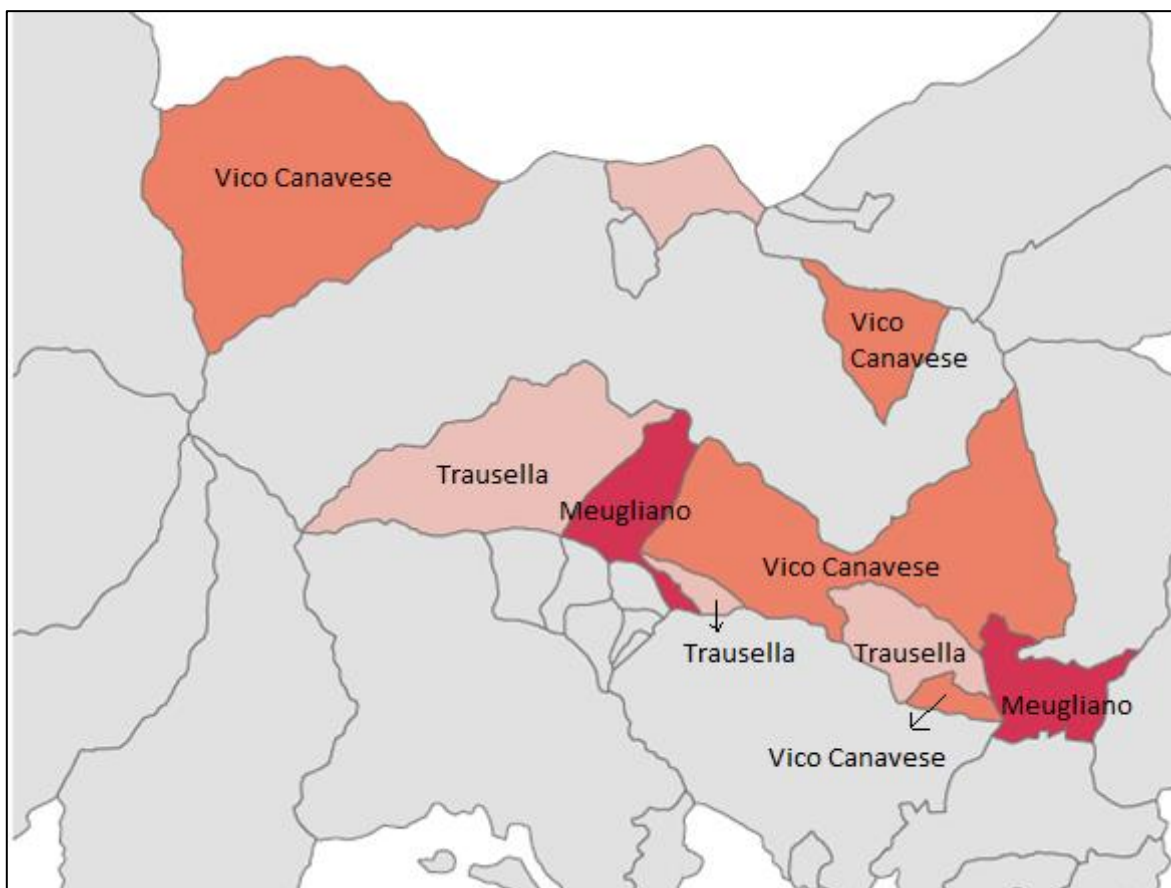


Figura 1: Comune di Valchiusa costituito dalla fusione dei comuni di Meugliano (rosso), Trausella (rosa) e Vico Canavese (arancione)

Buona parte del territorio ha caratteristiche montane ed è situato all'interno della Valchiusella, una vallata nata dai ghiacciai e geologicamente formata da due anfiteatri morenici, percorsa in tutta la sua lunghezza dal torrente Chiusella. Quest'ultimo rappresenta il corso d'acqua principale dell'area oggetto di analisi, oltre alla presenza di una serie di rii secondari.

Le località costituenti il nuovo Comune di Valchiusa si estendono in sinistra e in destra idrografica del torrente con altimetrie che variano da 415 m s.l.m. a 2757 m s.l.m.

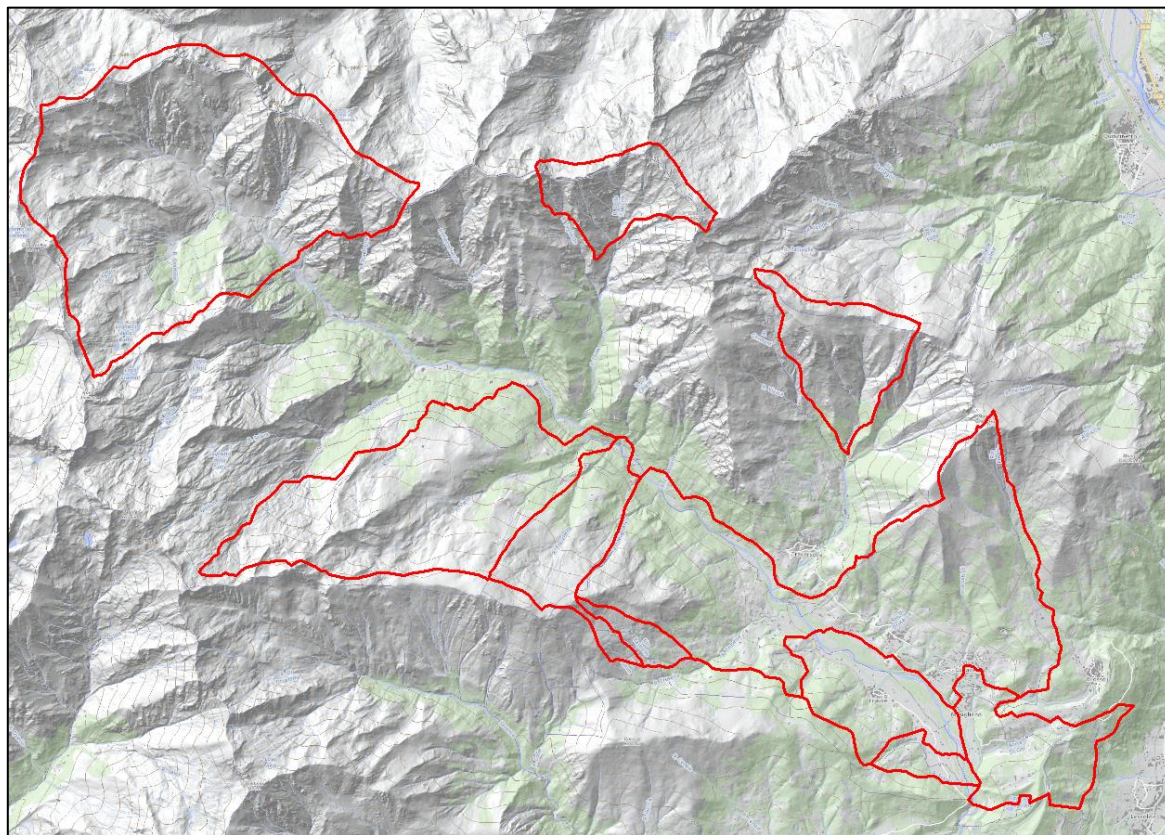


Figura 2: Estratto carta topografica del Comune di Valchiusa

3.1. LA SITUAZIONE ESISTENTE

L'area di intervento del presente progetto consiste in una porzione della Strada Provinciale 64 Dir. 4 che congiunge il concentrico di Vico Canavese con quello di Drusacco (vedi Figura 3).

Nel presente capitolo si analizza la situazione attuale valutata a partire da Drusacco nei pressi dell'Agrigelateria esistente fino a dopo il cimitero di Drusacco.

In tale tratto stradale si evidenzia l'assenza di caditoie che possano favorire lo smaltimento dell'acqua meteorica.

Nell'area oggetto di studio non sono presenti né marciapiedi, che assicurano il transito e la sosta in sicurezza ai pedoni, né parcheggi che garantirebbero la sosta prolungata di veicoli in prossimità del cimitero.

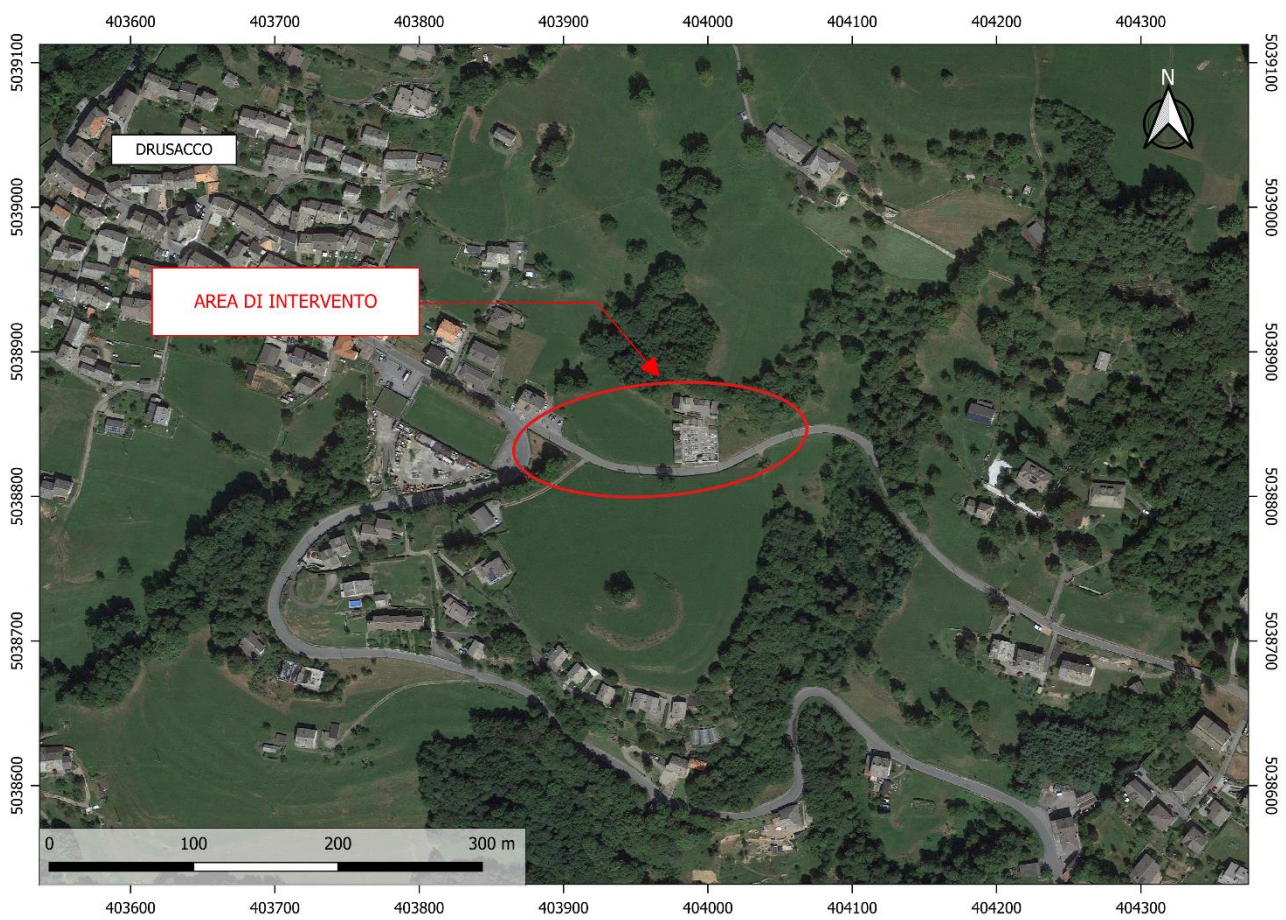


Figura 3 – Inquadramento area di intervento su ortofoto

4. LE OPERE IN PROGETTO

Il presente progetto riguarda la realizzazione di un primo lotto funzionale di marciapiede tra Vico e Drusacco, in particolare a partire da Drusacco nei pressi dell'Agrigelateria esistente fino a dopo il cimitero di Drusacco, per un'estensione di circa 185 metri, con allargamento della sede stradale a 6,50 metri oltre al nuovo marciapiede di 1,50 metri.

