

**COLLEGAMENTO ELETTRICO TRANSFRONTALIERO CH-IT CASTASEGNA - MESE
(SO) E OPERE ELETTRICHE RTN CONNESSE**

PROGETTO DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA PRELIMINARE

REPOWER

L'energia che ti serve.



GEOTECH S.r.l.




REVISIONI	N.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
	00	12/03/2021	Prima emissione	Geotech Srl	Geotech Srl	Terna

REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ESAMINATO	ACCETTATO
	00	12/03/2021	Prima emissione	V. De Santis/M. Di Camillo (SPS-SVP-ATS); E. Caré (SPS-GPA-AUC)	N. Rivabene (SPS-SVP-ATS); R. Fiorentino (SPS-GPA-AUC)

CODIFICA ELABORATO	
RGBR11010BCR00136	 T E R N A G R O U P

1	INTRODUZIONE	3
1.1	PREMESSA	3
1.1.1	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
1.2	GENERALITÀ E FINALITÀ DELLO STUDIO	3
2	INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI DI APPLICAZIONE	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO/IDROGEOLOGICO	6
3.1	MODELLO LITOSTRATIGRAFICO	7
3.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO	8
4	DEFINIZIONE DELLE AREE	10
4.1	CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI LAMINAZIONE (requisito minimo).....	11
4.2	CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE (metodo delle sole piogge)	12
5	SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE.....	15
5.1	IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	16
5.1.1	CALCOLO VOLUME DI PRIMA PIOGGIA.....	16
5.1.2	SCHEMA IMPIANTO PRIMA PIOGGIA.....	16
5.2	TRINCEE DRENANTI.....	18
5.2.1	DIMENSIONAMENTO	19
5.2.2	ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI	19
5.2.3	MANUTENZIONE	19
6	CONCLUSIONI	20

1 INTRODUZIONE

1.1 PREMESSA

In data aprile 2014 la società MERA s.r.l., ha presentato istanza di Autorizzazione alla Costruzione ed all'Esercizio, ai sensi del DL 239/2003, al Ministero dello Sviluppo Economico (MISE) ed al Ministero dell'Ambiente (MATTM) dell'opera denominata **“Collegamento elettrico transfrontaliero Italia – Svizzera Castasegna – Mese (SO) e opere connesse alla RTN”**.

Il progetto di collegamento elettrico transfrontaliero ha creato, in particolare, i presupposti perché TERNA RETE ITALIA S.p.A., in un'ottica di efficientamento energetico e razionalizzazione della rete ed al fine di ridurre le congestioni intrazonali e l'incremento della qualità, continuità e la sicurezza del servizio di trasmissione, potesse presentare il progetto di una nuova stazione elettrica 380/132 kV in comune di Mese utile e propedeutica alla razionalizzazione della rete elettrica AT della Valchiavenna in accordo ai principi fondanti alla base dell'accordo di programma siglato con gli EE.LL. nel 2003 inerente la “Razionalizzazione della rete di trasmissione nazionale relativa alla Lombardia nord orientale e localizzazione della linea a 380 kV S. Fiorano – Robbia di interconnessione con la Svizzera” (Fase C).

Le opere in progetto renderanno possibile altresì la demolizione di circa 2,5 km di linee aeree a 380kV e la demolizione di circa 2,3 km di linee aeree a 132kV recuperando una superficie pari a 34.363 m² ubicata prevalentemente nella zona abitata del Comune di Mese in Val Chiavenna.

1.1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'esistente stazione 220/132 kV di Mese è interessata dalle potenze importate dalla Svizzera attraverso il collegamento 220 kV “Mese – Gorduno” nonché dalle produzioni del nucleo idroelettrico della Valchiavenna. Essa è connessa all'area di carico del comasco attraverso due lunghe arterie a 132 kV che, nei periodi di alta idraulicità, debbono essere esercite al limite delle proprie capacità. Ciò premesso al fine di incrementare i margini di sicurezza e la necessaria flessibilità dell'esercizio della rete si prevede di realizzare in prossimità dell'esistente impianto di Mese una nuova sezione 380 kV e relativa trasformazione 380/132 kV. La nuova sezione 380 kV sarà collegata in entra – esce alla linea 380 kV “Bulciago - Soazza”, mediante utilizzo di raccordi esistenti.

L'opera in progetto può essere sintetizzata nei seguenti interventi:

- **INTERVENTO 1: Nuova Stazione elettrica 380/132 kV**
- **INTERVENTO 2: Raccordi aerei 380 kV in semplice terna alla stazione elettrica 380/132 kV**
- **INTERVENTO 3: Tratti aerei dei raccordi 132 kV alla stazione elettrica 380/132 kV**
- **INTERVENTO 4: Elettrodotti in cavo interrato 132 kV (tratti di raccordo e nuovi elettrodotti)**
- **DEMOLIZIONI**

1.2 GENERALITÀ E FINALITÀ DELLO STUDIO

Il presente documento è stato predisposto in risposta alle osservazioni della Provincia di Sondrio (m amte.DVA.REGISTRO UFFICIALE.I.0018937.19-07-2019). Tali osservazioni evidenziano che:

“In riferimento al quadro progettuale (cap. 3 del Rapporto)...

... Per quanto riguarda i contenuti geologici ed idrogeologici del progetto, si raccomanda di prestare attenzioneal rispetto dell'invarianza idraulica ed idrogeologica per i manufatti e le opere che modificano il naturale deflusso delle acque meteoriche al suolo. ... “

Accogliendo quanto richiesto dalla Provincia di Sondrio, nel presente elaborato, verranno quindi presentate le soluzioni progettuali propedeutiche al rispetto del principio di invarianza idrologica ed idraulica come da **r.r. 23 novembre 2017, n. 7** «Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58bis della Legge Regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)» entrato in vigore il 28 novembre 2017.

In particolare il seguente elaborato ha lo scopo di dimensionare, in via preliminare, le opere al fine di perseguire l'invarianza idraulica ed idrologica delle trasformazioni d'uso del suolo relative al progetto di realizzazione della nuova stazione elettrica 380/132 kV di competenza Terna.

Al fine di perseguire i precedenti obiettivi, il lavoro è stato suddiviso nelle seguenti fasi:

- definizione delle aree drenanti e impermeabili;
- calcolo delle precipitazioni di progetto (Tr 50 anni);
- analisi delle soluzioni progettuali di smaltimento delle acque meteoriche;

