



Committente:

Spett.le

FAP INVESTMENTS S.R.L.

Via M. Buonarroti n°1

25010 – San Zeno Naviglio (BS)

Progetto:

**SVILUPPO AREA PRODUTTIVA D1E NEL
COMUNE DI POZZOLO FORMIGARO – PIANO
ESECUTIVO CONVENZIONATO**

Oggetto:

Relazione Invarianza idraulica

Revisione: 01

Descrizione: Prima Emissione

Data: **2 dicembre 2025**

File: 2509LS_652EC

SOMMARIO

1.0. PREMESSA	2
2.0. INQUADRAMENTO NORMATIVO	3
3.0. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO	4
4.0. PROVE PERMEABILITÀ IN SITO	6
5.0. DATI PLUVIOGRAFICI.....	6
6.0. CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA	7
7.0. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE TRINCEE DRENANTI.....	8
8.0. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA.....	10
9. MANUTENZIONE SISTEMI.....	12
10.0. CONCLUSIONI.....	12

1.0. PREMESSA

Nell'ambito del progetto di realizzazione di un nuovo impianto logistico, nei terreni prospicienti la Strada Provinciale n.35 bis dei Giovi, nel Comune di Pozzolo Formigaro (AL), nell'area identificata come D1e (ex D2b Parco Commerciale) nel PRG vigente, è stata sviluppata la verifica di invarianza idraulica, così come previsto dalle norme regionali e comunali in relazione alla necessità di effettuare il corretto dimensionamento del sistema di dispersione delle acque meteoriche. La scelta progettuale è stata indirizzata verso lo smaltimento delle acque meteoriche nel terreno al fine di evitare di recapitare il contributo idrico intercettato dalle nuove superfici impermeabilizzate verso il ricettore superficiale rappresentato dall'affluente del Rio Lovassina che per altro presenta criticità di carattere idraulico a valle dell'area d'intervento.

L'intervento è individuabile nella C.T.R. Sez. n.177140, il cui stralcio è riportato nell'allegata corografia (**Fig.1**).

Nello specifico, il progetto prevede la realizzazione di n. 3 capannoni di superficie complessiva pari a 136115 m², completi di piazzali e opere accessorie.

Al fine di diminuire l'impermeabilizzazione delle superfici, è prevista un'area in ghiaia di area pari a 40000 m².



Il presente studio è basato sui dati derivanti da indagini geognostiche e prove di permeabilità in pozzetto eseguite nell'immediato intorno (prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile nel lotto già approvato D1a-Boero).

2.0. INQUADRAMENTO NORMATIVO

- Regione Piemonte Disegno di legge regionale n. 302 presentato il 05 giugno 2018

Art. 11.

(Misure di protezione del suolo da alluvioni e frane)

1. La Regione, ai fini della prevenzione del rischio idraulico ed idrogeologico, fatte salve le norme in materia di difesa del suolo e i relativi divieti, adotta misure per mantenere o favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e la permeabilità dei suoli.
2. Gli interventi edificatori e di urbanizzazione che interessano superfici libere devono prevedere opportuni accorgimenti progettuali e realizzativi che garantiscono l'invarianza idraulica delle acque meteoriche al fine di far diminuire il deflusso verso le reti di drenaggio urbano.
3. Negli strumenti di governo del territorio, nella realizzazione degli interventi di urbanizzazione e nell'attuazione degli interventi edificatori, fatte salve le cautele adottate per prevenire fenomeni di inquinamento della falda, si prevedono, quali misure per l'invarianza idraulica:
 - a) il ricorso all'uso di materiali permeabili che permettono la percolazione e la ritenzione temporanea delle acque nel terreno;
 - b) la verifica della non alterazione della funzionalità idraulica del contesto urbano in cui ogni nuovo intervento si inserisce;
 - c) la realizzazione di opportuni sistemi per l'intercettazione e la raccolta delle acque meteoriche, per il loro riutilizzo o il loro graduale rilascio nel reticolo idrografico recettore;
 - d) il mantenimento dell'efficienza della rete di recapito delle acque superficiali, anche a seguito di eventuali maggiori apporti non riducibili attraverso le mitigazioni di cui ai punti precedenti.
4. La Giunta regionale, con proprio provvedimento, definisce i valori di riferimento per il calcolo dell'invarianza idraulica e le specifiche tecniche per la progettazione e la realizzazione delle misure di cui al presente articolo. TITOLO II MODIFICHE ALLA L.R. 56/1977

- Piano di tutela delle acque Regione Piemonte

Art. 26. (Progettazione e gestione degli impianti di depurazione di acque reflue)

- b) il rispetto del principio dell'invarianza idraulica nel caso di aree di nuovo impianto, di completamento e di trasformazione, in modo tale che la portata massima complessiva in fognatura non venga incrementata dagli apporti di acque meteoriche di dilavamento;

- Regolamento regionale 20 febbraio 2006, n. 1/R.

Regolamento regionale recante: Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61)

- Piano Regolatore Generale Comune di Pozzolo Formigaro

Art. 21 ter (norme particolari per la zona D2b - parco commerciale) delle NdA del PRG di Pozzolo Formigaro, per quanto di competenza:

Le aree per parcheggi pubblici e privati devono essere dotate di sistemi di pavimentazione semipermeabile (utilizzo di autobloccanti, asfalti permeabili a grana media) e devono essere previste idonee vasche di prima pioggia dimensionate in funzione della capacità di raccolta delle acque superficiali dei parcheggi al fine di favorire lo smaltimento in loco attraverso l'infiltrazione naturale nel terreno con lo scopo di alimentare le falde qualora ne risulti la possibilità.

3.0. DEFINIZIONE DEL MODELLO GEOLOGICO

L'area di interesse si è sviluppata sulla parte meridionale della pianura alessandrina ad una quota media di circa 140 m s.l.m.m.