In particolare, le lavorazioni previste sono:

- Demolizione dei tratti di muri di controripa in pietrame presenti sia sul lato di monte (prima e dopo il cimitero), che sul lato di valle (fronte cimitero), con recupero della totalità di pietrame per la realizzazione delle nuove opere che sono previste con pietra locale.
- Demolizione del parapetto e delle porzioni di rampa esistente del cimitero interferenti con le opere in progetto.
- Spostamento del punto acqua esterno del cimitero.
- Scavo a sezione obbligata, con modesto reinterro a fine lavori a tergo delle nuove opere di contenimento di controripa, e trasporto di tutto il materiale di risulta e sistemazione del medesimo in prossimità del ponte di Trausella, sponda dx orografica, a ridosso del lato di monte della viabilità.
- Realizzazione delle nuove opere di contenimento di controripa, sia sul lato di monte che sul lato di valle, con fondazione ed elevazione in cemento armato gettato in opera, muratura di pregio lato stradale in pietrame locale e malta con giunti a vista a secco e copertina in cemento armato gettato in opera.
- Scogliera di sottoscarpa lato di valle tratto iniziale arrivando da Drusacco attualmente cedevole adiacente ad area verde comunale con monumento esistente, in pietrame e massi locali con intasamento in calcestruzzo e finitura a vista a secco, compresi maggiori oneri per: 1) scarico e movimentazione massi che non potranno essere scaricati direttamente sul sedime stradale al fine di evitare danneggiamenti; 2) finitura estetica a vista di elevato pregio ed esecuzione di idonei giunti a secco. In sommità è prevista copertina in c.a. e barriera omologata H2 bordo ponte in acciaio CORTEN.
- Rifacimento rampa cimitero con muretto di contenimento di pregio in pietrame locale e malta con giunti a vista a secco, copertina/cordolo in cemento armato gettato in opera e ringhiera parapetto di pregio in acciaio CORTEN. Pavimentazione rampa in cubetti di diorite sp. 9-11 cm posati su letto di sabbia sp. 4-6 cm con fondazione in cemento armato gettato in opera sp. 15 cm con rete elettrosaldata diam. 8 mm maglia 15 x 15 cm.
- Rete di regimazione acque in PVC SN 16 DN 630 come richiesto da Città Metropolitana di Torino, con letto di posa, rinfiando e totale ricoprimento in calcestruzzo magro dosato a 150 kg/mc fino al di sotto del ripristino stradale mediante misto cementato, sottofondo in misto granulare anidro sp. 30 cm, strato di base in tout-venant sp. 16 cm, emulsione bituminosa e strato di collegamento in binder sp. 6 cm. Si prevedono altresì caditoie in ghisa sferoidale a bocca di lupo a ridosso del marciapiede e alcune caditoie in ghisa sferoidale tipo "centro strada" in assenza di marciapiede, entrambe con cameretta/pozzetto in c.a. prefabbricato e collegamento al nuovo collettore.
- Trincea drenante/disperdente della lunghezza di circa 30,00 m in area comunale presente a valle per smaltimento delle acque, mediante scavo a sezione trapezia (base minore 3,00 m, base maggiore 4,00 m e altezza 2,50 m), sponda dx orografica, a ridosso del lato di monte della viabilità, n. 3

pozzettoni 1,00 x 1,00 x 3,00 m “senza fondo” (solo elementi di prolunga) di raccordo, tubo dreno in PP strutturato diam. 630 mm, geotessuto, ciottoli per 2,00 m più profondi, ricoprimento con materiale di scavo per i 0,50 m più superficiali e trasporto di tutto il materiale di risulta e sistemazione del medesimo in prossimità del ponte di Trausella.

- Predisposizione spostamento linea e-distribuzione con cavidotto 125 mm in bauletto in calcestruzzo magro dosato a 150 kg/mc, pozzetti in c.a. 50 x 50 cm, chiusini in ghisa sferoidale D 400 e plinto terminale in c.a. Si precisa che le linee aeree esistenti, i pali esistenti ed i corpi illuminanti esistenti saranno rimossi a cura di e-distribuzione ed Enel Sole.
- Predisposizione spostamento tratto di linea fibra ottica attualmente aereo con cavidotto 125 mm in bauletto in calcestruzzo magro dosato a 150 kg/mc senza pozzetti. Si precisa che le linee aeree esistenti saranno rimosse a cura dell'ente gestore.
- Predisposizione di doppio cavidotto 2 x 125 mm come richiesto da Città Metropolitana di Torino in bauletto in calcestruzzo magro dosato a 150 kg/mc, pozzetti in c.a. 50 x 50 cm e chiusini in ghisa sferoidale D 400.
- Nuova rete di illuminazione pubblica con cavidotto 110 mm in bauletto in calcestruzzo magro dosato a 150 kg/mc, pozzetti in c.a. 50 x 50 cm, chiusini in ghisa sferoidale D 400, n. 4 cavi tipo FG160R16 0,6/1 kV sezione 1 x 10 mmq, nuovo quadro elettrico, plinti per punti luce in c.a. 100 x 100 x 120 cm, pali a sezione circolare tronco conica in lamiera di acciaio saldata e zincata a caldo lunghezza totale 9,00 m di cui 8,00 m fuori terra ad interasse di 30 metri con armature stradali LED e cavi tipo FG160R16 0,6/1 kV sezione 2 x 1,5 mmq. I pali sono previsti ad “incasso” nella muratura in pietra che dovrà prevedere apposite e puntuali rientranze.
- Allargamento stradale con geotessuto, sottofondo in misto granulare anidro sp. 30 cm, strato di base in tout-venant sp. 16 cm, emulsione bituminosa e strato di collegamento in binder sp. 6 cm.
- Realizzazione del nuovo marciapiede stradale delimitato con cordoli in pietra sp. 12 cm e altezza 30 cm posati su calcestruzzo e rinfianciati con calcestruzzo, con pavimentazione in cubetti di diorite sp. 9-11 cm posati su letto di sabbia sp. 4-6 cm su fondazione del muro di contenimento, in assenza del quale, per il tratto iniziale verso l'Agrigelateria, si prevede sottofondo in misto granulare anidro sp. 30 cm e fondazione in cemento armato gettato in opera sp. 15 cm con rete elettrosaldata diam. 8 mm maglia 15 x 15 cm.
- Asfalto definitivo su tutta la larghezza stradale con scarifiche sp. 4 cm per raccordi e adeguamento quote pari a circa il 50% della superficie complessiva di sedime esistente, successiva pulizia e preparazione della totalità delle superfici, emulsione bituminosa e tappeto d'usura sp. 4 cm.
- Segnaletica stradale orizzontale con strisce continue bianche larghezza 15 cm per la viabilità (mezzzeria e due laterali), larghezza 12 cm per i parcheggi tratto iniziale verso l'Agrigelateria e linea di arresto con scritta STOP in prossimità dell'Agrigelateria.
- Segnaletica stradale verticale
- Raccordo provvisorio terminale tra la nuova opera di contenimento e il muro in pietrame esistente presente oltre il limite di intervento lato Vico C.se con apposita segnaletica verticale costituita da n. 4 delineatori di curva per garantire l'opportuna sicurezza veicolare nel provvisorio restringimento di carreggiata (dai 6,50 m in progetto ai 4,40 m circa esistenti). Prima del restringimento di carreggiata, arrivando da Drusacco, sarà predisposto cartello con pericolo di restringimento carreggiata a sinistra. Tale opera provvisoria verrà smantellata con proseguimento del marciapiede, dell'allargamento stradale e del relativo muro di contenimento di controripa con i futuri lotti successivi ai primi due già finanziati.

Nelle tavole grafiche di progetto sono esaurientemente rappresentate le caratteristiche progettuali delle opere descritte nella presente relazione.

5. ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

5.1 PREMESSE

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della *curva di probabilità pluviometrica (CPP)* o *curve intensità-durata-frequenza (IDF)*, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

dove i coefficienti a ed n sono da stimare con il metodo della regressione lineare sui dati disponibili.

Nello specifico, la determinazione di tali parametri prevede la rappresentazione su un piano bi-logaritmico dei massimi delle precipitazioni medie annue per ogni durata i quali, allineandosi su una retta, identificano un coefficiente angolare e un termine noto che sono rispettivamente i parametri cercati.

L'equazione precedente scritta in forma logaritmica risulta espressa come:

$$\log h = \log a + n \cdot \log t$$

Generalmente per la stima delle curve di probabilità pluviometrica nelle stazioni di misura si fa riferimento alle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano relative alle durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

5.2 ANALISI STATISTICHE

Nel caso in cui l'area oggetto di analisi sia priva di punti di misura diretta oppure le serie di dati a disposizione siano brevi, è necessario ricorrere a metodi di regionalizzazione delle precipitazioni basati su serie storiche da cui è possibile determinare il periodo di anni (tempo di ritorno, T_r) nel quale, mediamente, un determinato evento sia eguagliato o superato. Si precisa che tale parametro non rappresenta una scadenza fissa per il prodursi di un evento, ma la probabilità che esso possa verificarsi mediamente una volta nel periodo considerato.

Nella Regione Piemonte si sono riscontrati periodi interessati da scarse precipitazioni, che favoriscono l'insorgere di siccità, e periodi in cui si sono verificati intensi eventi alluvionali. La ricerca di specifici trend nelle serie storiche di eventi estremi risulta essere di notevole importanza, in quanto la possibilità di conoscere l'andamento nel tempo degli eventi piovosi consente di prevedere possibili scenari futuri e pianificare le risorse del territorio in modo tale da tutelare le persone e i loro beni.

L'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale (ARPA) del Piemonte ha provveduto a ricostruire lunghe serie temporali di precipitazioni brevi e intense disponibili sul territorio del Piemonte attraverso il recupero e la raccolta dei dati cartacei, la loro digitalizzazione e validazione.

Per poter valutare l'evoluzione nel tempo degli eventi piovosi estremi sono applicate le varie metodologie di analisi statistica sulle serie temporali oggetto di studio.

Le curve di possibilità pluviometrica per il dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche sono state costruite sulla base della procedura descritta nel manuale intitolato "Le precipitazioni intense in Piemonte, Distribuzione regionale delle piogge e caratterizzazione statistica dei valori estremi" rilasciato dall'Agenzia regionale per la Protezione Ambientale (ARPA Piemonte) nel 2013. L'analisi regionale delle precipitazioni intense in Piemonte ha prodotto una base dati omogenea nel tempo e nello spazio, finalizzata alla stima delle precipitazioni di progetto.