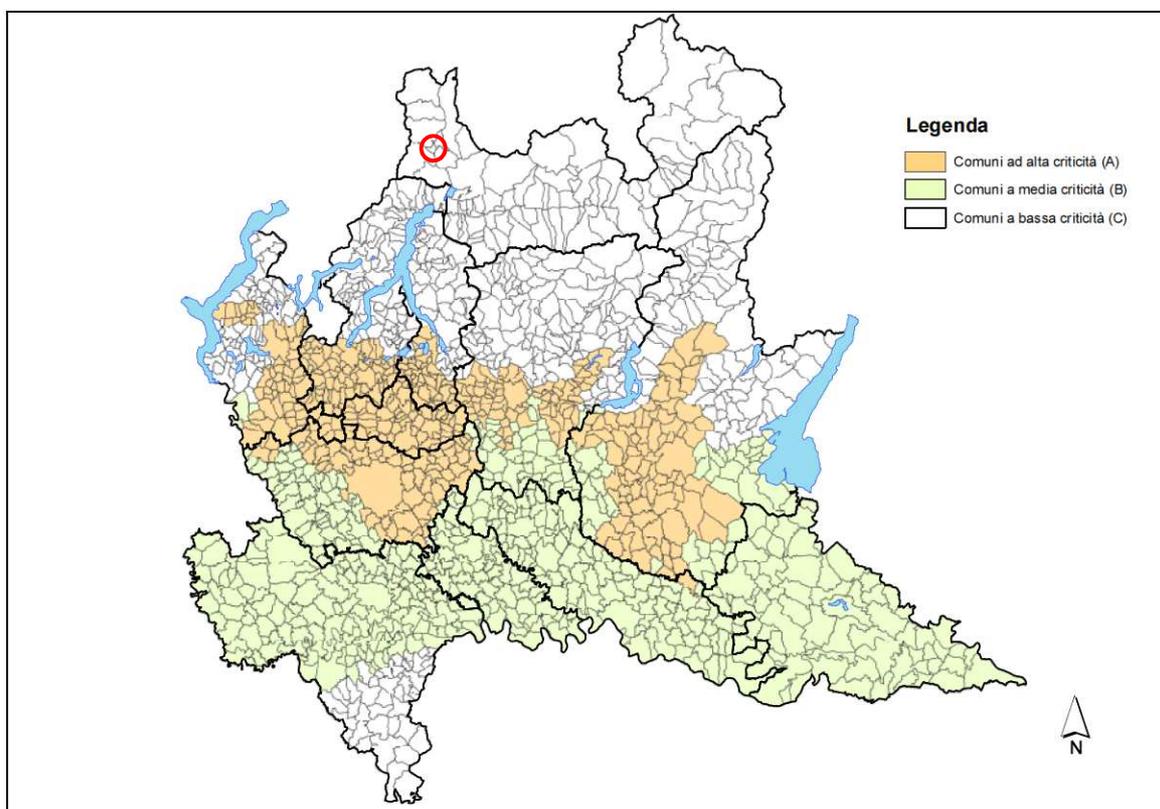
Le analisi e le soluzioni proposte andranno verificate e dimensionate nelle successive fasi progettuali, sulla base delle indicazioni provenienti dal progetto definitivo delle opere civili e delle indagini di carattere geologico ed idrogeologico.

2 INDIVIDUAZIONE DEGLI AMBITI TERRITORIALI DI APPLICAZIONE

Come riportato nell'art. 7 del r.r. 23 novembre 2017, n. 7 "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)", i limiti allo scarico devono essere diversificati in funzione delle caratteristiche delle aree di formazione e di possibile scarico delle acque meteoriche in considerazione dei differenti effetti dell'apporto di nuove acque meteoriche nei sistemi di drenaggio nelle aree urbane o extraurbane e della dipendenza di tali effetti dalle caratteristiche del ricettore finale, in termini di capacità idraulica dei tratti soggetti ad incremento di portata e dei tratti di valle.

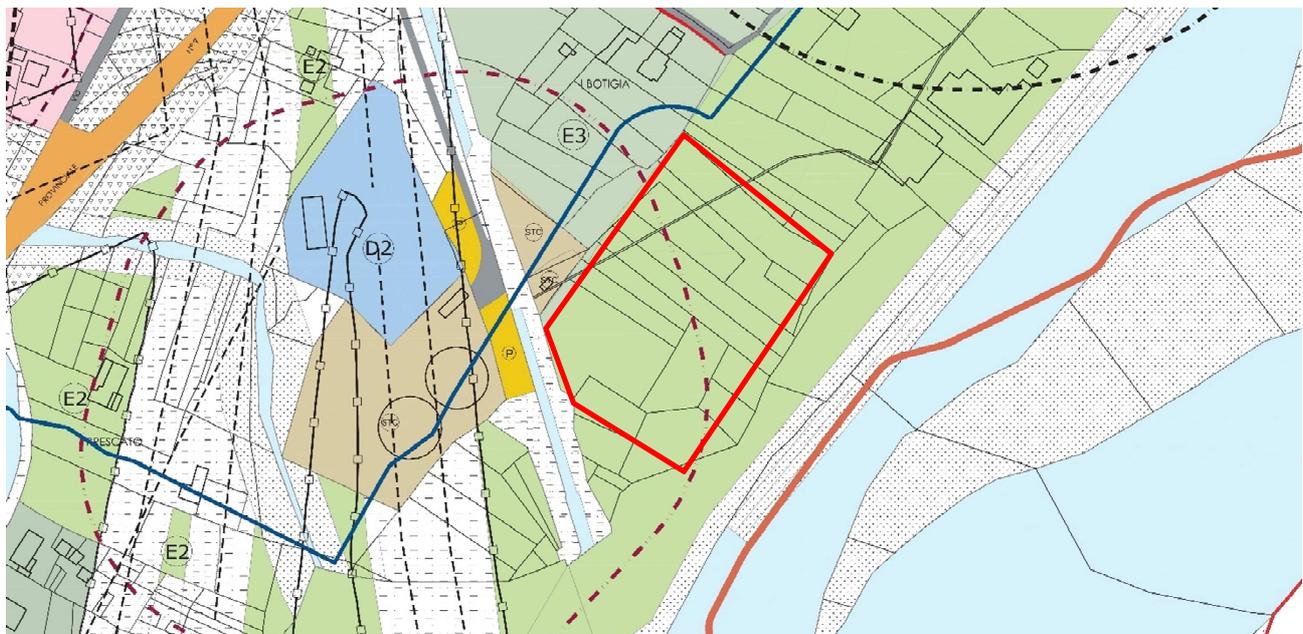
Il territorio della Regione viene pertanto suddiviso in 3 tipologie di aree in funzione del livello di criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Il Comune di **Mese** ricade in aree a criticità idraulica **C** (bassa).



Tuttavia nella normativa è specificato che “Indipendentemente dall’ubicazione territoriale, sono assoggettate ai limiti e alle procedure indicati nel presente regolamento per le aree A di cui al comma 3, anche le aree lombarde inserite nei PGT comunali come ambiti di trasformazione o anche come piani attuativi previsti nel piano delle regole”.

Consultando il Piano delle Regole del PGT del Comune di Mese (Figura successiva), **l’area in esame non rientra in ambiti di trasformazione o piani attuativi**, pertanto il valore massimo di portata meteorica scaricabile nel recettore è pari a **20 l/s** per ettaro di superficie impermeabile scolante.



AMBITI AGRICOLI	
	Zone E1 - Ambito agricolo di valenza paesistica
	Zone E1* - Ambito agricolo di valenza paesistica inedificabile
	Zone E2 - Ambito agricolo inedificabile
	Zone E3 - Ambito agricolo produttivo
	Zone E4 - Ambito agricolo speciale

Figura 1: Piano delle Regole PGT Mese.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO/IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista geografico l'area di studio si trova sulla piana alluvionale del Fiume Mera in destra idrografica della Valchiavenna ad una quota altimetrica di circa 263 m s.l.m. .

Il contesto geologico che caratterizza l'area è quello dei **Depositi alluvionali del Fiume Mera**, si tratta di depositi di origine alluvionale generati dall'attività torrentizia del Fiume Mera, sono caratterizzati da una granulometria estremamente variabile, in genere costituiti da depositi ghiaiosi con ciottoli e localmente trovanti di grosse dimensioni.

Di seguito si riporta un estratto del FOGLIO N° 17 - CHIAVENNA - della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000.



Figura 2: Estratto Foglio n° 17 - Chiavenna della carta geologica d'Italia scala 1:100.000 (non in scala)



a²

ALLUVIONI (Quaternario recente): Depositi ghiaiosi/ciottolosi del Fiume Mera.

3.1 MODELLO LITOSTRATIGRAFICO

Sulla base dei rilievi preliminari eseguiti, unitamente all'osservazione dei materiali in corrispondenza di una sezione di scavo presente nelle immediate vicinanze, nonché sulla scorta delle informazioni desumibili in letteratura e contenute negli studi geologici a livello comunale e sovra comunale, si può assumere il seguente modello litostratigrafico:

N° STRATO	PROFONDITÀ da p.c. (m)	UNITA' LITOSTRATIGRAFICA
1	0 / - 0.4 ; -0.8	TERRENO VEGETALE: composto da detriti di minerali eterogenici misti a materiale vegetale umificato. Debolmente addensato
2	Oltre - 0.4 ; -0.8	DEPOSITI ALLUVIONALI: depositi eteogenici di origine alluvionale composti prevalentemente da ghiaia e ciottoli di pezzatura pluridecimetrica mista a sabbia grossolana, e localmente trovanti di pezzatura metrica. Da mediamente addensati ad addensati.