In accordo con la cartografia di riferimento ISPRA Carta Geologica d'Italia *Fg. 70 Alessandria (Fig.2)*, l'area in esame insiste sui sedimenti appartenenti alle *Fluviale recente fl³*, costituiti da *alluvioni ghiaiose sabbiose e argillose*. Essi presentano una potenza rilevante, compresa tra 40 m e 50 m,

La conformazione morfologica è attinente a quella dei terrazzi fluviali che si sono impostati in sinistra idrografica al T. Scrivia, sui depositi di conoide. I terrazzi decrescono in altezza verso valle e risulta essere difficile delimitarli. L'area è generalmente sub-pianeggiante, con pendenze inferiori al 5%.

Dal punto di vista idrogeologico il complesso superficiale di riferimento è costituito dai depositi prevalentemente ghiaiosi con alternanze di livelli limoso-argillosi.

Di seguito vengono riportate le stratigrafie sintetiche dei sondaggi *104491 Cascina Notaria* e *104492 Cascina Luna*:

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104491	0.20	riporto
104491	0.70	limo sabbioso con sparsi piccoli elementi lapidei consistente
104491	3.80	ghiaia e sabbia in scarsa matrice limosa molto addensata
104491	4.60	ghiaia addensata in discreta matrice limosa sabbiosa
104491	10.20	ghiaia e elementi lapidei poligenici in matrice limo sabbiosa con presenza di piccoli livelli e intercalazioni limose e argillose
104491	10.45	ghiaietto e sabbia grossolana
104491	13.40	ghiaia poligenica in discreta matrice limosa e limo sabbiosa molto addensato
104491	19.40	ghiaia poligenica molto addensata in matrice di limo sabbiosa e limo argillosa
104491	20.80	ghiaia ghiaietto in matrice limo sabbiosa addensata
104491	23.30	ghiaia poligenica molto addensata in matrice limosa e argillosa limosa
104491	25.00	ghiaia poligenica molto addensata in discreta matrice limosa
104491	35.30	ghiaia poligenica molto addensata in matrice limosa e limo argillosa sparsi elementi lapidei grossolani
104491	38.70	ghiaia poligenica addensata ghiaietto in discreta matrice limo sabbiosa e limosa

Codice perforazione	Profondità (m)	Descrizione
104492	0.30	terreno vegetale
104492	0.65	limo sabbioso molto consistente
104492	6.50	ghiaia con sabbia in matrice limo sabbiosa da molto addensata a addensata
104492	15.20	ghiaia poligenica in discreta matrice limo sabbiosa e limosa da addensata a molto addensata
104492	15.90	limo debolmente sabbioso mediamente consistente
104492	19.75	ghiaia poligenica in discreta matrice limo sabbiosa e limosa molto addensata
104492	21.55	ghiaia poligenica in matrice limo sabbiosa e limo argillosa da addensata a molto addensata
104492	21.65	sabbia grossolana
104492	30.95	ghiaia poligenica in matrice limo sabbiosa e limo argillosa da addensata a molto addensata
104492	31.40	limo sabbioso consistente
104492	40.00	ghiaia poligenica in matrice limosa e limo argillosa

Il complesso presenta un acquifero di tipo freatico la cui trasmissività varia mediamente da 10^{-1} a 10^{-3} m²/s e la permeabilità da 10^{-3} a 10^{-6} m/s.

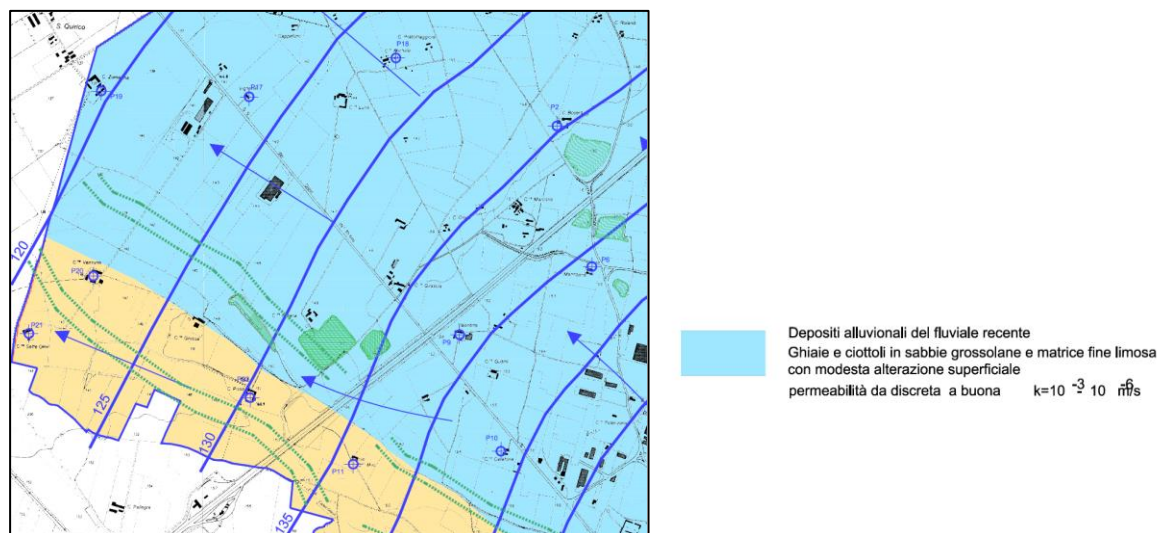
L'oscillazione del livello di falda, mostra un andamento ciclico con massimi relativi al periodo autunno-invernale e minimi tra settembre- ottobre. Tale andamento indica che gli effetti di siccità o precipitazioni prolungate si risentono, in falda, con un ritardo di circa un mese.

L'area su cui si estendono i terreni di interesse, è compresa tra le isopiezometriche 135 e 125 con la soggiacenza della falda ad una profondità compresa tra 14.0 e 18.0 m, in funzione della stagione.