Tale base omogenea è stata riportata su un atlante, l'atlante delle precipitazioni intense, che fornisce i parametri a ed n della curva di possibilità pluviometrica stimati su una griglia a maglia quadrata di lato 250 m che copre l'intera regione.

Si procede con l'estrapolazione dei dati di pioggia dall'Atlante delle piogge intense del Piemonte presente nel geoportale ARPA. Per ogni cella, di lato 250 metri, appartenente alla griglia dell'Atlante sono assegnati per le due leggi di distribuzione di probabilità (GEV e Gumbel) i parametri " a " e " n ", i fattori di crescita " K_T " e le altezze di pioggia " h " per assegnato tempo di ritorno e per un tempo di pioggia di 10 min, 20 min, 30 min, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 12 ore e 24 ore.

Innanzitutto, è necessario individuare la cella in cui ricade l'intervento in progetto, alla quale corrispondono determinate coordinate e un ID identificativo, e in seguito ricavare i parametri idraulici che sono utilizzati per definire le altezze di pioggia e le intensità in funzione del tempo di ritorno e della durata della precipitazione.

Il metodo operativo di ricostruzione spazio – temporale delle precipitazioni estreme è denominato "kriging sequenziale" ed è stato applicato alle serie di precipitazioni estreme con durate 1 – 24 ore permettendo di stimarne le serie storiche ed i parametri della relazione intensità – durata – frequenza su un grigliato regolare che copre l'intero Piemonte. La relazione stimata localmente è estesa al campo delle durate sub-orarie introducendo una relazione compatibile con il comportamento reale delle precipitazioni nel campo delle durate inferiori all'ora. Nel complesso, il metodo fornisce per ciascun punto griglia, tre parametri per la caratterizzazione della curva intensità-durata, ovvero i parametri a e n che consentono di determinare la curva media, e il fattore di crescita delle precipitazioni estreme K_T funzione del tempo di ritorno.

Sovrapponendo la griglia costituita da maglie quadrate di 250 m di lato alla porzione di territorio digitalizzata è possibile risalire alle relative caratteristiche pluviometriche senza la necessità di ragguagliare i dati di pioggia con i metodi tradizionali.

La Figura 4 rappresenta lo schema utilizzato per la determinazione dei suddetti parametri.

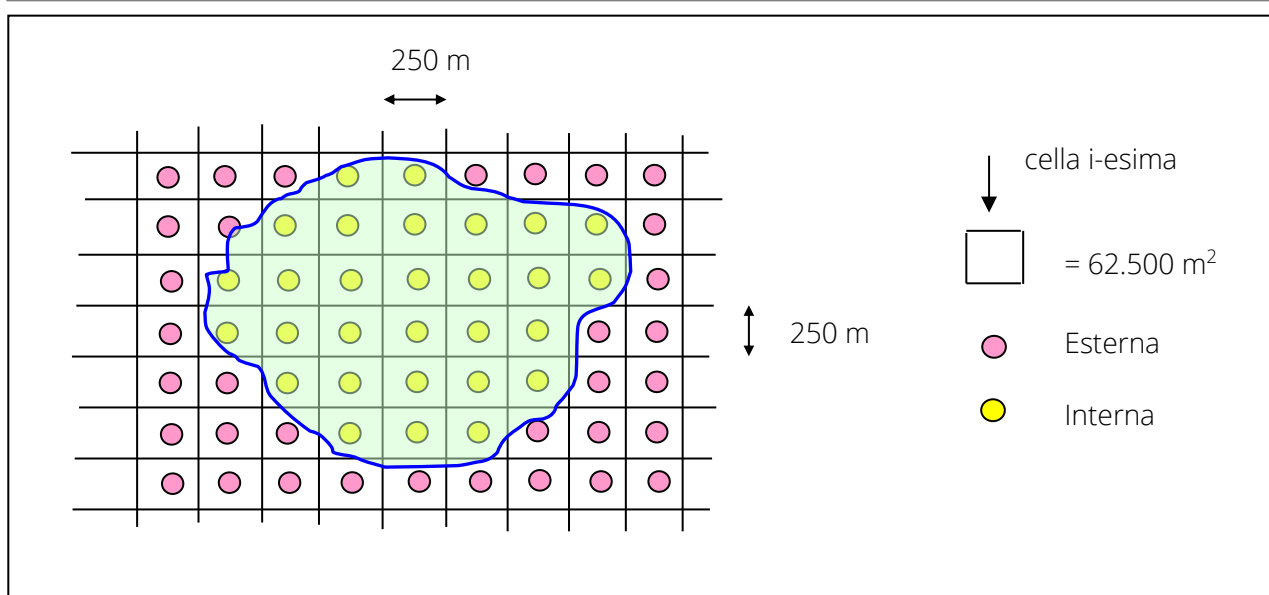


Figura 4 – Schema adottato per la determinazione dei coefficienti a e n secondo il metodo ARPA Piemonte

Nel caso in cui l'area oggetto di analisi rientri all'interno di due o più celle di lato pari a 250 m contigue e contenenti percentuali del bacino differenti, si procede alla determinazione dei parametri a e n attraverso una media ponderata.

Le relazioni utilizzate per la determinazione dei coefficienti a e n sono le seguenti

$$a = \sum \frac{A_{Cella}}{A_{Totale}} \cdot a_{Cella} \qquad n = \sum \frac{A_{Cella}}{A_{Totale}} \cdot n_{Cella}$$

dove:

- A_{Totale} = area totale del bacino considerato;
- A_{Cella} = area del bacino contenuto nella cella di 250 m di lato considerata;
- a_{Cella} = altezza di pioggia per la durata di un'ora della cella i -esima;
- n_{Cella} = esponente della cella i -esima;
- a = altezza di pioggia per la durata di un'ora stimata per la trattazione idrologica;
- n = esponente considerato per la trattazione idrologica.

La porzione di territorio in esame ricade all'interno di tre celle riportate in Tabella 1.

Tabella 1 – Celle metodo ARPA Piemonte in cui ricade l'area oggetto di studio

Cella	Lat: 5038959.95493, lon: 403905.454713	Lat: 5038709.95493, lon: 403905.454713	Lat: 5038709.95493, lon: 404155.454713
a	31,82	32,53	32,63
n	0,42	0,41	0,41

In merito al coefficiente di crescita K_T , si precisa che questo risulta essere uguale per tutte le celle considerate (Tabella 2).

Tabella 2 – Valori del fattore di crescita delle precipitazioni estreme K_T per assegnato tempo di ritorno, valido per tutte le celle ARPA considerate nell'analisi

GEV						
K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0,9	1,3	1,6	1,8	2,2	2,5	2,8
GUMBEL						
K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0	1,3	1,6	1,8	2,1	2,3	2,6

Considerato che le reti di fognatura sono normalmente progettate per un tempo di ritorno pari a 20 anni e che il fattore di crescita corrispondente risulta essere uguale per entrambe le leggi statistiche, allora risulta indifferente utilizzare l'una o l'altra legge di distribuzione di probabilità. Inoltre, per piccoli bacini occorre fare riferimento a precipitazioni di durata inferiore ad un'ora.

Nel caso in esame il calcolo dei parametri a e n non è avvenuto tramite media ponderata dei suddetti coefficienti in funzione delle aree ricadenti all'interno delle rispettive celle ma si è proceduto calcolando una media aritmetica dei suddetti ottenendo i valori riportati in Tabella 3.

Tabella 3 – Valori dei coefficienti a e n per l'area individuata ubicata nel comune di Grugliasco

Coefficienti curva IDF o Curve di Possibilità Pluviometrica	a	32,33
	n	0,41

La forma più frequentemente utilizzata in Italia per descrivere l'andamento della curva IDF nell'arco temporale 1 – 24 ore è la seguente:

$$i(d) = a \cdot d^{n-1}$$

con parametri a ed n stimati su una griglia a maglia quadrata di lato 250 m che copre l'intera regione.

Tuttavia, questa relazione può risultare inadeguata nel campo delle brevi durate dove, per $d \rightarrow 0$, il comportamento reale dell'intensità di pioggia prevede che queste non crescano più in maniera indefinita ma convergano ad un valore finito di intensità. Per tale motivo è necessario introdurre un'espressione più flessibile della relazione intensità – durata nell'analisi delle precipitazioni sub – orarie data da:

$$i(d) = i_0(1 + B \cdot d)^\beta$$

dove $i_0 = \frac{a}{(1+B)^\beta}$ e $\beta = \frac{(n-1)(1+B)}{B}$ che, sostituite nella relazione precedente, forniscono l'espressione:

$$i(d) = a \cdot \left(\frac{1 + B \cdot d}{1 + B} \right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}}$$

Il parametro B , relativo alla variabilità sub – oraria, è stimato per via numerica con il metodo dei minimi quadrati che restituisce una stima di B pari a:

$$\hat{B} = 136.5h^{-1} \text{ con } h = a \cdot d^n$$

La dipendenza delle precipitazioni dal tempo di ritorno può essere ricostruita moltiplicando le suddette relazioni per un fattore di crescita K_T indipendente dalla durata delle precipitazioni e, pertanto, utilizzabile come semplice fattore moltiplicativo delle relazioni medie definite in precedenza.

Applicando le formule sopra citate si ottengono i valori di intensità di precipitazione per assegnato tempo di ritorno riportati in Tabella 4 e Tabella 5, distinguendo tra gli eventi meteorici caratterizzati da una durata superiore o inferiore ad un'ora.

- Per $d \geq 1h$

Tabella 4 – Valori di intensità di precipitazione per durate dell'evento meteorico maggiori di un'ora interessanti l'area in progetto

d [minuti]	d[h]	h [mm]	i [mm/h]	iT2 [mm/h]	iT5 [mm/h]	iT10 [mm/h]	iT20 [mm/h]	iT50 [mm/h]	iT100 [mm/h]	iT200 [mm/h]
60	1	32,33	32,33	29,09	42,02	51,72	58,19	71,12	80,82	90,51
90	1,5	38,17	25,45	22,90	33,08	40,72	45,81	55,99	63,62	71,26
120	2	42,95	21,48	19,33	27,92	34,36	38,66	47,25	53,69	60,13
150	2,5	47,07	18,83	16,94	24,47	30,12	33,89	41,42	47,07	52,72
180	3	50,72	16,91	15,22	21,98	27,05	30,43	37,19	42,27	47,34
240	4	57,07	14,27	12,84	18,55	22,83	25,68	31,39	35,67	39,95
300	5	62,54	12,51	11,26	16,26	20,01	22,51	27,52	31,27	35,02
360	6	67,39	11,23	10,11	14,60	17,97	20,22	24,71	28,08	31,45
420	7	71,79	10,26	9,23	13,33	16,41	18,46	22,56	25,64	28,72

- Per $d < 1h$

Tabella 5 – Valori di intensità di precipitazione per durate dell'evento meteorico maggiori di un'ora interessanti l'area in progetto

d [minuti]	d[h]	h [mm]	B	i [mm/h]	iT2 [mm/h]	iT5 [mm/h]	iT10 [mm/h]	iT20 [mm/h]	iT50 [mm/h]	iT100 [mm/h]	iT200 [mm/h]
5	0,08	11,67	11,70	106,45	95,81	138,39	170,32	191,61	234,19	266,13	298,06
10	0,17	15,51	8,80	80,02	72,02	104,03	128,04	144,04	176,05	200,06	224,07
15	0,25	18,31	7,45	66,71	60,04	86,72	106,73	120,07	146,76	166,77	186,78
20	0,33	20,60	6,63	58,19	52,37	75,65	93,11	104,74	128,02	145,48	162,94
30	0,50	24,33	5,61	47,46	42,71	61,69	75,93	85,42	104,40	118,64	132,88
45	0,75	28,73	4,75	38,13	34,32	49,57	61,01	68,64	83,90	95,34	106,78
60	1,00	32,33	4,22	32,33	29,09	42,02	51,72	58,19	71,12	80,82	90,51

Nel caso oggetto di studio si adotta un valore di intensità di pioggia associato ad un tempo di ritorno pari a 20 anni, generalmente utilizzato per la progettazione/verifica delle fognature, e una durata dell'evento meteorico pari a 15 minuti, essendo noto che le piogge di breve durata (scrosci o temporali) sono connesse a intensità di precipitazioni assai più elevate, di cui occorre tenere conto puntualmente per reti di piccola e piccolissima estensione, da cui si ricava un valore di progetto di intensità pari a

$$i = 120,07 \text{ mm/h}$$

Per il dimensionamento/verifica della rete idrica in questione **si adotta, a favore di sicurezza, un valore di intensità pari a 150 mm/h**, considerando il verificarsi di eventi meteorici caratterizzati sempre più frequentemente da brevi durate e forte intensità.