Figura 3: Sezione di scavo presente nelle immediate vicinanze dell'area di progetto

3.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda dell'area di indagine, è diretta prevalentemente dai versanti montuosi alla piana alluvionale del Fiume Mera ed è strettamente connessa alla falda di subalveo.

La permeabilità medio - bassa dei depositi superficiali comporta una circolazione idrica ridotta negli strati più superficiali del terreno (da p.c. a -0.4 / -0.8 m), mentre il flusso idrico diviene più importante nei metri sottostanti, dove i terreni sono caratterizzati da una elevata permeabilità.

La superficie piezometrica si raccorda alla falda di subalveo del Fiume Mera, è quindi possibile stimare la quota della falda libera nell' area di studio a circa -7/-10 m dall' attuale piano campagna.

Di seguito si riporta uno stralcio della "Carta degli elementi idrogeologici" (TAV. 4) allegata al PGT del comune di Mese.

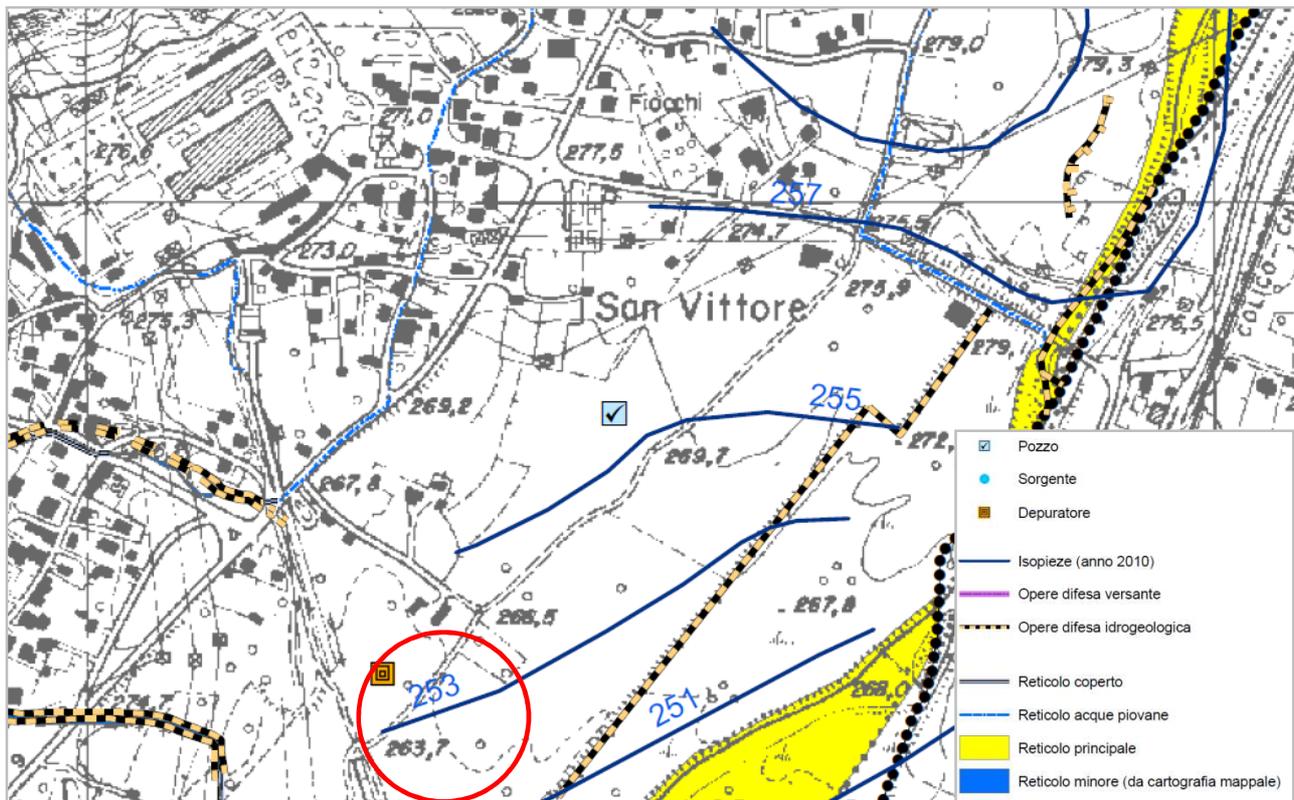


Figura 4: Stralcio (non in scala) della "Carta degli elementi idrogeologici" (TAV. 4) allegata al PGT del comune di Mese.

Nelle vicinanze dell'area di progetto è presente un pozzo d' acqua ad uso potabile in cui livello statico è registrato all' interno del catalogo dei pozzi della provincia di Sondrio a -6.8 m. dal p.c.; di seguito si riporta un estratto cartografico con l'ubicazione geografica del pozzo le sue caratteristiche principali.

La circolazione idrica profonda dell'area di indagine, è governata da una permeabilità di tipo primario all' interno dei depositi alluvionali di copertura e risulta essere generalmente medio - elevata con valori del coefficiente di permeabilità "k" compresi tra 10 e 10^{-3} m/s.

Date le sopracitate caratteristiche idrogeologiche dell'area di studio, è possibile, in via preliminare, prevedere un sistema di smaltimento delle acque meteoriche tramite infiltrazione naturale nel terreno.