Misurazioni eseguite nei pozzi vicini, pongono la profondità della falda a circa:

Pozzo	Soggiacenza in m da p.c.
C. Luna	15.75
C. Vignetti	19.0
C. Zomellina	18.1
C.to Michele	17.5

La morfologia della superficie freatica evidenzia un flusso idrico sotterraneo caratterizzato da un andamento generale in direzione SSE-NNO.



Carta idrogeologica PRG

4.0. PROVE PERMEABILITÀ IN SITO

Al fine di valutare la permeabilità dei terreni per il corretto smaltimento delle acque meteoriche, come anticipato in premessa è stata eseguita nell'area d'interesse, n.1 prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile.

L'esito della prova ha consentito di determinare un coefficiente k pari a $3.33 \cdot 10^{-2}$ cm/s ($3.33 \cdot 10^{-4}$ m/s), in linea ai valori medi per le ghiaie/terreni sabbioso ghiaiosi, compresi tra 10^{-4} cm/s e 10^{-2} cm/s (Cestari, 1990).

Tipo di terreno	Coefficiente di permeabilità k (cm/s)
Ghiaia pulita	1-10
Sabbia pulita, sabbia e ghiaia	10^{-3} -1
Sabbia molto fine	10^{-4} - 10^{-2}
Limo	10^{-6} - 10^{-4}
Argilla omogenea sotto falda	$<10^{-7}$
Argilla SC fessurata	10^{-6} - 10^{-2}

Per un maggior dettaglio della prova si rimanda alla Relazione Geologica.

5.0. DATI PLUVIOGRAFICI

Il calcolo dell'invarianza idraulica comprensivo del dimensionamento e verifica dei sistemi disperdenti, necessitano della conoscenza di dati pluviografici. A tal proposito ARPA Piemonte ha sviluppato un nuovo portale webgis Geoviewer2D per la consultazione di dati informativi territoriali compreso l'Atlante delle piogge intense e relative elaborazioni statistiche secondo le distribuzioni GEV o Gumbel per dati di pioggia fino al 2002.

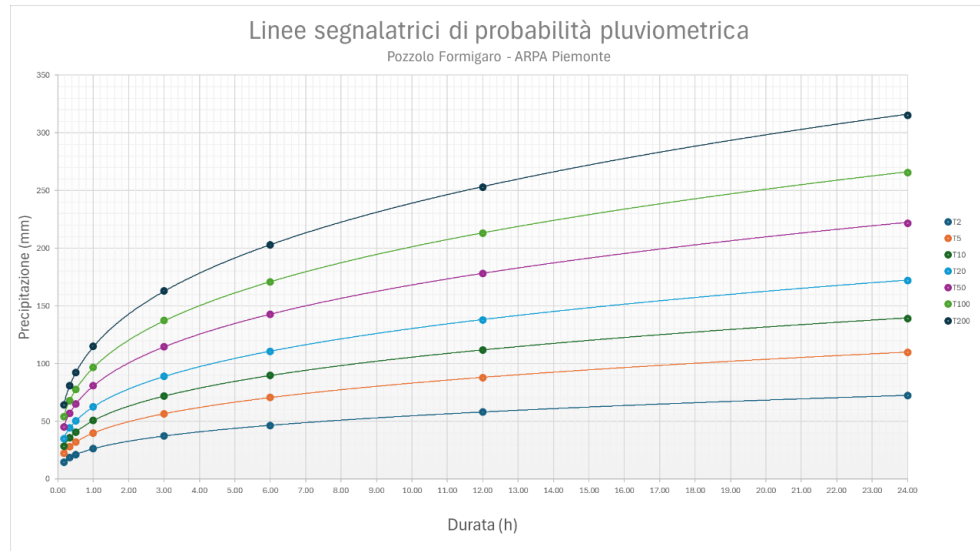
Il servizio Atlante delle piogge intense consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (o curve segnalatrici) per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano lo strumento essenziale nella progettazione idraulica e nella valutazione probabilistica delle portate di piena.

Le linee segnalatrici sono governate dalla seguente equazione:

$$h_{(t,T)} = at^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato. (20, 100, 200 e 500 anni). L'analisi statistica ha utilizzato tutta la base dati disponibile comprensiva delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale funzionanti dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987.

Considerando l'areale d'interesse si ottengono le seguenti linee segnalatrici di probabilità pluviometrica:



Considerando la curva segnalatrice con tempo di ritorno pari a 50 anni, i parametri propri della curva sono:

$$a = 80.708$$

$$n = 0.3158$$

6.0. CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA

Per il calcolo dell'invarianza idraulica è stata utilizzata la seguente relazione:

$$w = w^0 (\varphi / \varphi^0)^{(1/(1-n))} - 15 I - (w^* P)$$

Dove:

$$w^0 = 50 \text{ mc/ha}$$

φ = coeff. di deflusso dopo la trasformazione;

φ^0 = coeff. di deflusso prima della trasformazione;

$n = 0.3194$ (parametro della linea segnalatrice);

I = percentuale dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione, calcolata sull'area totale dell'intervento (aree pavimentate e aree, anche non pavimentate ma che vengono significativamente modificate con riduzione delle scabrezze e delle depressioni superficiali);

P = percentuale dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione, calcolata sull'area totale dell'intervento (parti dell'area che non vengono significativamente modificate, così da preservarne un'elevata capacità di contenimento delle acque meteoriche).

Il volume così ricavato è espresso in mc/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento determinando il volume minimo d'invaso, ovvero

$$W = w * \text{Superficie totale}$$

Per la stima dei coefficienti di deflusso si applicano le seguenti formule:

ϕ =coeff. di deflusso dopo la trasformazione=0,9 Imp + 0,2 Per

ϕ^0 =coeff. di deflusso prima della trasformazione=0,9 Imp⁰ + 0,2 Per⁰

Dove:

Per: percentuale dell'area permeabile, calcolata sull'area totale dell'intervento, valutata prima e dopo la trasformazione;

I: percentuale dell'area impermeabile, calcolata sull'area totale dell'intervento, valutata prima e dopo la trasformazione.