6. VERIFICA IDRAULICA

Nel presente capitolo si verifica il nuovo sistema di smaltimento delle acque piovane, funzionale a smaltire le portate generate dall'incremento delle aree scolanti impermeabili dovute alle opere in progetto e afferenti a ciascun tratto delle tubazioni di nuova realizzazione. Quindi si procede verificando cautelativamente i parametri di progetto in modo tale da garantire adeguate condizioni di sicurezza idraulica.

6.1. TIPOLOGIA TUBAZIONI IN PROGETTO

Per le condotte si adottano tubi in PVC della serie con rigidità minima anulare SN16 kN/mq secondo la norma EN 13476-1, giunto a bicchiere con anello elastomerico di tenuta per sistemi di fognatura; nello specifico, i diametri interni delle varie tubazioni da utilizzare sono i seguenti:

- 581,8 mm (spessore mm 24,1) per il diametro nominale DN 630 mm.

Le velocità devono essere comprese nel range di velocità avente come estremi 0,5 m/sec e 5 m/s.

6.2. DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA

Il coefficiente di scabrezza può assumere differenti valori in funzione del materiale e delle condizioni di usura della tubazione, e di eventuali rivestimenti o trattamenti applicati per preservarne le caratteristiche nel tempo.

La Tabella 6 presenta i valori di riferimento per i coefficienti di scabrezza secondo le formule di Bazin, Kutter e Strickler, riferiti alle diverse tipologie di materiale e delle condizioni in cui questi si presentano.

Tabella 6 – Coefficienti di scabrezza delle tubazioni secondo le formule di Bazin, Kutter e Strickler

Tubazione	ϵ mm	Bazin (γ) $\text{mm}^{1/2}$	Kutter (m) $\text{mm}^{1/2}$	Strickler (k_s) $\text{mm}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$
<i>Tubazione tecnicamente liscia</i>				
Vetro, ottone, rame, trafilato, vetroresina, materiali plastici (a seconda delle condizioni di servizio)	0-0,02	-	-	-
<i>Tubazione d'acciaio</i>				
Nuovi				
Grezzi non saldati	0,03-0,06	-	-	130-115
Grezzi saldati (produzione di serie)	0,03-0,08	-	-	130-110
<i>Nuovi con rivestimenti degradabili nel tempo</i>				
Verniciati per centrifugazione	0,02-0,05	-	-	140-120
Bitumati per immersione	0,10-0,15	0,06	0,12	100
Con asfalto o catrame applicati a mano	0,5-0,6	0,16	0,20-0,25	85-80

<i>In servizio, grezzi o con rivestimenti degradabili</i>				
Con leggera ruggine	0,6-0,8	0,18	0,25	80-90
Con tubercolizzazione diffusa	1-4	0,23	0,30-0,35	75-70
<i>Con trattamenti o rivestimenti non degradabili nel tempo (a seconda delle condizioni di servizio)</i>				
Zincati	0,02-0,05	-	-	140-120
Galvanizzati	0,015-0,03	-	-	140-130
Rivestimento bituminoso a spessore	0,015-0,04	-	-	140-125
Rivestimento cementizio applicato per centrifugazione	0,05-0,15	< 0,06	< 0,12	120-100
Tubazione in ghisa	ε mm	Bazin (γ) mm^{1/2}	Kutter (m) mm^{1/2}	Strickler (k_s) mm^{1/3}·s⁻¹
<i>Nuovi</i>				
Grezzi	0,2-0,4	0,10	0,12	90-85
Rivestiti internamente con bitume (rivestimento degradabile)	0,10-0,20	0,10	0,15	90
<i>In servizio, grezzi o con rivestimenti degradabili</i>				
Con lievi incrostazioni	0,4-1,0	0,16	0,20	85-75
Parzialmente arrugginiti	1,0-2,0	0,23	0,30-0,35	75-70
Con forti incrostazioni	3-5	0,36	0,4	65
<i>In servizio, grezzi o con rivestimenti degradabili</i>				
Cemento applicato per centrifugazione	0,05-0,15	< 0,06	< 0,12	120-100
Tubazione in cemento	ε mm	Bazin (γ) mm^{1/2}	Kutter (m) mm^{1/2}	Strickler (k_s) mm^{1/3}·s⁻¹
Cemento amianto (nuovi)	0,03	< 0,06	< 0,12	130-105
In servizio	0,10-0,4	0,10	0,12	105-85
Cemento armato con intonaco perfettamente liscio (nuovi)	0,10-0,15	0,06	0,12	100
Come sopra, in servizio da più anni	1-3	0,23	0,30-0,35	75-70
Gallerie con intonaco di cemento, a seconda del grado di finitura e delle condizioni di servizio	1-10	0,23-0,36	0,30-0,45	70-60

Nel caso oggetto di analisi, si assume un valore di scabrezza di Strickler pari a 90 mm^{1/3}·s⁻¹ per le tubazioni in PVC in progetto.

6.3. CALCOLO DELLA MASSIMA PORTATA DA SMALTIRE PER CIASCUNA TUBAZIONE IN PROGETTO

La stima della portata al colmo di piena può essere eseguita mediante tre tipi di metodi: metodi empirici, metodi indiretti e metodi diretti. I primi si basano sull'osservazione dei valori di portata al colmo di piena che vengono posti in relazione con particolari parametri geomorfologici del bacino (superficie, pendenza media dell'asta torrentizia, coefficiente di corrivazione e di laminazione), i secondi sfruttano un modello di trasformazione afflussi-deflussi che consente di determinare il valore di portata di progetto partendo dall'analisi statistica delle precipitazioni e, infine, i metodi diretti pervengono al valore della portata al colmo in una sezione di interesse a partire dall'analisi di serie storiche osservate di portata. Tutti i metodi citati consentono di determinare, in termini probabilistici, i massimi valori di portata associati ad un determinato tempo di ritorno T_r il cui legame è rappresentato da una funzione monotona crescente secondo cui all'aumentare del tempo di ritorno incrementa il valore di portata al colmo di piena.

Per il caso in esame si tratta di quantificare la portata che potrebbe interessare le porzioni di territorio oggetto di studio a lavori ultimati, identificando la quota parte generata da suolo pubblico.

Nello specifico, si contemplano i flussi prodotti dalle aree verdi e dalle aree impermeabili quali parcheggi e viabilità. Per maggiori ragguagli circa le aree in questione si rimanda all'elaborato grafico.

Il valore della portata di progetto è stato calcolato applicando un metodo indiretto, ovvero il metodo razionale cinematico che si basa sulle seguenti ipotesi:

- la formazione della piena è dovuta unicamente ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende soltanto dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità di ogni singola goccia non è influenzata dalla presenza delle altre gocce, ovvero ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre;
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree in cui è stato discretizzato il bacino

Il metodo cinematico basa il calcolo della portata al colmo di piena sulla relazione che segue:

$$Q_{max} = C \frac{i(d, T) \cdot S_b}{3.6 \cdot \varepsilon}$$

dove:

- C = coefficiente di deflusso;
- i = intensità di precipitazione calcolato come [mm/h];
- S_b = superficie del bacino [km²];
- ε = coefficiente di laminazione.

L'intensità di precipitazione $i(d,T)$ si ricava dalle equazioni $i(d) = a \cdot d^{n-1}$ oppure $i(d) = a \cdot \left(\frac{1+B \cdot d}{1+B}\right)^{\frac{(n-1)(1+B)}{B}}$ a seconda che la precipitazione sia super – oraria oppure sub – oraria, moltiplicata per il fattore di crescita K_T secondo le elaborazioni statistiche precedentemente descritte (Paragrafo 0).

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni dell'area in studio. In generale si fa riferimento alle indicazioni riportate sul Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Norme di attuazione – adottate con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 e, nello specifico, per porzioni di territorio di piccole dimensioni, tale documento fa riferimento ai coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation* e da *Handbook of Applied Hydrology*, Ven Te Chow (1964) riportati nelle tabelle che seguono (Tabella 7,

Tabella 8).

Tabella 7 – Coefficienti di deflusso raccomandati da American Society of Civil Engineers e da Pollution Control Federation

Caratteristiche del bacino	ϕ Coeff. Deflusso
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a media pendenza (2-7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a elevata pendenza (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a media pendenza (2-7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a elevata pendenza (7%)	0,25 – 0,35

Tabella 8 – Coefficienti di deflusso raccomandati da Handbook of Applied Hydrology, Ven Te Chow (1964)

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

Nel caso specifico, l'attribuzione del valore del **coefficiente di deflusso** si basa unicamente sulla distinzione tra **aree permeabili** e **non permeabili** (coperture, interrati e viabilità) in funzione delle quali assume rispettivamente un valore pari a **0.20** e **1.00**.

In merito al coefficiente di laminazione, questo può essere valutato a mezzo della curva rappresentata graficamente in Figura 5.