Mappa dei Pozzi in Provincia di Sondrio - gennaio 2018

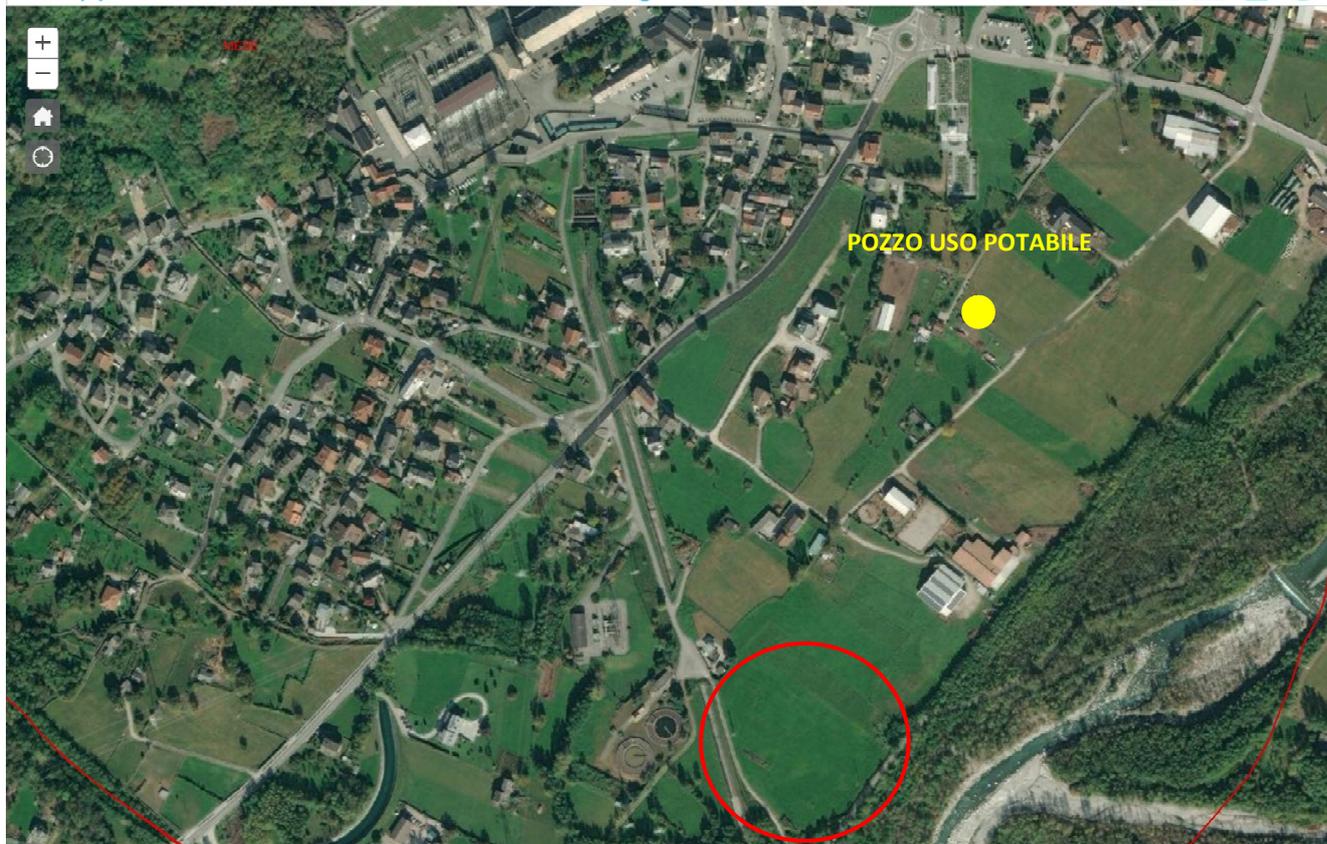


Figura 5: Estratto cartografico catalogo pozzi provincia di Sondrio



PROVINCIA DI SONDRIO
Settore Risorse Naturali e Pianificazione Territoriale
Servizio Acqua ed Energia

STRATIGRAFIA POZZO

Cod_regionale **SO03SO01404300013**

Id_pratica SO01472000

profondità livello (cm)	spessore livello (cm)	descrizione livello
30	30	terreno vegetale
250	220	ghiaia con sabbia
800	550	trovanti
950	150	sabbia con argilla
1400	450	trovanti con ciottoli
1600	200	ciottoli con ghiaia
1700	100	trovanti
2100	400	ghiaia con sabbia
2500	400	trovanti con sabbia
3800	1300	trovanti ghiaiosi con sabbia
4100	300	trovanti
4600	500	ghiaia
5200	600	ghiaia con sabbia
5550	350	trovanti ghiaiosi con sabbia

ID PRATICA: SO01472000

COD. REG.	SO03SO0140430001
DESCRIZIONE	In istruttoria
DEST. USO	Potabile
COMUNE	MESE
FOGLIO	15
MAPPALE	91
PORT. MEDIA	2,00
PORT. MAX	0,00
VOL. PREL.	63.072,00
QUOTA P.C.	269,00
DIAM. PERF.	60,00
PROF. PERF.	55,50
LIV. STATICO	6,80
LIV. DINAM.	19,00
N. COLONNE	1
N. FILTRI	2
PROF. 1 FIL.	31,50
PROF. UL. FIL.	47,50
X UTM32	529.441,07
Y UTM32	5.127.790,80

4 DEFINIZIONE DELLE AREE

Le misure di invarianza idraulica ed idrologica si applicano alla sola superficie del lotto interessata dall'intervento comportante una modifica della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione (superficie di trasformazione) e non all'intero lotto.

Ai sensi dell'Art. 11 comma 2 lettera d) del regolamento regionale, la valutazione delle perdite idrologiche per il calcolo dell'idrogramma netto di piena in arrivo nelle opere di laminazione, può essere effettuata adottando i seguenti coefficienti di deflusso per ogni superficie scolante omogenea dell'intervento:

- $\phi=1$ per tutte le sotto-aree interessate da tetti, coperture, e pavimentazioni continue di strade, vialetti, parcheggi;
- $\phi=0,7$ per i tetti verdi, i giardini pensili e le aree verdi sovrapposti a solette comunque costituite, per le aree destinate all'infiltrazione delle acque e per pavimentazioni discontinue drenanti o semipermeabili, di strade, vialetti, parcheggi;
- $\phi=0,3$ per le sotto-aree permeabili di qualsiasi tipo, comprese le aree verdi munite di sistemi di raccolta e collettamento delle acque ed escludendo dal computo le superfici incolte e quelle di uso agricolo.

Nel calcolo delle superfici impermeabili totali sono escluse le aree previste a verde in quanto non saranno connesse alla rete di collettamento delle acque meteoriche.

Nella tabella di seguito si riporta il calcolo delle superfici scolanti di progetto e del coefficiente di deflusso medio ponderale.

TIPOLOGIA	Superficie [m ²]	K deflusso [/]
Area totale	20184	
Area verde non soggetta a trasformazione	8266	
Area totale trasformata S_{tot}	11918	
AREA PER CALCOLI INVARIANZA IDRAULICA		
Impermeabile (Edifici, Opere elettromeccaniche, aree asfaltate)	8065	1
Aree con pavimentazione drenante	3853	0.7
Coefficiente deflusso medio K_{medio}		0.90

Mediante i valori riportati alla tabella precedente è possibile calcolare la superficie totale impermeabile come prodotto dell'area totale trasformata e del coefficiente di deflusso medio (pesato sull'area):

$$S_{imp} = K_{medio} \cdot S_{tot} = 0.90 \cdot 11918 = 10762 \text{ m}^2$$

La tabella 1 in allegato alla normativa regionale, riporta le modalità di calcolo in funzione della superficie e del coefficiente di deflusso medio ponderale:

CLASSE DI INTERVENTO	SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
			Area A, B	Area C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi $\leq 0,03$ ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa da $> 0,03$ a $\leq 0,1$ ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	$\leq 0,4$	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media da $> 0,1$ a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	$> 0,4$	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		qualsiasi		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	$\leq 0,4$	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		$> 0,4$		
	> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Siccome l'ambito territoriale è in area C, la superficie interessata dall'intervento è pari a: 11918 m^2 e il coefficiente di deflusso medio ponderale è pari a 0.90 per il calcolo del volume di laminazione si deve seguire quanto riportato nell'art. 12 comma 2, cioè si deve garantire il solo rispetto dei soli Requisiti minimi.

4.1 CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI LAMINAZIONE (requisito minimo)

Dal paragrafo precedente si è desunto che in questo caso la normativa prevede che si possa dimensionare il sistema di smaltimento delle acque meteoriche seguendo quanto riportato dall'art. 12 comma 2 "Nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale bassa, indipendentemente dalla criticità dell'ambito territoriale in cui ricadono, e nel caso di interventi classificati ad impermeabilizzazione potenziale media o alta e ricadenti nell'ambito territoriale di bassa criticità, ferma restando la facoltà del professionista di adottare la procedura di calcolo delle sole piogge o la procedura di calcolo dettagliata descritte nell'allegato G, il requisito minimo da soddisfare consiste nella realizzazione di uno o più invasi di laminazione, comunque configurati, dimensionati adottando i seguenti valori parametrici del volume minimo dell'invaso, o del complesso degli invasi, di laminazione:

c) per le aree C a bassa criticità idraulica di cui all'articolo 7: $400 \text{ m}^3/\text{ha}$ di superficie scolante impermeabile dell'intervento."

Nel caso in esame:

Comune di	<u>Mese</u>	Provincia	<u>Sondrio</u>
Livello di criticità	<u>Area C - criticità bassa</u>	Limite ammissibile allo scarico	<u>20</u> l/(s*ha,imp)
Superficie totale intervento	<u>11918,0</u> m ²	Coefficiente afflusso medio ponderale ϕ	<u>0,90</u>

VOLUME DI INVASO			
Superficie totale intervento		1,19	ha
Volume minimo specifico di vaso		400	m ³ /ha,imp
Volume minimo d'invaso (requisiti minimi)	W_{\min}	430,5	m ³
Volume laminazione di progetto	W	430,5	m ³
VERIFICA			Positiva

LAMINAZIONE			
Tipologia di svuotamento	Portata costante		
Portata uscente	Q_u	21,524	l/s
Tempo di svuotamento massimo		48,0	h
Tempo di svuotamento dell'invaso	t_{sv}	5,6	h
VERIFICA	Positiva		

Tale volume minimo verrà comunque confrontato con quello calcolato con il metodo delle sole piogge considerando un tempo di ritorno dell'evento meteorico di 50 anni riportato nel paragrafo successivo.