Sono definite "superfici impermeabili" (coeff. di deflusso 0,9) ad es. i tetti, le superfici asfaltate, quelle cementate, quelle pavimentate con autobloccanti, lastre, ecc.

Sono definite "superfici permeabili" (coeff. di deflusso 0,2) ad es. le superfici agricole, quelle a prato, le coperture verdi, ecc.

Applicando la formula si ottiene:

$$w = w^0 (\phi / \phi^0)^{1/(1-n)} - 15 I - (w \cdot P) = 196.92 \text{ m}^3/\text{ha}$$

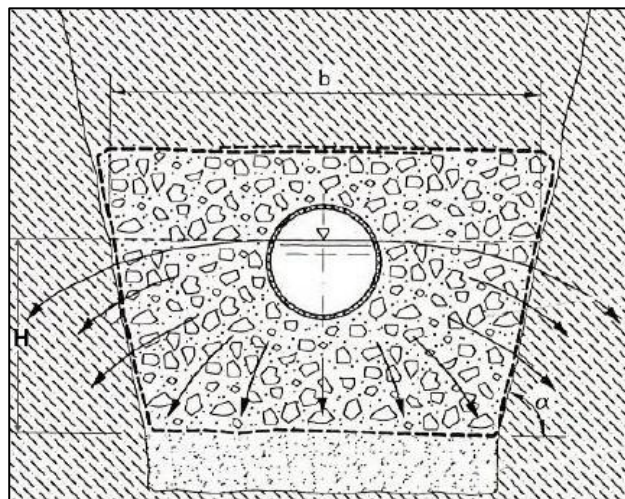
$$W = 6174.79 \text{ m}^3 \text{ Volume minimo da laminare}$$

Il dettaglio dei calcoli è riportato in allegato (**Fig.3**).

7.0. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE TRINCEE DRENANTI

Al fine di smaltire le acque meteoriche intercettate dalle nuove superfici impermeabili, si è optato per l'utilizzo di trincee drenanti. Le trincee avranno sezione rettangolare riempite con materiale ad alta conduttività idraulica quali ghiaia o frantumato; all'interno sarà posato un tubo drenante per la dispersione controllata delle acque.

Lo schema è il seguente:



b è la larghezza della trincea

H è l'altezza utile per l'infiltrazione

Il dimensionamento dell'impianto di infiltrazione, viene eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema (quindi l'idrogramma di piena di progetto) con la capacità d'infiltrazione del terreno e con l'eventuale volume immagazzinato nel sistema; tale confronto può essere espresso con l'equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti e uscenti nel mezzo filtrante.

L'equazione differenziale di continuità risulta essere la seguente:

$$Q_p(t) - Q_f(t) = dW(t) / dt$$

in cui:

$Q_p(t)$ è la portata, nota o predeterminata, meteorica in ingresso ai sistemi filtranti all'istante generico (t); essa dipende sia dall'evento meteorico considerato che dalle caratteristiche del bacino e della rete di drenaggio superficiale;

La portata meteorica viene calcolata con il metodo cinematico secondo la seguente formula:

$$Q_p = C_d \cdot S \cdot a \cdot t_p^{n-1}$$

Dove:

C_d = Coefficiente di deflusso medio

$S [m^2]$ = superficie scolante

a e n = parametri della linea segnalatrice con $T_r = 100$ anni

$t_p [h]$ = durata precipitazione

$Q_f(t)$ è la portata in uscita; essa è, in generale, variabile nel tempo e dipende dalle caratteristiche geometriche delle trincee, e dalle condizioni di permeabilità del circostante terreno;

La portata infiltrata Q_f viene valutata tramite la seguente formula:

$$Q_f = K \cdot J \cdot A_f \cdot 1000.0$$

in cui:

Q_f è espresso in $[l/s]$

$J [m/m]$ = cadente piezometrica = 1 nell'ipotesi di tirante idrico sulla superficie filtrante molto minore dell'altezza dello strato filtrante e di superficie piezometrica della falda convenientemente al di sotto del fondo disperdente.

$A_f [m^2]$ = superficie netta di infiltrazione = $(b + 2H) \cdot L$

La verifica della trincea avviene mediante la seguente equazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot \Delta t - W_{pt} = \Delta W < 0$$

cioè la differenza tra il volume meteorico entrante e il volume infiltrato uscente dovrà risultare inferiore alla capacità W_{pt} di immagazzinamento della trincea.

Detta A_t l'area trasversale della trincea e A_c l'area invasabile dal tubo drenante e n la porosità del materiale di riempimento, W_{pt} viene calcolato tramite la seguente relazione:

$$W_{pt} [m^3] = [A_t \cdot n + A_c \cdot (1 - n)] \cdot L$$

Che deve essere maggiore o uguale al volume minimo d'invaso calcolato dalla verifica d'invarianza idraulica.

Dati trincea drenante

Forma trincea: RETTANGOLARE

L (lunghezza) [m] = 1600.00

H (altezza riferita a "b") [m] = 3.00

b (larghezza liquida) [m] = 3.00

K (permeabilità del terreno) [m/s] = 0.00033

A_c (area invasabile dal tubo drenante) [m²] = 0.500 (tubo drenante $\Phi=1000$ mm)

n (porosità del materiale di riempimento della trincea) = 0.400

C_d (coef. di deflusso) = 0.81

S (superficie scolante) [m²] = 271658.00

$$W_{pt} [m^3] = 6240.00 > W = 6174.79 \text{ m}^3$$

Oltre che alla verifica della capacità di smaltimento si verifica la velocità di che lo svuotamento della trincea avvenga in un tempo inferiore a quello medio stimato fra due eventi meteorici successivi (non superiore a 4 giorni, pari a 345600 secondi):

$$T_{sv} = W_{tp} \cdot 1000.0 / Q_f < 345600 \text{ s}$$

La seguente tabella riassume i risultati di calcolo e l'esito delle verifiche.