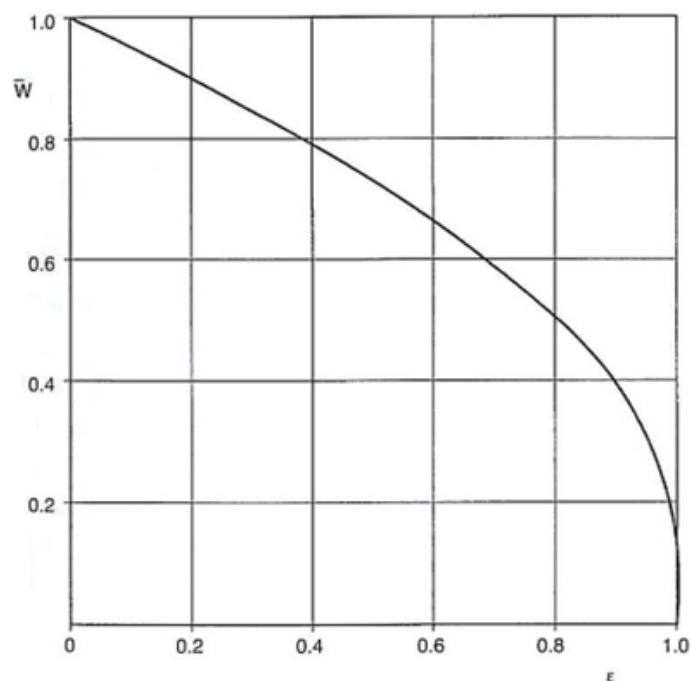


Figura 5 - Tabella per la determinazione del coefficiente di laminazione

Il parametro $\bar{W} = W^* / \Phi \cdot h \cdot S$ rappresenta il rapporto tra il volume di massimo invaso W^* del bacino e il volume di pioggia netta, con Φ coefficiente di afflusso. Tale parametro può essere determinato utilizzando l'ipotesi di Giandotti secondo cui il volume d'acqua massimo invasato risulta pari all'area triangolare rappresentativa della fase di esaurimento del fenomeno secondo la relazione $W = \frac{m-1}{m}$. I valori del parametro m sono suggeriti da Giandotti e riportati in Tabella 9 con i relativi coefficienti di laminazione ottenuti.

Tabella 9 - Determinazione del coefficiente di laminazione ϵ secondo l'ipotesi di Giandotti in funzione del parametro m

Superficie (km ²)	m	ϵ
< 300	4	0,46
300 - 500	4,5	0,41
500 - 1000	5,0	0,38
1000 - 8000	5,5	0,35
8000 - 20000	6,0	0,33

Per bacini impermeabili di estensione modeste (dell'ordine dei 100 km²) si può ammettere che le onde di piena siano simmetriche rispetto al colmo ($m \approx 2$). Il parametro W sarà pertanto pari a 0,5 a cui corrisponde un valore di ϵ pari a 0,80.

In questa sede si utilizzerà un **coefficiente di laminazione** pari ad **1,00**.

A fronte delle considerazioni e dei calcoli sopra riportati, si rappresentano in Tabella 10 i valori di massima portata generata dalle sole superfici impermeabili di nuova realizzazione previste nelle opere da realizzarsi e afferenti ai tratti della tubazione in progetto. Tali tratti sono indicati nella planimetria di progetto mediante lettere, come riportato in Figura 6.

Tabella 10 – Calcolo della portata generata dall'incremento dell'area impermeabile in progetto

Aree di competenza dovute ai soli incrementi delle superfici impermeabili					
Tubazione in progetto	Superficie impermeabile di scolo (m ²)	Ipotesi di intensità (mm/h)	Coef. di deflusso medio (-)	Portata (l/s)	Portata da disperdere (l/s)
Tratto 1 – da A a B	162,7	150	1	6,78	6,78
Tratto 2 - da B a C	62,6	150	1	2,61	9,39
Tratto 3 - da C a D	317,4	150	1	13,22	22,61
Tratto 4 - da D a E	205,1	150	1	8,55	31,16

Ne consegue che la **portata di progetto** generata dall'area di studio risulta essere pari a **31,16 l/s**.

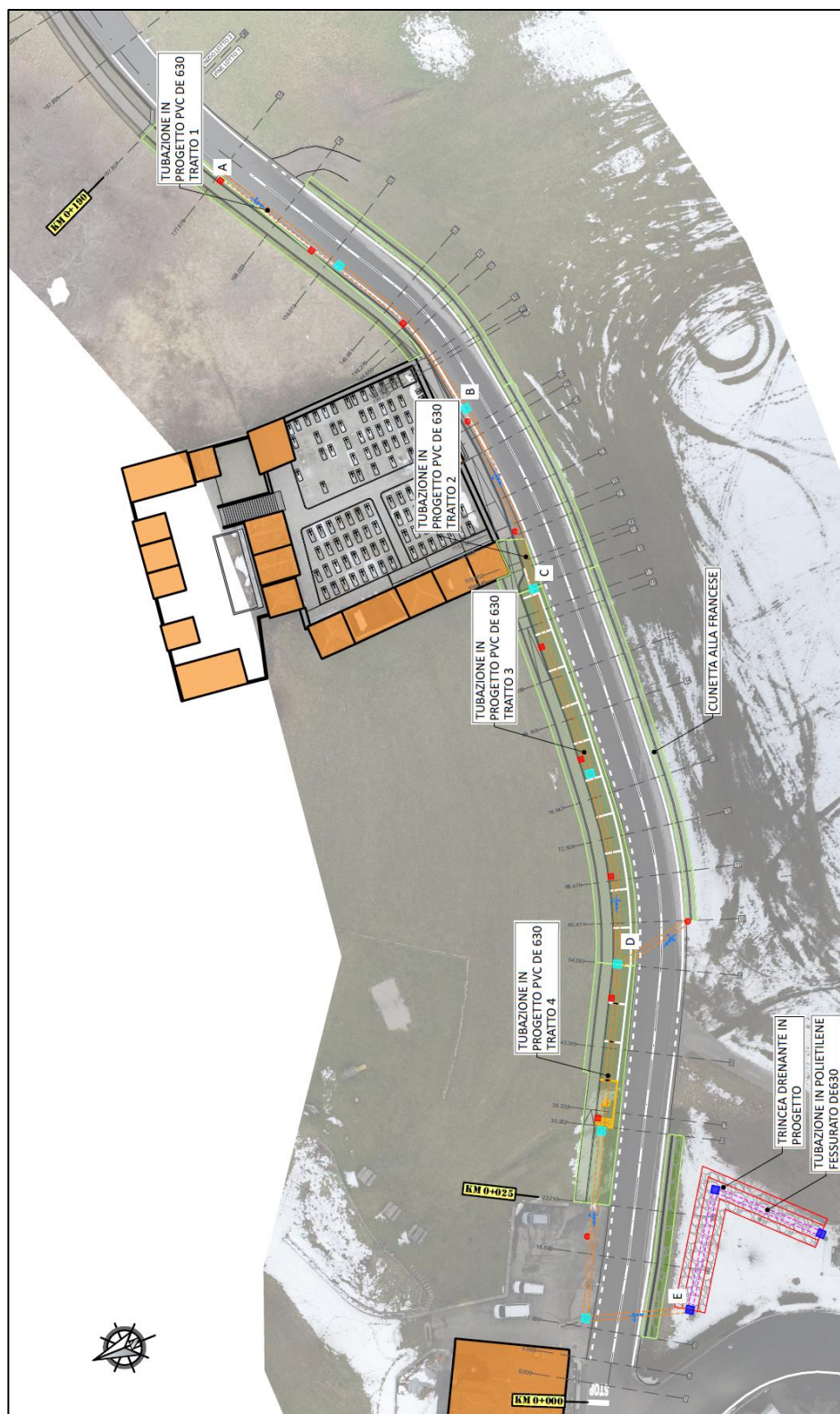


Figura 6 – Estratto Tavola in progetto con indicazione delle aree scalanti afferenti (indicati con retino verde) a ciascun tratto di tubazione in progetto opportunamente numerata e rappresentata da lettere

6.4. VERIFICA TUBAZIONI IN PROGETTO

Si è condotta la verifica idraulica considerando l'area gravante sulla cunetta alla francese in progetto come area di scolo afferente ai tratti di tubazione di nuova realizzazione, come se la strada avesse un'unica pendenza trasversale. Quindi, tutta la portata generata dagli incrementi di area impermeabile dovuti alle opere in progetto confluisce interamente nelle tubazioni in progetto e in ultima istanza nella trincea drenante e nei pozzi disperdenti di nuova realizzazione.

Al fine di verificare che ciascuna tubazione in progetto sia in grado di smaltire la massima portata proveniente dalle rispettive aree scolanti di competenza, di cui si considerano solo degli incrementi previsti nello stato di progetto, si procede introducendo le relazioni analitiche che consentono di valutare la conformità delle tubazioni in progetto nei confronti della portata idrica afferente.

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è dimensionato in modo da garantire che le acque derivanti dalle superfici di scolo impermeabili possano essere convogliate in sicurezza all'interno delle condotte in progetto.

La portata di ogni tubazione è stata verificata utilizzando la relazione di Chezy, ovvero ipotizzando un moto uniforme a pelo libero in collettore a sezione circolare.

$$Q = \Omega \cdot \chi \cdot (R \cdot i)^{\frac{1}{2}} \left(\frac{l}{s} \right)$$

dove:

- Ω è l'area bagnata;
- χ è il coefficiente di Chezy, dato dal prodotto tra la scabrezza c e il raggio idraulico R elevato a $1/6$;
- R raggio idraulico;
- i pendenza del tratto.

Schematizzando la sezione interessata dal passaggio della portata liquida ad una forma circolare avente le seguenti caratteristiche:

Tratto 1 e Tratto 2 delle tubazioni in progetto

Diametro:	0,5818 m ($\phi 630$ spessore 24,1 mm);
Pendenza motrice i :	3,0 m/km;
Coef, scabrezza K_s :	90 m ^{1/3} /s.

si è potuto tracciare la scala di deflusso riportata in ALLEGATO 1 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 1 E TRATTO 2 DELLE TUBAZIONI IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, considerando la massima portata da smaltire, si ottengono i seguenti valori:

Tubazione in progetto	y [m]	Riempimento (%)	B [m]	A [m ²]	V [m/s]	Q [l/s]	V ² /2g [m]
Tratto 1	0,055	9,5	0,36	0,01	0,53	6,78	0,01
Tratto 2	0,065	11,1	0,39	0,02	0,58	9,39	0,02

In cui:

Y: Battute Idrico [m];

B: Contorno bagnato [m];

A: Area sezione bagnata [m²];

V: Velocità [m/s]

$$V = K_s \left(\frac{A}{B} \right)^{1/6} \cdot \left(\frac{i}{1000} \cdot \frac{A}{B} \right)^{1/2}$$

Q: Portata [m³/s]

$$Q = A \cdot V$$

V²/2g: Termine cinetico [m].

Tratto 3 e Tratto 4 delle tubazioni in progetto

Diametro: 0,5818 m (φ630 spessore 24,1 mm);

Pendenza motrice i: 60,0 m/km;

Coef, scabrezza Ks: 90 m^{1/3}/s,

si è potuto tracciare la scala di deflusso riportata in ALLEGATO 2 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 3 E TRATTO 4 DELLE TUBAZIONE IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO.

Dall'analisi dei risultati ottenuti, considerando la massima portata da smaltire, si ottengono i seguenti valori:

Tubazione in progetto	y [m]	Riempimento (%)	B [m]	A [m ²]	V [m/s]	Q [l/s]	V ² /2g [m]
Tratto 3	0,05	8,3	0,34	0,01	2,17	22,61	0,24
Tratto 4	0,06	9,6	0,37	0,01	2,39	31,16	0,29

In cui:

Y: Battute Idrico [m];

B: Contorno bagnato [m];

A: Area sezione bagnata [m²];

V: Velocità [m/s]

$$V = K_s \left(\frac{A}{B} \right)^{1/6} \cdot \left(\frac{i}{1000} \cdot \frac{A}{B} \right)^{1/2}$$

Q: Portata [m^3/s]

$$Q = A \cdot V$$

$V^2/2g$: Termine cinetico [m],

6.5. LE TRINCEE DISPERDENTI

La rete di dispersione di trincee drenanti, localizzata nello spazio verde antistante la zona Agrigelateria, è dimensionata in modo da disperdere nel sottosuolo tutta la portata convogliata nei tratti di tubazione in progetto e generata dagli incrementi di area impermeabile dovuti alle opere di nuova realizzazione.