4.2 CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE (metodo delle sole piogge)

Anche se la normativa ritiene sufficiente il soddisfacimento del requisito minimo, si andrà a calcolare anche il volume minimo di laminazione con il metodo delle sole piogge, visto l'elevata piovosità dell'area in esame.

Il metodo delle sole piogge va a valutare il volume di laminazione da un confronto tra il volume di acque meteoriche entrante nel sistema di drenaggio, che dipende fortemente dal regime delle precipitazioni estreme previste sull'area e quello smaltibile dal ricettore finale (funzione della portata massima smaltibile).

Il «Metodo delle sole piogge» si basa sulle seguenti assunzioni:

l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa $Q_e(t)$ nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata d e portata costante Q_e pari al prodotto dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto del calcolo in funzione della durata di pioggia, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso; con questa assunzione si ammette che, data la limitata estensione del bacino scolante, sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot d^{n-1}$$

Essendo la durata costante, il volume di pioggia entrante sarà pari a:

$$W_e = S \cdot \phi \cdot a \cdot d^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso, ϕ è il coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino (quindi $S \cdot \phi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento), d è la durata di pioggia, $a = a_1 \cdot w_T$ e n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica (desunti da ARPA Lombardia) espressa nella forma:

$$h = a \cdot d^n = a_1 \cdot w_T \cdot d^n$$

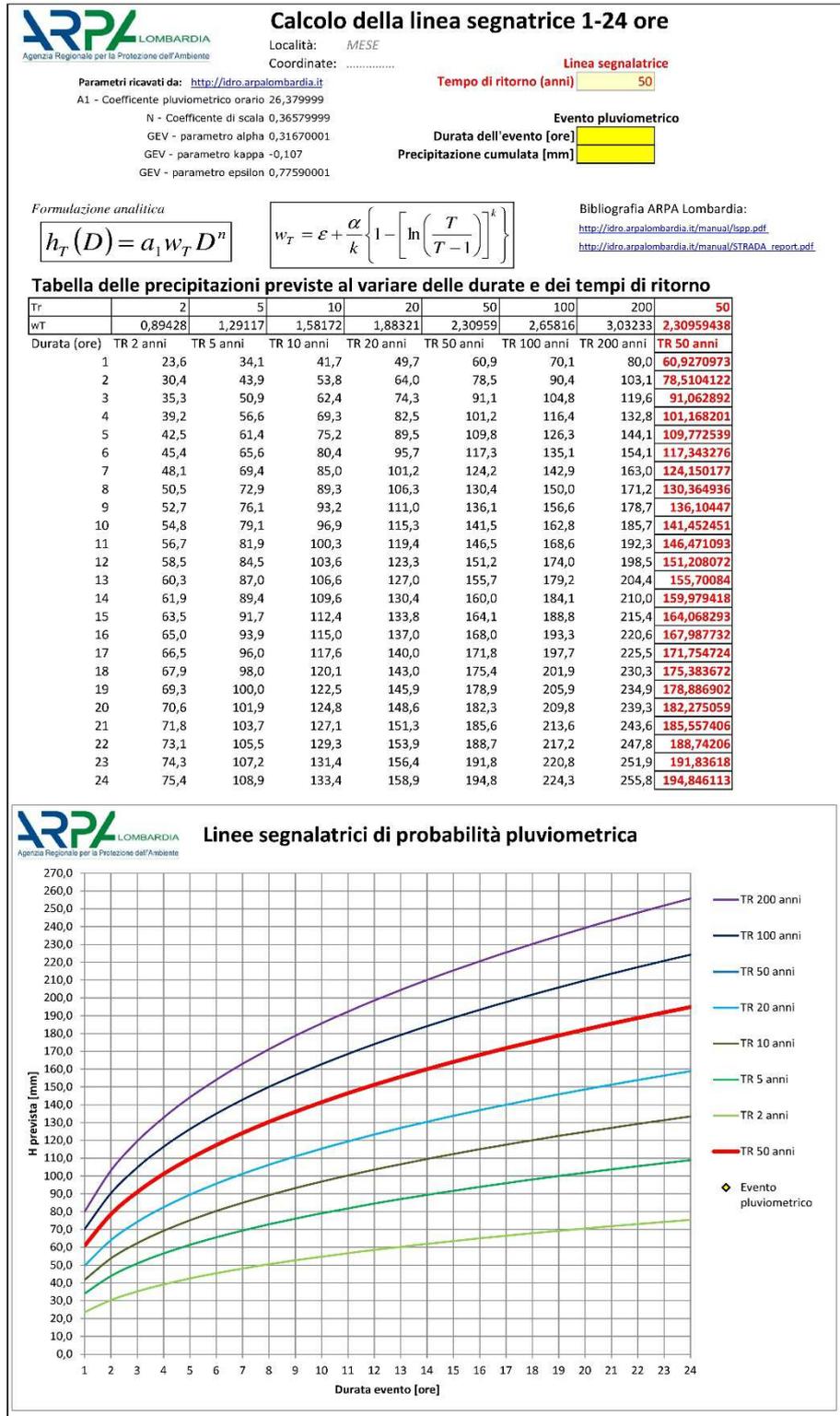
Selezionando dal portale di Arpa Lombardia la cella in cui l'area oggetto dell'intervento ricade, si sono estrapolati i seguenti valori dei parametri della GEV, distribuzione di probabilità che descrive le piogge intense nell'area in esame:

PARAMETRO	VALORE
a_1 - Coefficiente pluviometrico orario	27.20
n - Coefficiente di scala	0.2915
GEV - parametro alpha	0.2834
GEV - parametro kappa	-0.0138
GEV - parametro epsilon	0.8323

Tali parametri, unitamente al tempo di ritorno T dell'evento meteorico, sono funzionali al calcolo del fattore di crescita w_T :

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

Nella tabella sottostante si riporta il fattore di crescita al variare del tempo di ritorno e le altezze massime di precipitazione attese nella durata stabilita:



l'onda uscente $Q_u(t)$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,max}$ (laminazione ottimale) e commisurata al limite prefissato in aderenza alle indicazioni sulle portate massime ammissibili di cui all'articolo 8 del regolamento. La portata costante uscente è quindi pari a:

$$Q_{u,max} = u_{lim} \cdot S_{imp}$$

Pertanto il volume complessivamente defluito nella durata d è pari a:

$$W_u = S \cdot u_{lim} \cdot d$$

Dalle formule mostrate in precedenza si può notare come la portata entrante segua una legge di potenza, mentre quella uscente sia lineare con la durata d . Il volume di laminazione è il massimo della differenza tra il volume entrante e il volume uscente che si osserva alla durata critica di precipitazione, come descritto dalle formule seguenti:

$$\Delta W = S \cdot \varphi \cdot a_1 \cdot w_T \cdot d^n - Q_{u,max} \cdot d$$

$$\frac{d\Delta W}{dd} = 0$$

$$n \cdot S \cdot \varphi \cdot a_1 \cdot w_T \cdot d^{n-1} - Q_{u,max} = 0$$

$$d_c = \left(\frac{Q_{u,max}}{n \cdot S \cdot \varphi \cdot a_1 \cdot w_T} \right)^{1/(n-1)}$$

Nella figura sottostante si riporta la figura esemplificativa riportata nella normativa:

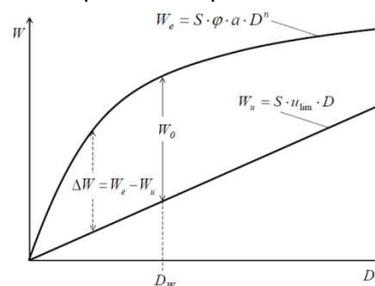
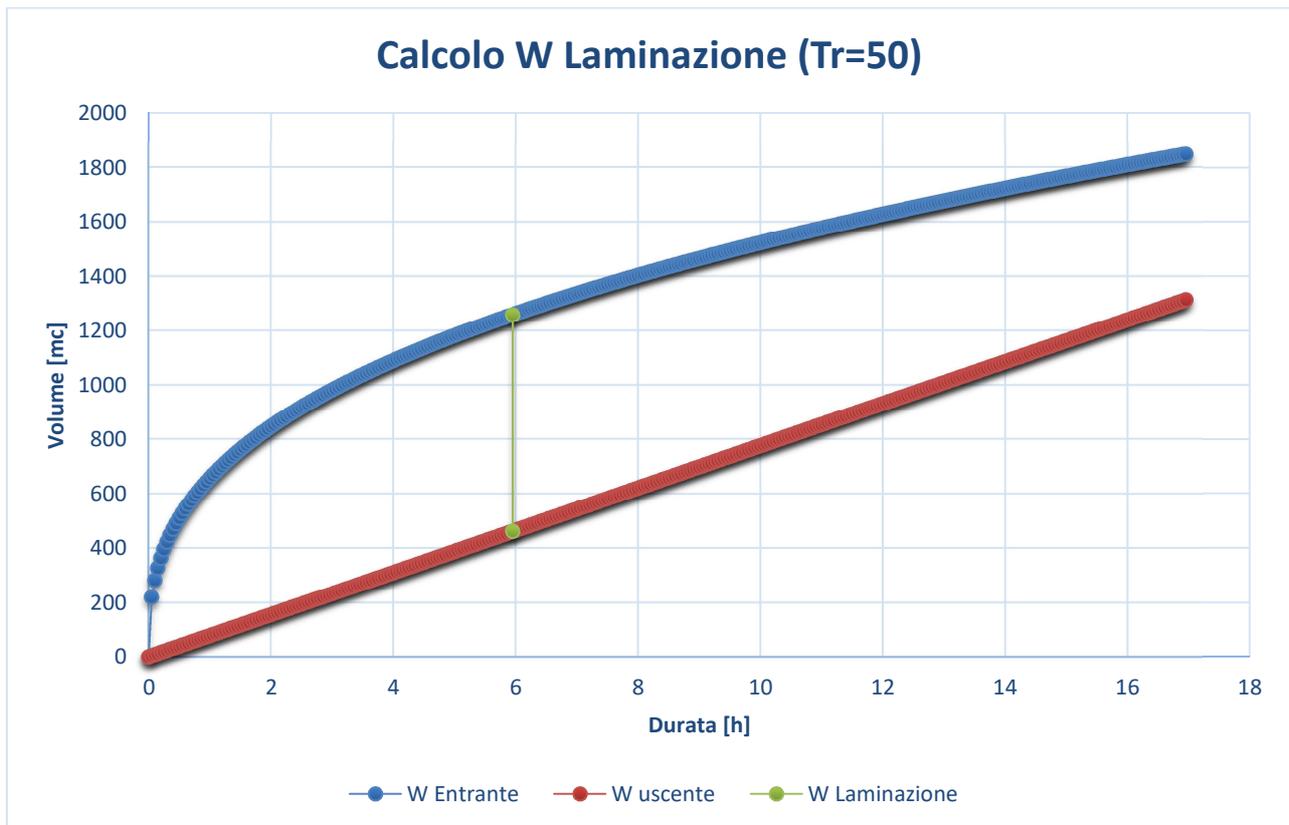


Figura 6: Grafico esplicativo del calcolo del volume di laminazione tratto dal "Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12"

Il procedimento verrà eseguito, considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni, escludendo la verifica per tempo di ritorno di 100 anni, in quanto, come già sottolineato la normativa permetteva di considerare il solo requisito minimo.

Il volume minimo di laminazione ottenuto è:

$$\Delta W_{\max TR=50} = 798 \text{ m}^3 > 430.5 \text{ m}^3 \text{ del requisito minimo}$$



Avendo calcolato un valore del volume di laminazione più elevato del rispetto a quello suggerito dal requisito minimo si dimensionerà il sistema di smaltimento e drenaggio delle acque meteoriche con volume utile di 798 m³.

5 SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

Il sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche, in via preliminare, sarà gestito secondo le modalità riportate di seguito.

Nelle successive fasi progettuali, sulla base del progetto esecutivo delle opere civili e delle indagini di carattere geologico ed idrogeologico che verranno condotte all' interno dell'area di edificazione, verrà redatto il progetto di invarianza idraulica ed idrogeologica definitivo.

Dalle analisi riportate nei capitoli precedenti e dalla verifica preliminare dell'assetto idrogeologico dell'area, in ottemperanza dell' art. 5 comma1 del r.r. 23 novembre 2017, n. 7 il controllo e la gestione delle acque pluviali verrà effettuato mediante l' infiltrazione naturale nel terreno secondo le seguenti modalità:

- I primi 5 mm di pioggia vanno trattati mediante vasca di prima pioggia munita di dissabbiatore e disoleatore (R.R. 24/03/2006);
- Il restante volume di seconda pioggia, verrà smaltito da un sistema di trincee drenanti opportunamente dimensionato.

Per il corretto smaltimento delle acque meteoriche a seguito di precipitazioni intense, innanzitutto sarà necessario fornire la corretta pendenza alle superfici del piazzale della stazione, in modo da evitare zone di ristagno idrico e convogliare le acque verso i pozzetti dotati di caditoia.

Le pendenze date alle superfici impermeabili saranno dell'1,5% in modo da consentire il più rapido ruscellamento e convogliamento verso la rete di drenaggio.

L'obiettivo principale è quello di limitare il ristagno idrico nei pressi delle apparecchiature elettromeccaniche.

Dopo l'infiltrazione delle acque nella rete di drenaggio essa segue le tubazioni in PVC che raccordano i pozzetti alle quali verrà data una pendenza pari allo 0,5%. Esse verranno convogliate verso un pozzetto sezionatore che permetterà di separare le acque di prima da quelle di seconda pioggia.

Le acque di prima pioggia verranno convogliate verso la vasca di prima pioggia, munita di dissabbiatore e disoleatore oltre che a pompe per l'evacuazione delle stesse verso il sistema di drenaggio, la restante parte verrà convogliata direttamente verso il sistema di drenaggio e smaltita per infiltrazione naturale nel terreno.

5.1 IMPIANTO TRATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

5.1.1 CALCOLO VOLUME DI PRIMA PIOGGIA

In ottemperanza al R.R. 24/03/2006 - *Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n.26*, regolamento che disciplina lo smaltimento delle acque di prima pioggia ed in particolare facendo riferimento all'art. 3, che disciplina che, se la superficie scolante è superiore a 2000 m² e la stessa è "specificamente o anche saltuariamente destinata al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di sostanze potenzialmente inquinanti come oli o idrocarburi, è necessario il convogliamento, raccolta, separazione e trattamento delle acque di prima pioggia".

Siccome le superfici impermeabili come aree asfaltate e parcheggi sono soggette al transito di mezzi di trasporto e, soprattutto, vista la presenza di trasformatori, dove il sistema di raffreddamento è ad olio, è necessario separare i primi 5 mm di pioggia dalle restanti seconde piogge ed inviarli ad un impianto di dissabbiatura e disoleatura.

Il volume delle acque di prima pioggia è pari a:

$$W_{pp} = S_{imp} \cdot 5 \text{ mm} = \mathbf{53.81 m^3}.$$

5.1.2 SCHEMA IMPIANTO PRIMA PIOGGIA

Dato che il volume delle acque di prima pioggia, calcolato è pari a: 53.81 m³, il comparto pozzetto sezionatore – dissabbiatore – disoleatore dovrà essere dimensionato per tale volume idrico.

Il funzionamento avverrà secondo il seguente schema: l'acqua di scarico raccolta dai pozzetti caditoia arriverà all'Impianto, attraversando il pozzetto scolmatore (ossia il pozzetto a tre vie, nel quale la terza via incanalerà l'acqua di "seconda pioggia") ed affluirà nella vasca (o vasche) di raccolta e stoccaggio "prima pioggia" fino a riempirla.