Δt [min]	Q_p [l/s]	Q_f [l/s]	W_p [mc]	W_f [mc]	W_{pt} [mc]	ΔW [mc]	Verifica ΔW	T_{sv} [sec]	Verifica T_{sv}
10	10913.86	4752.00	6548.316	2851.200	6240.000	-2542.884	OK	1313	OK
15	8281.91	4752.00	7453.722	4276.800	6240.000	-3063.078	OK	1313	OK
20	6809.22	4752.00	8171.064	5702.400	6240.000	-3771.336	OK	1313	OK
30	5167.13	4752.00	9300.839	8553.600	6240.000	-5492.761	OK	1313	OK
45	3921.05	4752.00	10586.824	12830.400	6240.000	-8483.576	OK	1313	OK

8.0. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

L'inquinamento prodotto dal dilavamento di acque meteoriche per i piazzali e la viabilità è dovuto essenzialmente alla presenza di sabbia, terriccio ed olii minerali leggeri. Pertanto si prevede la realizzazione un impianto di prima pioggia per le acque derivanti da queste superfici così come dettato dalla normativa vigente.

Per il criterio di dimensionamento del drenaggio si fa riferimento al Regolamento Regionale 20 febbraio 2006 n.1. La norma sopra citata definisce: "Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento

meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti”.

L'impianto dovrà comprendere le seguenti fasi di trattamento:

- fase di dissabbiatura-sedimentazione, nella quale avviene la separazione per decantazione dei fanghi pesanti (sabbie e terricci);
- fase di disoleazione gravimetrica, nella quale avviene la separazione per gravità dei liquidi leggeri (oli minerali, idrocarburi in genere); gli stessi, risalenti in superficie verranno con azione immediata catturati e trattenuti da speciali filtri oleoassorbenti (filtri cuscini adsorbioil, a ricambio periodico, idrorepellenti, in grado di catturare e trattenere ognuno fino a 5 kg di oli minerali/idrocarburi);
- fase di filtrazione, nella quale mediante un filtro a coalescenza (in poliestere a canali aperti) avviene la separazione degli oli minerali ed idrocarburi residui.

Si riporta una breve descrizione del funzionamento dell'impianto.

Durante l'evento meteorico le acque provenienti dalla rete di smaltimento dei piazzali e della viabilità, vengono immesse nel pozzetto scolmatore dove tramite soglie tarate in base alla superficie servita vengono separate le “acque di prima pioggia” dalle successive che essendo diluite come carico inquinante possono essere inviate direttamente al corpo ricettore attraverso la tubazione di by-pass. Per le acque di prima pioggia il corpo ricettore sarà l'impianto delle acque nere.

Dal pozzetto scolmatore le acque raggiungono il primo vano del manufatto (vano dissabbiatore), mediante decantazione, si accumuleranno sul fondo tutti i fanghi pesanti (terricci, sabbie e morchie). Dal vano dissabbiatore l'acqua passerà poi al vano di disoleazione gravimetrica, dove per effetto fisico di gravità flatteranno in superficie gli oli minerali liberi contenuti nell'acqua, i quali con azione immediata verranno catturati e trattenuti da speciali filtri oleoassorbenti posti a pelo libero dell'acqua. Nell'ultimo vano (vano di filtrazione), verranno trattenuti gli oli minerali ed idrocarburi residui, mediante un filtro a coalescenza.

A valle dell'impianto si prevede la posa di un pozzetto di ispezione per il prelievo di campioni.

Per le acque di scarico che devono rientrare nei limiti di accettabilità previsti dal Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006, scarico in acque superficiali, si consiglia l'uso di un filtro a coalescenza. Con questo sistema le microparticelle di oli aderiscono ad un particolare materiale coalescente (effetto di assorbimento) e, dopo essersi unite tra loro aumentano la loro dimensione (effetto di coalescenza), e quindi ne viene favorita la flottazione in superficie.

Lo scarico del separatore viene automaticamente chiuso da un otturatore a galleggiante per impedire la fuoriuscita dell'olio quando quest'ultimo arriva ad un determinato livello nella camera di raccolta.

Di seguito si allega il calcolo dimensionale:

Trattamento delle acque di prima pioggia con impianto di sedimentazione

Volume di prima pioggia: $VPP = S \times 5 \text{ mm}$

Volume di sedimentazione (volume dei fanghi): $VSED = Q \times Cf$

Portata : $Q = S \times i$

Dati di ingresso: $S = 78586 \text{ m}^2$.

Coefficiente quantità di fango media pari a 200

Dimensionamento volume di prima pioggia: $VPP = S \times 5 \text{ mm}$

$= 78586 \text{ m}^2 \times 0,005 \text{ m} = 392.93 \text{ m}^3$.

Portata: $Q = S \times i = 78586 \text{ m}^2 \times 0.0056 \text{ l/s mq.} = 440 \text{ l/s}$

Volume di sedimentazione (volume dei fanghi): $VSED = Q \times Cf =$

$440 \text{ l/s} \times 200/1000 = 88 \text{ m}^3$

9. MANUTENZIONE SISTEMI

Il rendimento del sistema di drenaggio e dispersione è legato allo stato di cura e manutenzione delle opere. Gli interventi di manutenzione ordinaria riguardano l'eliminazione di eventuali problemi di deflusso, come possono essere le rimozioni di rifiuti, detriti, fogliame, oltre alla verifica del funzionamento delle componenti meccaniche.

Interventi straordinari riguarderanno la risoluzione di problematiche sempre riguardanti eventuali intasamenti, come la verifica di eventuali rotture e/o interruzioni del sistema.

La frequenza dei controlli dovrà essere periodica, con frequenza intensificata all'occorrenza di fenomeni temporaleschi intensi e della stagione invernale.