In Figura 6 è riportata la sezione trapezoidale della trincea drenante avente altezza 2,00 m e larghezza media di 3,40 m.

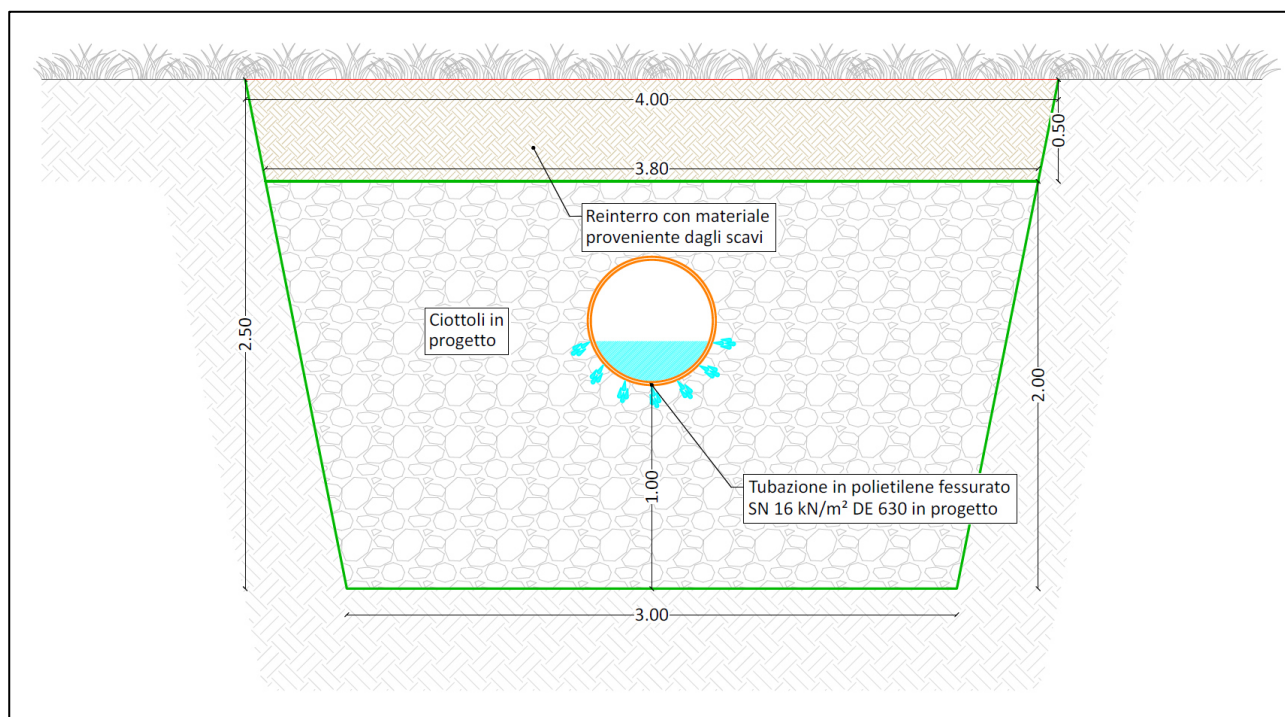


Figura 7 - Sezione trasversale trincea disperdente profondità massima 2,5 m da p.c.

Per valutare la capacità di infiltrazione si considera la legge di Darcy:

$$Q = K \cdot j \cdot A = K \cdot j \cdot b \cdot h \cdot l$$

dove:

- $Q [m^3/s]$ è la portata di infiltrazione;
- $K [m/s]$ è il coefficiente di permeabilità;
- j è la cadente piezometrica, considerata pari a 1;
- $A [m^2]$ è la superficie netta di infiltrazione;
- $h [m]$ altezza della trincea che contiene acqua (con valore massimo pari all'altezza utile disperdente della trincea);
- $b [m]$ base della trincea che contiene acqua (con valore massimo pari alla base utile disperdente della trincea);

- l [m] lunghezza della trincea che contiene acqua (con valore massimo pari alla lunghezza utile disperdente della trincea).

La trincea di nuova realizzazione presenterà le seguenti caratteristiche:

- $h = 2,0$ m altezza utile disperdente della trincea;
- $b = 3,4$ m base media utile disperdente della trincea.

La lunghezza delle trincee varia in funzione dell'area di competenza e dei volumi di acqua da smaltire. Sulla base della geologia del territorio oggetto di analisi si è scelto di considerare un coefficiente di permeabilità K pari a $2 \cdot 10^{-4}$ m/s.

Il sistema di trincee perdenti viene verificato sulla base della curva di possibilità pluviometrica valutata per un tempo di ritorno pari a 20 anni e desunta nell'analisi statistica dei dati pluviometrici riportata nel capitolo 5.

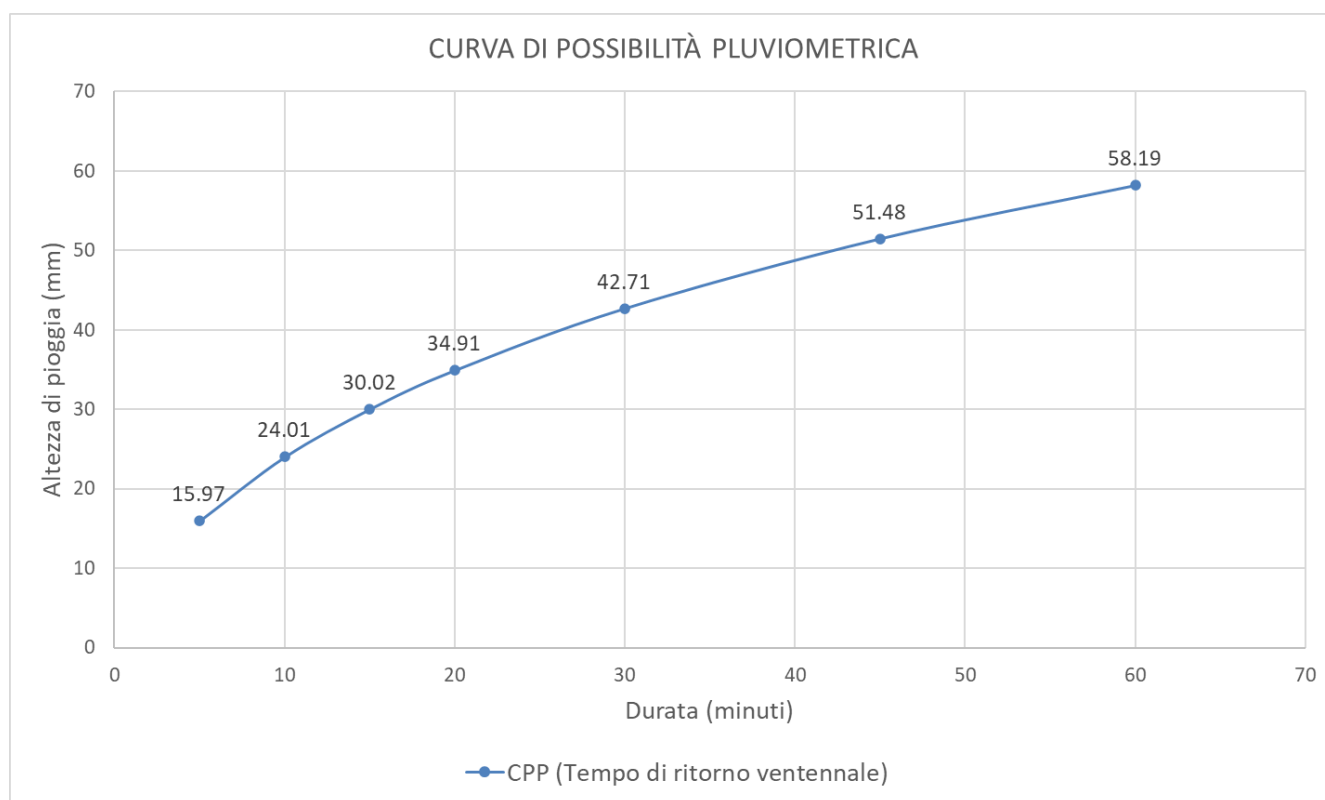


Figura 8 – Curva di possibilità pluviometrica ottenuta da analisi statistica

La verifica consiste nel calcolare con il passare del tempo la portata in ingresso alla trincea drenante da smaltire, il volume in uscita ottenuto a partire dalla portata di infiltrazione del terreno in loco e il volume residuo che dovrà essere uguale o minore del volume totale invasabile (somma del volume della trincea e del volume di invaso dei tubi). I calcoli realizzati portano ad avere i seguenti valori:

Area competenza sistema perdente	747,79
-------------------------------------	--------

(m ²)	
-------------------	--

d [minuti]	h [mm]	i [mm/h]	iT20 [mm/h]	hT20 [mm]	V in ingresso [mc]	Q trincea [l/s]	V in uscita [mc]	V residuo [mc]
5	11,67	106,45	191,61	15,97	11,9	34,88	10,47	1,5
10	15,51	80,02	144,04	24,01	18,0	34,88	20,93	-3,0
15	18,31	66,71	120,07	30,02	22,4	34,88	31,40	-8,9
20	20,60	58,19	104,74	34,91	26,1	34,88	41,86	-15,8
30	24,33	47,46	85,42	42,71	31,9	34,88	62,79	-30,9
45	28,73	38,13	68,64	51,48	38,5	34,88	94,19	-55,7
60	32,33	32,33	58,19	58,19	43,5	34,88	125,58	-82,1

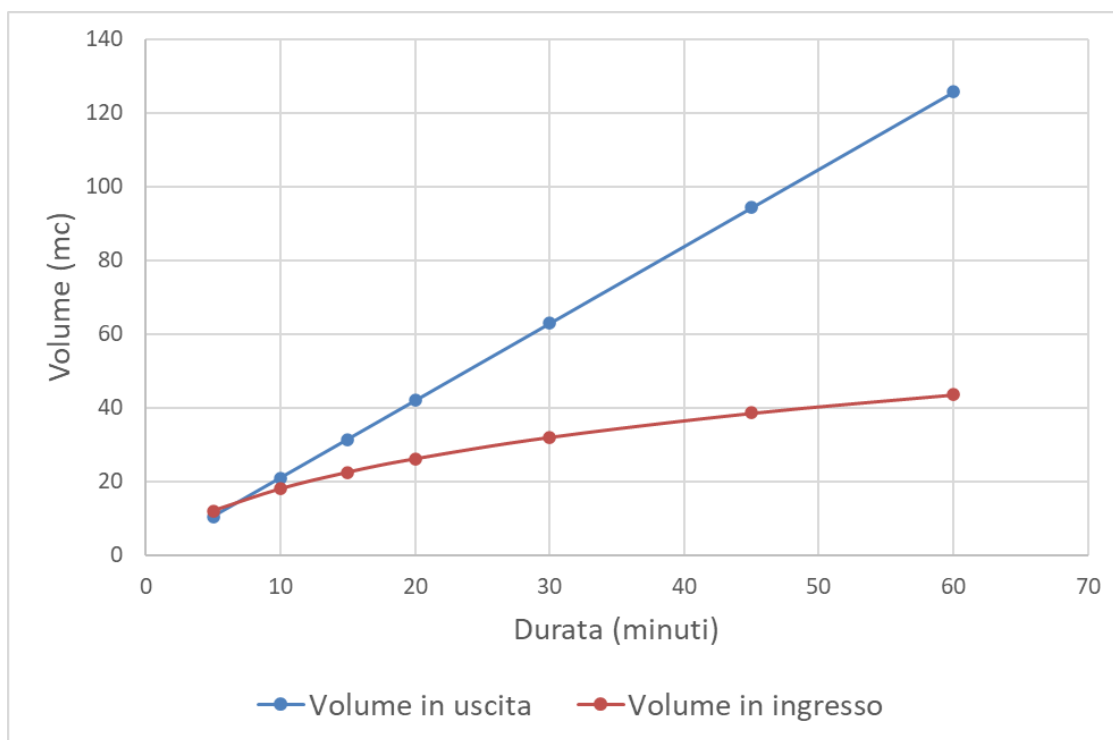


Figura 9 - Rappresentazione grafica volume in ingresso e in uscita in funzione della durata di pioggia