Per decantazione verranno separate sabbie, terricci e tutte le altre materie sedimentabili trascinate dall'acqua, le quali si accumuleranno sul fondo vasca.

Una volta riempita la vasca (e quindi raggiunto il massimo livello) un otturatore a galleggiante, situato nella tubazione di ingresso, chiuderà automaticamente l'accesso all'acqua successiva (ossia l'acqua di seconda pioggia).

Al raggiunto massimo livello vasca, un regolatore di livello azionerà l'orologio programmatore (inserito nel quadro comandi elettrico) il quale dopo 48 ore darà consenso all'avvio di una elettropompa sommersa, la quale consentirà un lento trasferimento (24 ore o tempi maggiori se richiesti) dell'acqua stoccata alla vasca disoleatore, la quale ha lo scopo di separare e trattenere gli oli minerali/idrocarburi presenti.

L'acqua reflua dal disoleatore (ossia l'acqua di prima pioggia trattata) e l'acqua scolmata (acqua di seconda pioggia) verranno quindi convogliate verso il sistema di smaltimento composto da una serie di trincee filtranti. La regolazione della quantità di acqua da rilanciare con la elettropompa inserita nella vasca di prima pioggia, verrà effettuata mediante una saracinesca situata nella tubazione di mandata della pompa stessa, e tale regolazione dovrà essere effettuata in modo che lo svuotamento dell'intera quantità di acqua avvenga nel tempo prestabilito (massimo 48ore).

L'acqua reflua pompata dalla vasca di prima pioggia verrà trasferita alla vasca disoleatore, la quale è divisa internamente in due vani (vano di separazione gravimetrica e vano di filtrazione) attrezzati internamente di filtri oleo assorbenti di superficie (posti a pelo libero dell'acqua, idrorepellenti, idonei a catturare e trattenere oli minerali ed idrocarburi flottanti in superficie della vasca stessa) e di filtro a coalescenza (filtro in poliestere a canali aperti, inserito

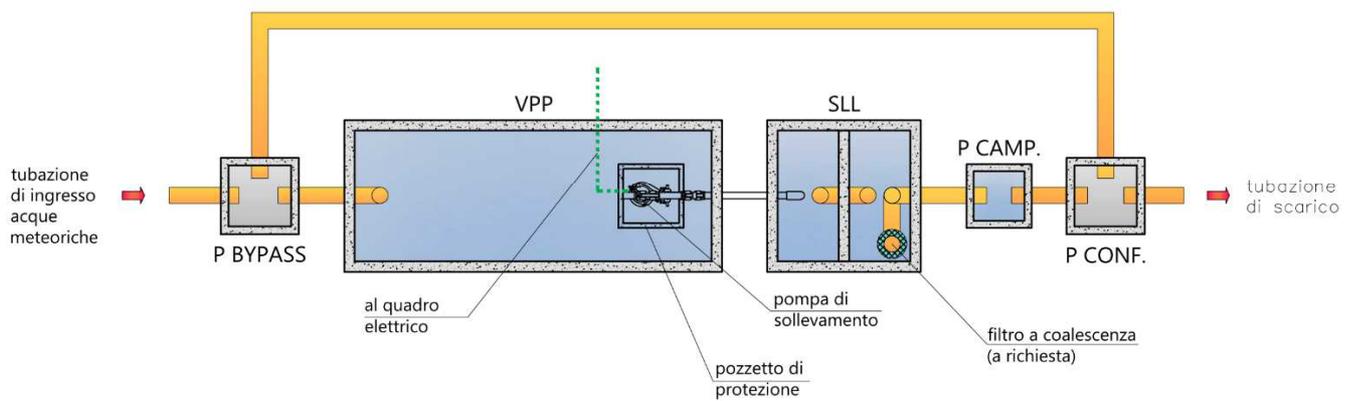
su scatolato in acciaio inox). Nella figura sottostante si riporta uno schema-tipo dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia.

L'acqua in uscita dal disoleatore sarà convogliata direttamente alla vasca di laminazione mediante apposita pompa.

VISTA IN PIANTA DEL SISTEMA

LEGENDA

P BYPASS = pozzetto di bypass delle acque meteoriche di "seconda pioggia"
P CAMP. = pozzetto di campionamento
P CONF. = pozzetto di confluenza
SLL = Separatore di liquidi leggeri
VPP = vasca di prima pioggia



VISTA IN SEZIONE DEL SISTEMA

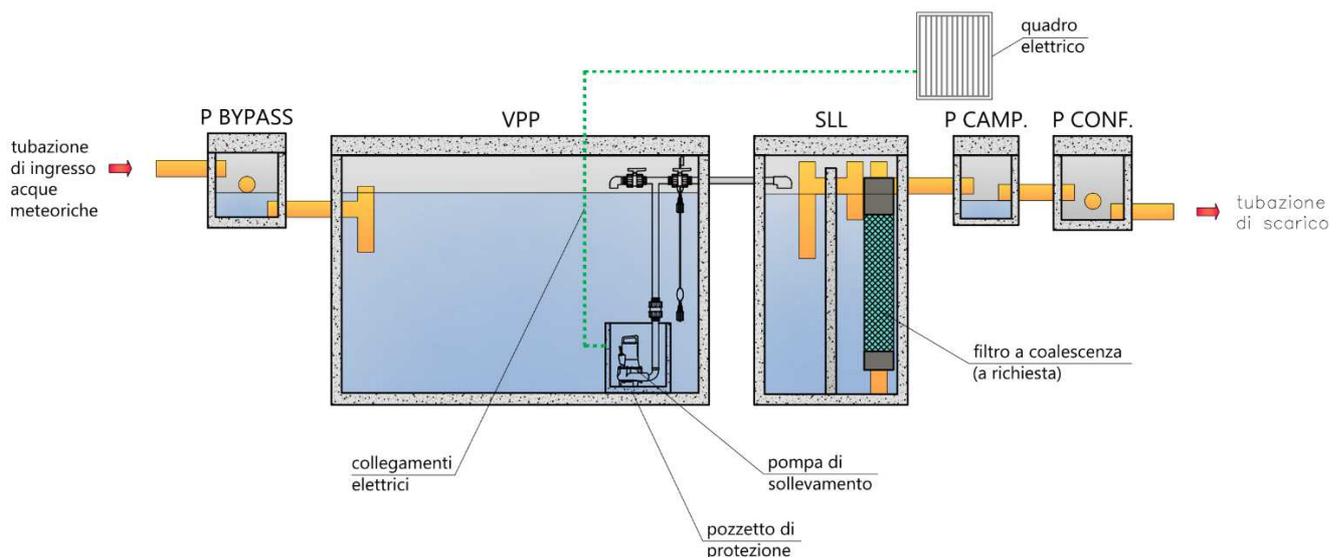


Figura 7. Schema dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia: pozzetto sezionatore, vasca di sedimentazione /dissabbiatore, disoleatore.

5.2 TRINCEE DRENANTI

Il sistema di smaltimento delle acque pluviali, come precedentemente accennato, sarà costituito da una serie di trincee filtranti.

In attesa delle indagini geologiche ed idrogeologiche propedeutiche al dimensionamento del sistema di filtrazione, che verranno eseguite in sede di progettazione esecutiva, di seguito si riportano alcuni esempi di soluzioni realizzabili, con una breve descrizione delle loro caratteristiche principali.

Le trincee filtranti (Figura sottostante), sono costituite da scavi riempiti con materiale ghiaioso sabbia e pietre oppure con elementi prefabbricati in materiali plastici realizzati con lo scopo di favorire l'infiltrazione l'immagazzinato (all'interno della trincea) e la successiva filtrazione dell'acqua meteorica nel sottosuolo (attraverso i lati e il fondo della trincea).