A tale proposito lungo tutta la lunghezza delle trincee dovranno essere posizionati ad intervalli regolari un numero adeguato di pozzetti d'ispezione che permettano tali manutenzioni.

10.0. CONCLUSIONI

Visto quanto riportato nei capitoli precedenti, al fine del dimensionamento del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche, nell'ambito del progetto di invarianza idraulica ed idrologica per l'intervento di realizzazione dei nuovi capannoni e relativi piazzali e viabilità, è possibile effettuare le seguenti considerazioni conclusive:

Non è stata rilevata la falda acquifera entro le profondità indagate. Dalle conoscenze locali e da misurazioni effettuate nell'intorno la falda superficiale presenta una soggiacenza compresa tra 15 m e 20 m da p.c.;

Il valore di permeabilità utilizzato per il dimensionamento delle trincee drenanti è $k = 3.33 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$ ($3.33 \cdot 10^{-2} \text{ cm/s}$).

Tale valore di permeabilità è molto cautelativo, considerando la natura prevalentemente ghiaiosa del terreno;

Si propone l'adozione di un sistema di raccolta e smaltimento delle acque di pioggia di tipo disperdente, nello specifico un sistema costituito da trincee drenanti;

Il progetto prevede la realizzazione di tre nuovi capannoni con relativi piazzali e viabilità. Le superfici scolanti dell'intervento sono pari a 271658 m² fra nuovi capannoni, piazzali, viabilità.

Forma trincea: RETTANGOLARE

L (lunghezza) [m] = 1600.00

H (altezza riferita a "b") [m] = 3.00

b (larghezza liquida) [m] = 3.00

k (permeabilità del terreno) [m/s] = 0.00033

Ac (area invasabile dal tubo drenante) [m²] = 0.500 (tubo drenante $\Phi=1000$ mm)

n (porosità del materiale di riempimento della trincea) = 0.400

Cd (coef. di deflusso) = 0.81

S (superficie scolante) [m²] = 271658.00

Volume invasabile W_{pt} [m³] = 6240.00 > $W = 6174.79$ m³

Per le vasche di prima pioggia è necessario considerare volume minimo pari a 392.93 m³ e un vano di sedimentazione dei fanghi pari almeno a 88 m³.

Il contributo derivante dalle coperture dei capannoni dovrà essere separato da quello proveniente dalla viabilità (strade e piazzali).

Per evitare fenomeni di interazione tra le acque infiltrate e le fondazioni, i sistemi dispersivi dovranno essere installati ad una distanza minima di 10.0 m dai corpi fabbrica.

L'ubicazione dei sistemi disperdenti è riportato in **Fig.4**.

Si ricorda che le altezze delle trincee drenanti fino qui riportate, sono riferite alle altezze utili per l'infiltrazione. Per la realizzazione della trincea, l'altezza complessiva dovrà essere conteggiata anche un'altezza minima di 0.50 m a partire dalla parete esterna del tubo drenante.

Genova, 2 dicembre 2025

Geol. Luca Sivori



ALLEGATI

- Figura n.1** Corografia dell'area (estratto C.T.R.)
- Figura n.2** Carta Geologica
- Figura n.3** Calcolo invarianza idraulica
- Figura n.4** Schema trincee drenanti