Dal dimensionamento della trincea disperdente e della tubazione in polietilene fessurato, nota la porosità efficace, si ricava il volume della tubazione e della trincea. Si riportano nel seguito i valori ottenuti:

TRINCEA DRENANTE	
Lunghezza trincea (m)	30,6

Larghezza trincea (m)	3,4
Altezza trincea (m)	2
Diametro tubo (m)	0,5156
Porosità efficace (-)	0,3
Volume tubazione (mc)	6,4
Volume trincea (mc)	60,5
Volume totale (mc)	66,9

Dunque, è possibile definire il volume totale invasabile che tiene conto anche del volume complessivo dei tubi in PVC DE 630 utilizzati per il sistema di drenaggio urbano.

Si ritiene di validare la geometria della trincea, in quanto risulta più che soddisfatta la disuguaglianza sottostante:

$$\text{Volume totale invasabile} \geq \text{Volume residuo} \rightarrow 117,1 \text{ mc} > 1,5 \text{ mc}$$

6.6. POZZI DISPERDENTI

Nel presente paragrafo si introduce un'ulteriore metodologia che consente lo smaltimento delle acque piovane all'interno degli strati superficiali del terreno. Infatti, saranno realizzati n. 3 pozzi disperdenti lungo lo sviluppo longitudinale della trincea drenante.

I suddetti pozzi avranno sezione quadrata di dimensioni nette di 100 x 100 cm e altezza pari a 3 m.

Si procede alla verifica dei pozzi in progetto facendo riferimento ai valori di permeabilità del suolo, ovvero considerando un coefficiente di dispersione sul fondo pari a 0,0002 m/s.

La portata che ogni pozzo è in grado di smaltire è dunque pari a

Portata dispersa dal fondo $\rightarrow Q = l \cdot l \cdot k = 1 \cdot 1 \cdot 0.0002 = 0.0002 \text{ m}^3/\text{s}$

Ne consegue che **un singolo pozzo** è in grado di smaltire circa **0.2 l/s**.

In deduttiva n. 3 pozzi disperdenti sono in grado di smaltire complessivamente una portata di 0,6 l/s.

Il valore di portata smaltito dai pozzi risulta sufficientemente elevato per garantire il corretto funzionamento del sistema, essendo la portata dispersa nel terreno dalla trincea drenante e dai pozzi suddetti maggiore della massima portata raccolta dalla superficie impermeabile incrementata totale.

7. CONCLUSIONI

La presente relazione idrologica e idraulica ha lo scopo di accertare la funzionalità delle opere di drenaggio urbano al fine di garantire, in caso di evento meteorico, che le opere di recapito delle acque piovane siano in grado di smaltire la portata derivante dagli incrementi delle aree impermeabili dovuti alle opere in progetto.

Lo studio idrologico, con il quale si analizza l'evento di pioggia, ha permesso di determinare in primis l'intensità di pioggia dedotta dalle analisi statistiche condotte, successivamente la portata generata a partire dall'area di scolo gravante su ciascun tratto di tubazione in progetto.

Lo studio idraulico consiste, invece, nel verificare mediante la legge di moto uniforme che le tubazioni in progetto in PVC DE 630, siano in grado di smaltire la portata meteorica afferente con un buono grado di sicurezza idraulica.

Dal punto di vista computazionale, la rete idrica risulta ben dimensionata, considerando un riempimento delle condotte pari a circa il 10%, e velocità dei flussi non superiori a 5 m/s, ai sensi della Circolare Min.ro LL.PP. n. 11633 del 7.01.1974.

L'analisi idraulica prosegue verificando la trincea drenante e i pozzi disperdenti, in modo che tali opere in progetto consentano di disperdere all'interno del terreno la portata meteorica originata dalle aree di scolo individuate lungo la viabilità esistente.

Dai calcoli idraulici è emerso che il sistema di raccolta e di smaltimento dell'acqua piovana risulta essere idoneo in quanto, in caso di evento di pioggia, la portata smaltibile dalla rete di drenaggio urbana risulta essere maggiore della portata da smaltire, non causando alcuna criticità idraulica nell'area di intervento. Si precisa che le due caditoie stradali site a circa 19 m a ovest del cimitero di Drusacco verranno collegate al collettore del lotto 2 in progetto. Quindi in riferimento a tale lotto, le acque meteoriche intercettate dalle caditoie stradali suddette confluiranno all'interno della tubazione in progetto in contropendenza che proseguirà il suo sviluppo lungo la Strada Provinciale 64 Dir. 4 e scaricherà le acque nell'impluvio verso Vico C.se.

Fatto questo appunto; nella situazione progettuale attuale del lotto 1, la tubazione in progetto in contropendenza scaricherà momentaneamente le acque meteoriche verso Drusacco, come considerato nei calcoli effettuati.

Come visibile nel profilo longitudinale, nello stato provvisorio non si verranno a generare né pressione all'interno del nuovo collettore, né problematiche di fuoriuscita di acqua dalle due caditoie in oggetto, poiché l'acqua non raggiunge il riempimento massimo, ma rimane a circa 1,04 m più bassa della quota stradale della caditoia più sfavorevole.

L'apporto da disperdere mediante la trincea drenante è stato dunque dimensionato sulla situazione provvisoria del lotto 1 e verrà ridotto con il successivo lotto 2 in progetto.

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 1 E TRATTO 2 DELLE TUBAZIONE IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO

TABELLA1

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE

A SEZIONE CIRCOLARE

PROGETTO: STRADA PROVINCIALE 66

TRONCO: TRATTO 1 E TRATTO 2 IN PROGETTO

DATI

DIAMETRO (D)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

0.5818(m)

3.00(m/km)

90(m^{1/3}/s)

φ

Sp.