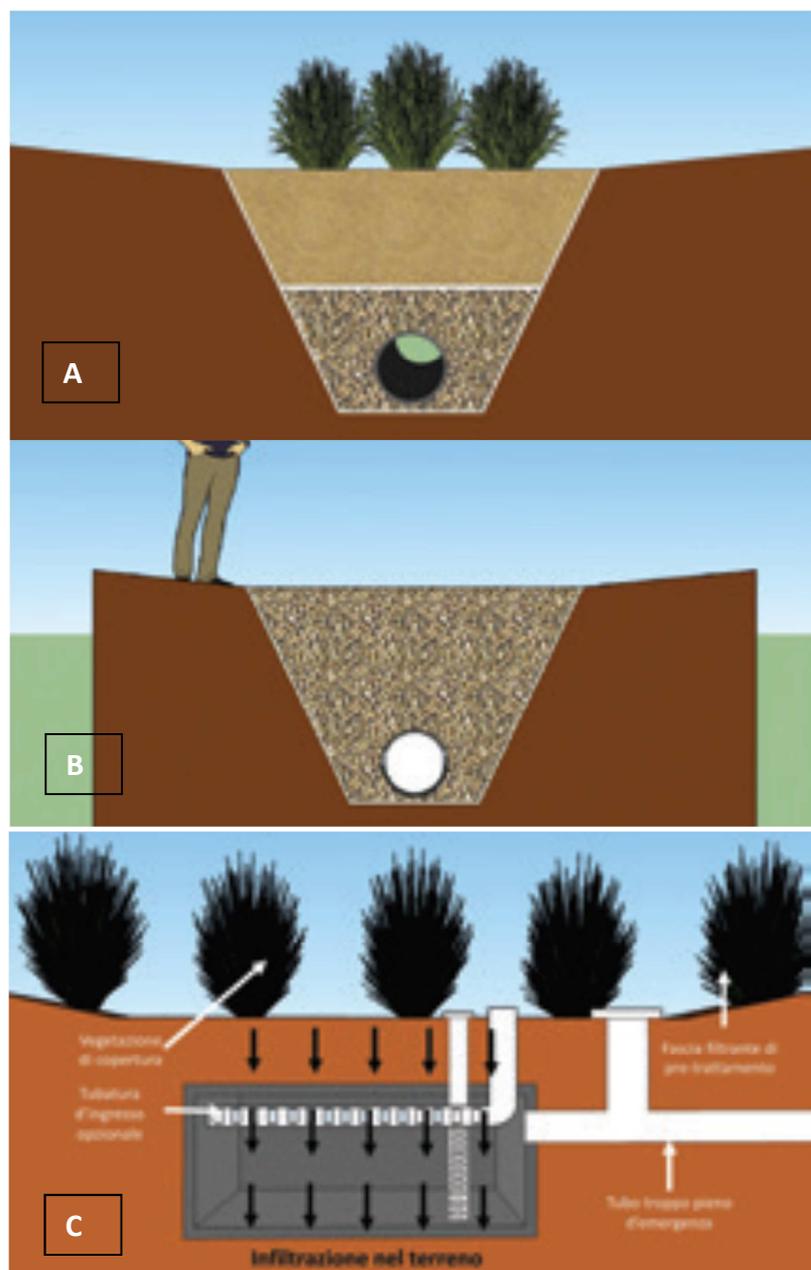


Figura 8 Schema tipo di gallerie d'infiltrazione (a) con suolo e essenze vegetali; (b) senza suolo e senza essenze vegetali; (c) sezione longitudinale della trincea.

All' interno della trincea può essere presente anche un tubo forato (tubo di dispersione) per aumentare la capacità d'accumulo e per garantire una più regolare distribuzione delle acque lungo lo sviluppo della trincea. Le trincee possono essere riempite interamente con ghiaia senza essenze erbacee oppure possono essere riempite di ghiaia per la metà inferiore e di terreno estremamente permeabile nella parte superiore.

La seconda tipologia può essere vegetata con la presenza di prato o tramite essenze vegetali erbacee ed arbustive ad alto valore decorativo.

Le essenze erbacee consigliate sono: Graminacee (es: *Molinia caerulea*, *Juncus effusus* e *Decespitosa*), *Lysimachia nummularia*, *Lythrum salicaria*, *Matteuccia struthiopteris*, *Mentha aquatica*, *Arunco dioicus*, *Echinacea purpurea*, *Lobelia siphilitica*, *Caltha palustris*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Geum rivale*, *Lychnis flos-cuculi*, *Petasites hybridus*, *Iris pseudacorus*, *Osmunda claytoniana* e *Veronica longifolia*. Le essenze arbustive consigliate sono: *Cornus sanguinea*, *Frangula alnus*, *Salix purpurea*, *Viburnum opulus*.

Le trincee filtranti sono inoltre in grado di rimuovere un'ampia varietà di inquinanti dalle acque di pioggia, attraverso meccanismi assorbimento, precipitazione, filtrazione, degradazione chimica e batterica.

5.2.1 DIMENSIONAMENTO

La trincea viene dimensionata in modo da ottenere uno svuotamento completo dalle 12 alle 24 ore successive alla fine dell'evento di pioggia e quindi in funzione dei terreni esistenti nel sito di intervento. La portata d'acqua infiltrata è ricavabile dall'equazione di Darcy nota la permeabilità del materiale costituente la trincea drenante.

La trincea inoltre è generalmente munita di una condotta forata centrale del diametro minimo DN 200 che ha lo scopo di veicolare le acque non infiltrate alla rete di drenaggio senza comportare l'esonazione della trincea stessa. Attraverso tale condotta è pure possibile fare interventi di pulizia; i fori sono del diametro

5.2.2 ACCORGIMENTI COSTRUTTIVI

Per la realizzazione dell'opera si procede dapprima con lo sbancamento del terreno in funzione della grandezza della galleria progettata. Si procede alla collocazione di uno strato di geotessuto filtrante sulle pareti sul fondo dello scavo per evitare l'intasamento della stessa da parte delle particelle fini. Si procede successivamente al riempimento del fondo con ghiaia lavata e poi alla collocazione della tubatura microforata per il drenaggio (avvolta anch'essa con uno strato di geotessuto per evitare l'intasamento dei pori). Si riempie lo scavo con ghiaia lavata fino a raggiungere circa la metà della profondità della buca e infine si ricopre, fino al piano campagna, con il suolo derivante dallo sbancamento opportunamente miscelato con sabbia e sostanza organica per aumentarne la porosità e le capacità di drenaggio.

5.2.3 MANUTENZIONE

Si deve generalmente procedere alla pulizia e taglio delle specie erbacee presenti sulla fascia inerbita, minimo una volta l'anno. Compire ispezioni e rimozione di sedimenti accumulati per prevenire l'intasamento della tubazione drenante e la diminuzione della capacità filtrante. È necessario procedere all'asportazione e sostituzione dello strato di ghiaia fine quando completamente intasato dai sedimenti. Nella tabella seguente, si riportano le principali opere di manutenzione da eseguire in relazione alle diverse tipologie di trincee drenanti.

Tipologia	Essenze vegetali presenti	Cadenza temporale manutenzione	Manutenzione richiesta
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee con alto valore estetico	Essenze erbacee ed arbustive ad alto valore estetico	Mensile	Pulitura, rimozione delle malerbe, taglio erba e potatura degli arbusti
Trincee filtranti con suolo vegetato da specie erbacee rustiche	Essenze erbacee a bassa richiesta di manodopera	Trimestrale	Taglio erba
Trincee filtranti senza suolo e essenze vegetali	NON PRESENTI	Annuale	Diserbo delle essenze infestanti che colonizzano la trincea

6 CONCLUSIONI

Lo studio in oggetto ha consentito di definire e dimensionare, in via preliminare il sistema di drenaggio e smaltimento delle acque di prima e seconda pioggia, secondo i criteri previsti dal RR n. 7/2017.

Nelle successive fasi progettuali, sulla base del progetto esecutivo delle opere civili e delle indagini di carattere geologico ed idrogeologico che verranno condotte all' interno dell'area di edificazione, verrà redatto il progetto di invarianza idraulica ed idrogeologica definitivo.