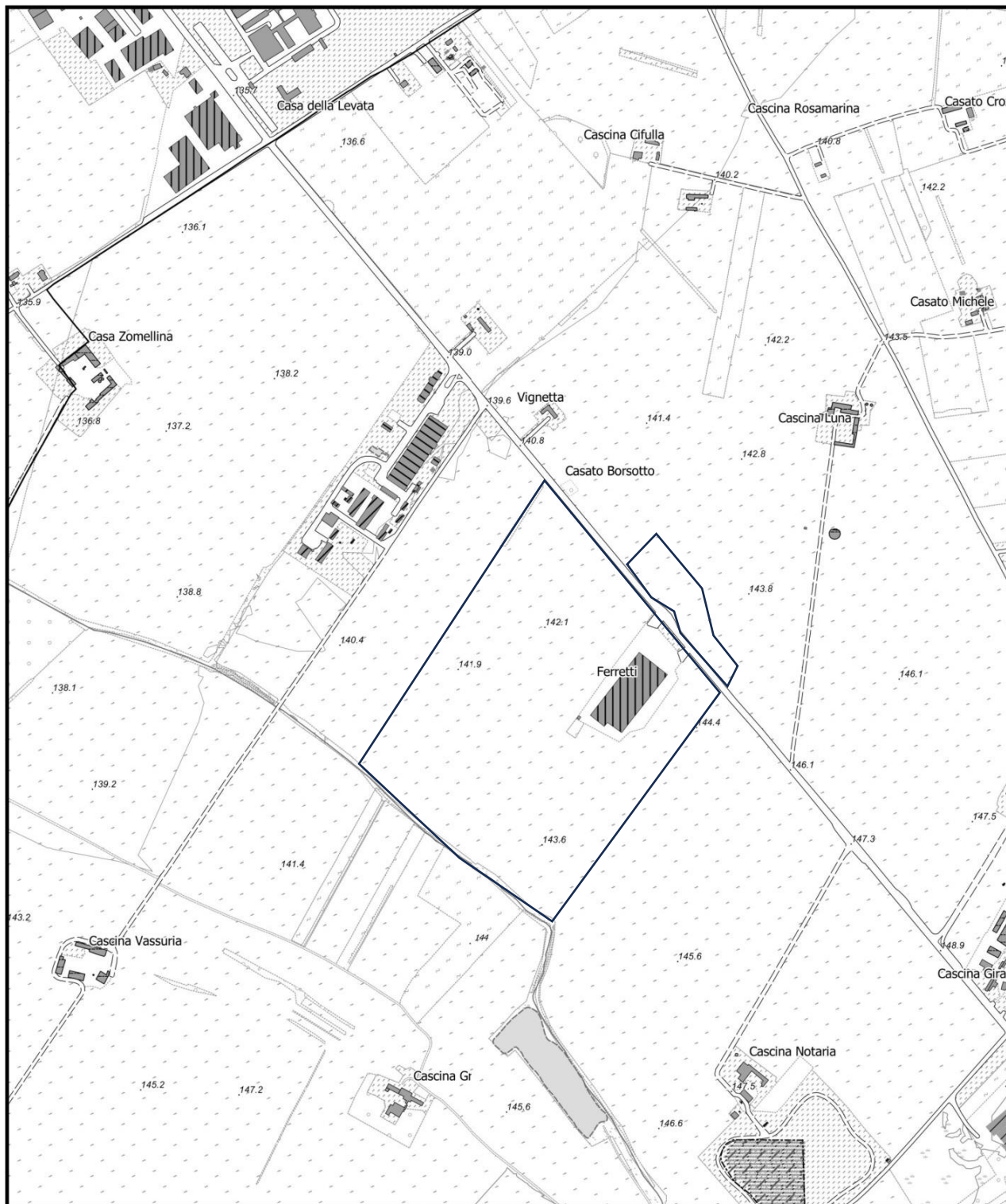
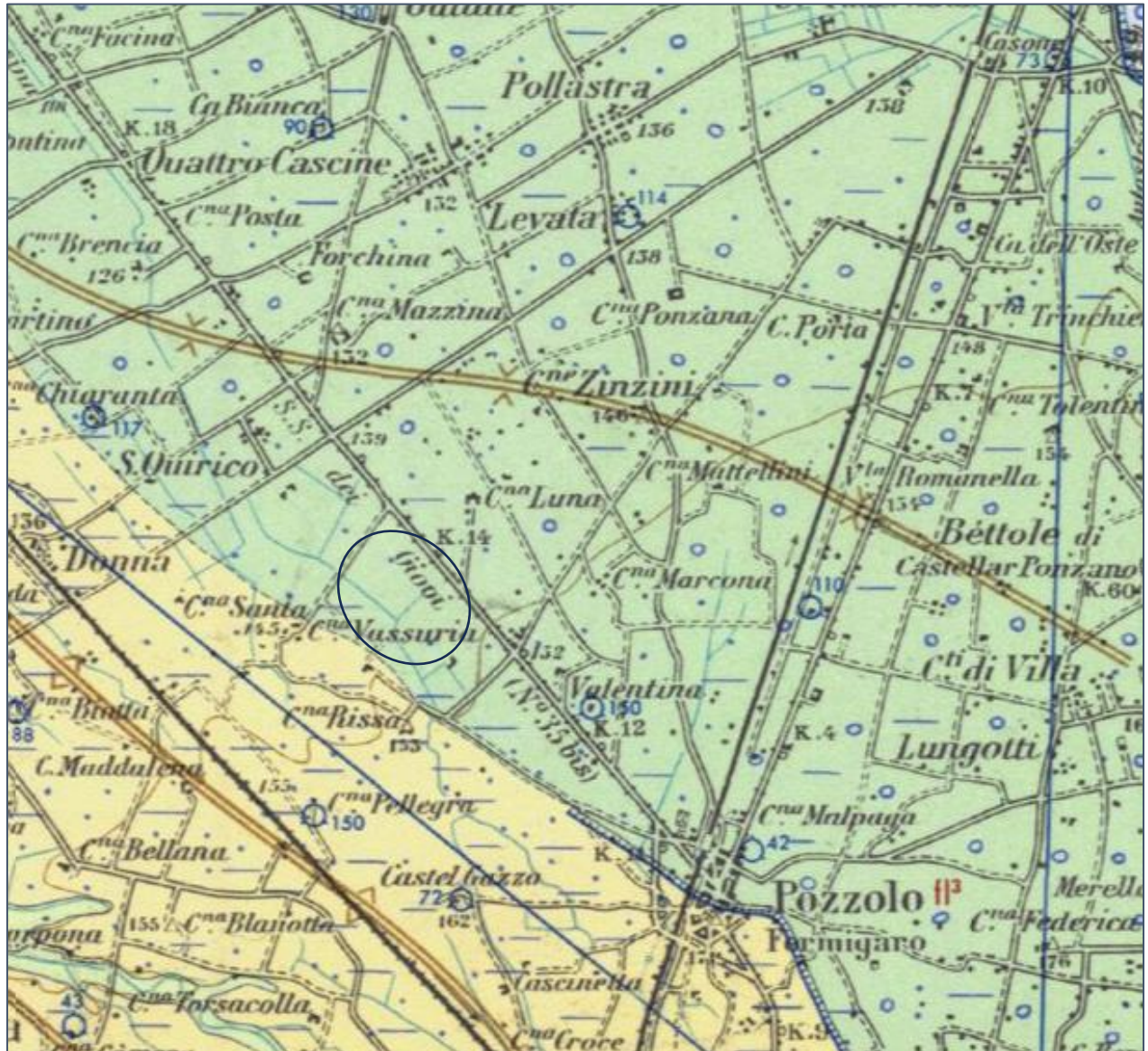
Figura 1: Corografia dell'area (Estratto CTR Sez. n. 177140, scala 1:10000)