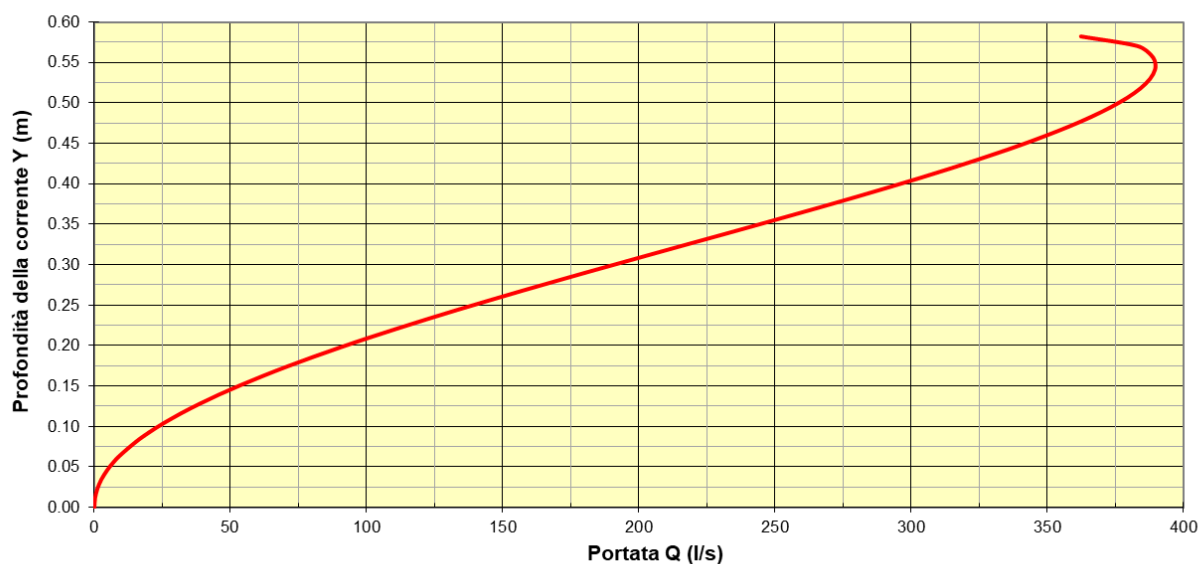
630

24.1

RISULTATI

	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(l/s)	(lt/s)		(m)	(m)	
0	0.00	0.0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
1	0.01	2.0%	0.16	0.17	0.00	0.19	0.24	0.35	0.694	0.00	0.01	0.02
2	0.02	4.0%	0.23	0.23	0.00	0.30	1.08	1.40	0.773	0.00	0.02	0.05
3	0.03	6.0%	0.28	0.29	0.01	0.39	2.57	3.13	0.820	0.01	0.02	0.07
4	0.05	8.0%	0.32	0.33	0.01	0.47	4.73	5.54	0.853	0.01	0.03	0.09
5	0.055	9.5%	0.34	0.36	0.01	0.53	6.78	7.77	0.871	0.01	0.04	0.11
6	0.065	11.1%	0.37	0.39	0.02	0.58	9.39	10.58	0.888	0.02	0.04	0.12
7	0.08	14.0%	0.40	0.45	0.02	0.68	15.28	16.77	0.911	0.02	0.05	0.15
8	0.09	16.0%	0.43	0.48	0.03	0.73	20.12	21.82	0.922	0.03	0.06	0.17
9	0.10	18.0%	0.45	0.51	0.03	0.79	25.62	27.50	0.932	0.03	0.06	0.19
10	0.12	20.0%	0.47	0.54	0.04	0.84	31.74	33.81	0.939	0.04	0.07	0.21
11	0.13	22.0%	0.48	0.57	0.04	0.89	38.47	40.74	0.944	0.04	0.08	0.23
12	0.14	24.0%	0.50	0.60	0.05	0.93	45.78	48.28	0.948	0.04	0.08	0.25
13	0.15	26.0%	0.51	0.62	0.05	0.98	53.65	56.43	0.951	0.05	0.09	0.26
14	0.16	28.0%	0.52	0.65	0.06	1.02	62.06	65.18	0.952	0.05	0.09	0.28
15	0.17	30.0%	0.53	0.67	0.07	1.06	70.98	74.52	0.953	0.06	0.10	0.30
16	0.19	32.0%	0.54	0.70	0.07	1.10	80.38	84.44	0.952	0.06	0.10	0.31
17	0.20	34.0%	0.55	0.72	0.08	1.13	90.22	94.93	0.950	0.07	0.11	0.33
18	0.21	36.0%	0.56	0.75	0.09	1.17	100.49	106.00	0.948	0.07	0.12	0.35
19	0.22	38.0%	0.56	0.77	0.09	1.20	111.14	117.63	0.945	0.07	0.12	0.36
20	0.23	40.0%	0.57	0.80	0.10	1.23	122.14	129.81	0.941	0.08	0.12	0.37
21	0.24	42.0%	0.57	0.82	0.11	1.26	133.47	142.56	0.936	0.08	0.13	0.39
22	0.26	44.0%	0.58	0.84	0.11	1.29	145.07	155.85	0.931	0.08	0.13	0.40
23	0.27	46.0%	0.58	0.87	0.12	1.31	156.93	169.69	0.925	0.09	0.14	0.41
24	0.28	48.0%	0.58	0.89	0.13	1.34	168.99	184.07	0.918	0.09	0.14	0.42
25	0.29	50.0%	0.58	0.91	0.13	1.36	181.23	199.00	0.911	0.09	0.15	0.44
26	0.30	52.0%	0.58	0.94	0.14	1.39	193.59	214.48	0.903	0.10	0.15	0.45
27	0.31	54.0%	0.58	0.96	0.15	1.41	206.04	230.51	0.894	0.10	0.15	0.46
28	0.33	56.0%	0.58	0.98	0.15	1.43	218.55	247.09	0.884	0.10	0.16	0.47
29	0.34	58.0%	0.57	1.01	0.16	1.45	231.05	264.23	0.874	0.11	0.16	0.48
30	0.35	60.0%	0.57	1.03	0.17	1.46	243.51	281.96	0.864	0.11	0.16	0.48
31	0.36	62.0%	0.56	1.05	0.17	1.48	255.88	300.28	0.852	0.11	0.16	0.49
32	0.37	64.0%	0.56	1.08	0.18	1.49	268.11	319.22	0.840	0.11	0.17	0.50
33	0.38	66.0%	0.55	1.10	0.19	1.51	280.16	338.81	0.827	0.12	0.17	0.51
34	0.40	68.0%	0.54	1.13	0.19	1.52	291.96	359.09	0.813	0.12	0.17	0.51
35	0.41	70.0%	0.53	1.15	0.20	1.53	303.46	380.11	0.798	0.12	0.17	0.52
36	0.42	72.0%	0.52	1.18	0.20	1.54	314.60	401.95	0.783	0.12	0.17	0.52
37	0.43	74.0%	0.51	1.21	0.21	1.54	325.33	424.69	0.766	0.12	0.18	0.53
38	0.44	76.0%	0.50	1.23	0.22	1.55	335.56	448.47	0.748	0.12	0.18	0.53
39	0.45	78.0%	0.48	1.26	0.22	1.55	345.24	473.43	0.729	0.12	0.18	0.53
40	0.47	80.0%	0.47	1.29	0.23	1.55	354.28	499.81	0.709	0.12	0.18	0.53
41	0.48	82.0%	0.45	1.32	0.23	1.55	362.60	527.91	0.687	0.12	0.18	0.53
42	0.49	84.0%	0.43	1.35	0.24	1.55	370.09	558.18	0.663	0.12	0.18	0.53
43	0.50	86.0%	0.40	1.38	0.24	1.55	376.63	591.28	0.637	0.12	0.18	0.53
44	0.51	88.0%	0.38	1.42	0.25	1.54	382.09	628.23	0.608	0.12	0.17	0.52
45	0.52	90.0%	0.35	1.45	0.25	1.53	386.30	670.67	0.576	0.12	0.17	0.52
46	0.54	92.0%	0.32	1.49	0.26	1.52	389.01	721.58	0.539	0.12	0.17	0.51
47	0.55	94.0%	0.28	1.54	0.26	1.50	389.88	786.89	0.495	0.12	0.17	0.51
48	0.56	96.0%	0.23	1.59	0.26	1.48	388.32	881.06	0.441	0.11	0.16	0.49
49	0.57	98.0%	0.16	1.66	0.26	1.45	383.00	1056.11	0.363	0.11	0.16	0.48
50	0.58	100.0%	0.00	1.83	0.27	1.36	362.45			0.09	0.15	0.44

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE



ALLEGATO 2 – VERIFICA IDRAULICA TRATTO 3 E TRATTO 4 DELLE TUBAZIONE IN PROGETTO E SCALA DI DEFLUSSO

TABELLA2

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA O COLLETTORE

A SEZIONE CIRCOLARE

PROGETTO: STRADA PROVINCIALE 66

TRONCO: TRATTO 3 E TRATTO 4 IN PROGETTO

DATI

DIAMETRO (D)

PENDENZA MOTRICE (i)

COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI STRICKLER

0.5818(m)

60.00(m/km)

90(m^{1/3}/s)

φ

630

Sp.

24.1

RISULTATI

	Y	RIEMP.	b	B	A	V	Q	Q _c	Fr	V ² /2g	Ri	τ
	(m)	(%)	(m)	(m)	(m ²)	(m/s)	(l/s)	(lt/s)		(m)	(m)	
0	0.00	0.0%	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.00
1	0.01	2.0%	0.16	0.17	0.00	0.86	1.09	0.35	3.106	0.04	0.01	0.46
2	0.02	4.0%	0.23	0.23	0.00	1.35	4.83	1.40	3.457	0.09	0.02	0.91
3	0.03	6.0%	0.28	0.29	0.01	1.76	11.48	3.13	3.667	0.16	0.02	1.36
4	0.05	8.3%	0.32	0.34	0.01	2.17	22.61	5.91	3.829	0.24	0.03	1.85
5	0.06	9.6%	0.34	0.37	0.01	2.39	31.16	7.98	3.904	0.29	0.04	2.14
6	0.07	12.0%	0.38	0.41	0.02	2.74	49.58	12.37	4.007	0.38	0.04	2.63
7	0.08	14.0%	0.40	0.45	0.02	3.02	68.31	16.77	4.073	0.46	0.05	3.04
8	0.09	16.0%	0.43	0.48	0.03	3.28	90.00	21.82	4.125	0.55	0.06	3.44
9	0.10	18.0%	0.45	0.51	0.03	3.52	114.57	27.50	4.167	0.63	0.06	3.83
10	0.12	20.0%	0.47	0.54	0.04	3.75	141.95	33.81	4.199	0.72	0.07	4.21
11	0.13	22.0%	0.48	0.57	0.04	3.97	172.04	40.74	4.223	0.80	0.08	4.58
12	0.14	24.0%	0.50	0.60	0.05	4.17	204.74	48.28	4.240	0.89	0.08	4.94
13	0.15	26.0%	0.51	0.62	0.05	4.37	239.95	56.43	4.252	0.97	0.09	5.29
14	0.16	28.0%	0.52	0.65	0.06	4.55	277.55	65.18	4.258	1.06	0.09	5.63
15	0.17	30.0%	0.53	0.67	0.07	4.73	317.43	74.52	4.260	1.14	0.10	5.97
16	0.19	32.0%	0.54	0.70	0.07	4.90	359.45	84.44	4.257	1.22	0.10	6.29
17	0.20	34.0%	0.55	0.72	0.08	5.06	403.48	94.93	4.250	1.31	0.11	6.60
18	0.21	36.0%	0.56	0.75	0.09	5.22	449.39	106.00	4.240	1.39	0.12	6.90
19	0.22	38.0%	0.56	0.77	0.09	5.36	497.02	117.63	4.225	1.47	0.12	7.20
20	0.23	40.0%	0.57	0.80	0.10	5.50	546.23	129.81	4.208	1.54	0.12	7.48
21	0.24	42.0%	0.57	0.82	0.11	5.63	596.88	142.56	4.187	1.62	0.13	7.75
22	0.26	44.0%	0.58	0.84	0.11	5.76	648.79	155.85	4.163	1.69	0.13	8.01
23	0.27	46.0%	0.58	0.87	0.12	5.88	701.80	169.69	4.136	1.76	0.14	8.26
24	0.28	48.0%	0.58	0.89	0.13	5.99	755.75	184.07	4.106	1.83	0.14	8.50
25	0.29	50.0%	0.58	0.91	0.13	6.10	810.47	199.00	4.073	1.89	0.15	8.73
26	0.30	52.0%	0.58	0.94	0.14	6.20	865.76	214.48	4.037	1.96	0.15	8.94
27	0.31	54.0%	0.58	0.96	0.15	6.29	921.46	230.51	3.998	2.02	0.15	9.15
28	0.33	56.0%	0.58	0.98	0.15	6.38	977.36	247.09	3.956	2.07	0.16	9.34
29	0.34	58.0%	0.57	1.01	0.16	6.46	1033.28	264.23	3.910	2.13	0.16	9.52
30	0.35	60.0%	0.57	1.03	0.17	6.54	1089.01	281.96	3.862	2.18	0.16	9.69
31	0.36	62.0%	0.56	1.05	0.17	6.61	1144.33	300.28	3.811	2.23	0.16	9.85
32	0.37	64.0%	0.56	1.08	0.18	6.67	1199.04	319.22	3.756	2.27	0.17	9.99
33	0.38	66.0%	0.55	1.10	0.19	6.73	1252.89	338.81	3.698	2.31	0.17	10.12
34	0.40	68.0%	0.54	1.13	0.19	6.78	1305.67	359.09	3.636	2.34	0.17	10.24
35	0.41	70.0%	0.53	1.15	0.20	6.83	1357.10	380.11	3.570	2.38	0.17	10.34
36	0.42	72.0%	0.52	1.18	0.20	6.87	1406.94	401.95	3.500	2.40	0.17	10.43
37	0.43	74.0%	0.51	1.21	0.21	6.90	1454.91	424.69	3.426	2.43	0.18	10.50
38	0.44	76.0%	0.50	1.23	0.22	6.92	1500.69	448.47	3.346	2.44	0.18	10.56
39	0.45	78.0%	0.48	1.26	0.22	6.94	1543.98	473.43	3.261	2.45	0.18	10.60
40	0.47	80.0%	0.47	1.29	0.23	6.95	1584.41	499.81	3.170	2.46	0.18	10.62
41	0.48	82.0%	0.45	1.32	0.23	6.95	1621.59	527.91	3.072	2.46	0.18	10.62
42	0.49	84.0%	0.43	1.35	0.24	6.94	1655.07	558.18	2.965	2.46	0.18	10.60
43	0.50	86.0%	0.40	1.38	0.24	6.92	1684.35	591.28	2.849	2.44	0.18	10.56
44	0.51	88.0%	0.38	1.42	0.25	6.90	1708.78	628.23	2.720	2.42	0.17	10.50
45	0.52	90.0%	0.35	1.45	0.25	6.86	1727.58	670.67	2.576	2.40	0.17	10.40
46	0.54	92.0%	0.32	1.49	0.26	6.80	1739.71	721.58	2.411	2.36	0.17	10.28
47	0.55	94.0%	0.28	1.54	0.26	6.72	1743.60	786.89	2.216	2.30	0.17	10.11
48	0.56	96.0%	0.23	1.59	0.26	6.62	1736.62	881.06	1.971	2.23	0.16	9.88
49	0.57	98.0%	0.16	1.66	0.26	6.47	1712.83	1056.11	1.622	2.14	0.16	9.55
50	0.58	100.0%	0.00	1.83	0.27	6.10	1620.93			1.89	0.15	8.73

MOTO UNIFORME A PELO LIBERO IN GALLERIA A SEZIONE CIRCOLARE