Figura 2: Carta geologica



ISPRRA Carta Geologica - Foglio 70 - Alessandria


 fl³ Fluviale recente

Figura 3: Calcolo invarianza idraulica

CALCOLO INVARIANZA IDRAULICA OPERE PRIVATE									
CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)									
Superficie fondiaria	=	313 566.00	mq	inserire la superficie totale dell'intervento					
ANTE OPERAM									
Superficie impermeabile esistente	=	28 268.00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella					
Imp°	=	0.09							
Superficie permeabile esistente	=	285 298.00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella					
Per°	=	0.91							
Imp°+Per°	=	1.00		corretto: risulta pari a 1					
POST OPERAM									
Superficie impermeabile di progetto	=	234 506.00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella					
Imp	=	0.75							
Superficie permeabile progetto	=	79 060.00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella					
Per	=	0.25							
Imp+Per	=	1.00		corretto: risulta pari a 1					
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA									
Superficie trasformata/livellata	=	271 658.00	mq						
I	=	0.87							
Superficie agricola inalterata	=	41 908.00	mq						
P	=	0.13							
I+P	=	1.00		corretto: risulta pari a 1					
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM									
$\phi^* = 0.9 \times \text{Imp}^* + 0.2 \times \text{Per}^* =$	0.9	x	0.09	+	0.2	x	0.91	=	0.26
$\phi = 0.9 \times \text{Imp} + 0.2 \times \text{Per} =$	0.9	x	0.75	+	0.2	x	0.25	=	0.72
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO									
$w = w^* (t/t^*)^{1/(1-n)} - 15 \text{ l} - w^*P =$	50	x	4.33	-	15	x	0.87	-	50
$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$							196.92	x	313 566
							:	10 000	=
									196.92
									6 174.79
									mc
									W

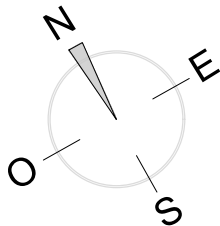
Figura 4: Schema trincee drenanti

PLANIMETRIA GENERALE
scala 1:2000



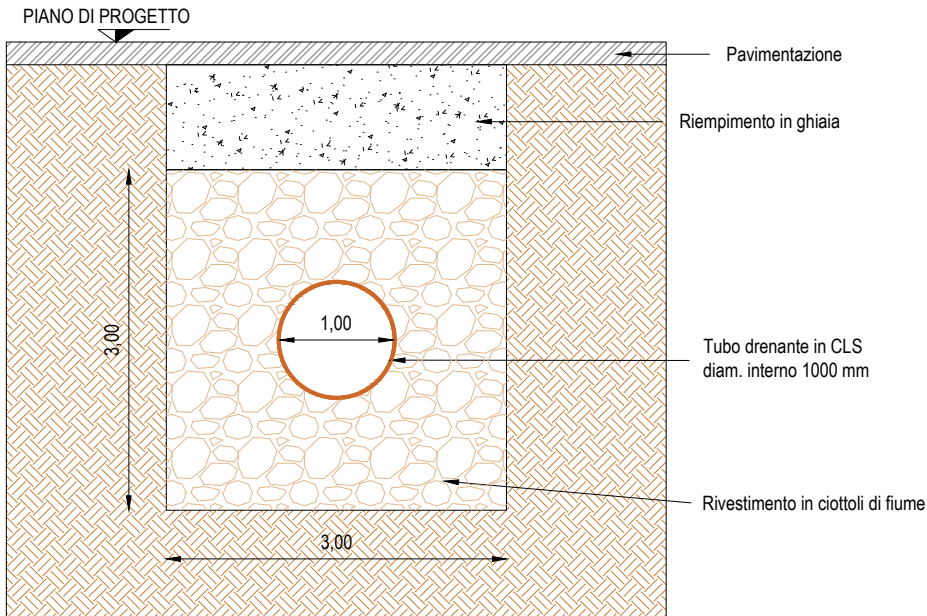
LEGENDA PLANIMETRIA GENERALE

- AREA ESTERNA NON OGGETTO DI INTERVENTO
- AREA STESSA PROPRIETA' NON OGGETTO DI INTERVENTO
- PERIMETRO P.E.C.
- PERIMETRO RECINZIONE
- PREVISIONE ALLARGAMENTO STRADALE DA P.R.G.
- FASCIA DI RISPETTO DEL RIO LOVASSINA
- AREA SOGGETTA AD OPERE DI URBANIZZAZIONE
- VERDE PRIVATO – AREA FILTRANTE
- VERDE PUBBLICO OGGETTO DI CESSIONE
- PIAZZALI IN ASFALTO – VIABILITA'
- AREA FILTRANTE
- SUPERFICIE COPERTA EDIFICI
- SUPERFICIE COPERTA GUARDIANIA E LOCALI TECNICI
- PAVIMENTAZIONE INDUSTRIALE IN CALCESTRUZZO
- TRINCEE DRENANTI PER OPERE PRIVATE (lotto D1e)



CALCOLO LUNGHEZZA TRINCEA DRENANTE PER OPERE PRIVATE			
TIPOLGIA ELEMENTO	LUNGHEZZE DI PROGETTO	LUNGHEZZA TOTALE	RICHIESTA DA PROGETTO DI INVARIANZA
TRINCEE LOTTO 1 (magazzino 1)	300ml + 100ml + 40ml = 440ml	1.600 ml	1.600 ml
TRINCEE LOTTI 2-3 (magazzini 2 e 3)	300ml + 100ml + 300ml + 80ml + 300ml + 40ml + 40ml = 1.160ml		

DETTAGLIO SEZIONE TIPO TRINCEA DRENANTE



Ing. Massimo Festi
Ordine degli Ingegneri della provincia di Trento
Iscrizione Albo n°2188
Piazza 3 Novembre 7, 38062 Arco (TN)
c.f. FSTMSM75R16H612Z
p.iva 01772980221
M +39.338.8223863
massimo.festi@studiolofesti.eu
massimo.festi@ingpec.eu

collaboratore
Ing. Irene Prezzi

committente

via Michelangelo Buonarroti n°1
25010 San Zeno Naviglio (BS)
tel. 030.2106925 fax. 030.2106926
internet www.fapinvestments.com
e-mail info@fapinvestments.com

progetto
Sviluppo area industriale "D1e" nel comune di Pozzolo Formigaro
PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
per realizzazione di fabbricati a destinazione logistica
nei terreni siti sulla Strada Provinciale n.35 bis del Giovi
Fogli n.7-9-15 part. 81-82-83-84-128-129-13-1-2-48-49-56-57

STATO DI PROGETTO
PLANIMETRIA SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE