

COMUNE DI BESOZZO
REGIONE LOMBARDIA
PROVINCIA DI VARESE

COMMITTENTE: Martignoni Srl
Via Lago n° 37
21023 Besozzo (Va)

RELAZIONE
INVARIANZA IDRAULICA AI SENSI
DELLA D.G.R. 20.11.2017, n.X/7372 E SUE MODIFICHE
ED INTEGRAZIONI REGOLAMENTO REGIONALE 22 Marzo 2019 N° 8
Dott. Geol. DE AMBROGI GIOVANNI

**Intervento: "Intervento di nuova costruzione: fabbricato uso ricovero mezzi
agricoli" via Lago – Besozzo**

Laveno M. 19/12/2024

1 PREMESSA

Con incarico della società Martignoni Srl è stata eseguita nel Comune di Besozzo, una valutazione preliminare sul Progetto di Invarianza Idraulica ai sensi della D.G.R.20.11.2017, n. X/7372 a supporto del progetto di realizzazione di un edificio ad uso ricovero mezzi agricoli.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto d'intervento si situa in via Lago frazione Bogno in Comune di Besozzo ad una quota media di circa 233 m.s.l.d.m.. L'area oggetto del presente studio viene come identificata in figura 1 di inquadramento generale su base topografica stralciata dalla sezione A4b4 (Besozzo) della Carta Tecnica Regionale.

Le coordinate del sito riferite all'ellissoide WGS84, sono le seguenti:

- **Longitudine (WGS84)=8,649661 °;**
- **Latitudine (WGS84)= 45,840050 °;**

2.1 estremi catastali

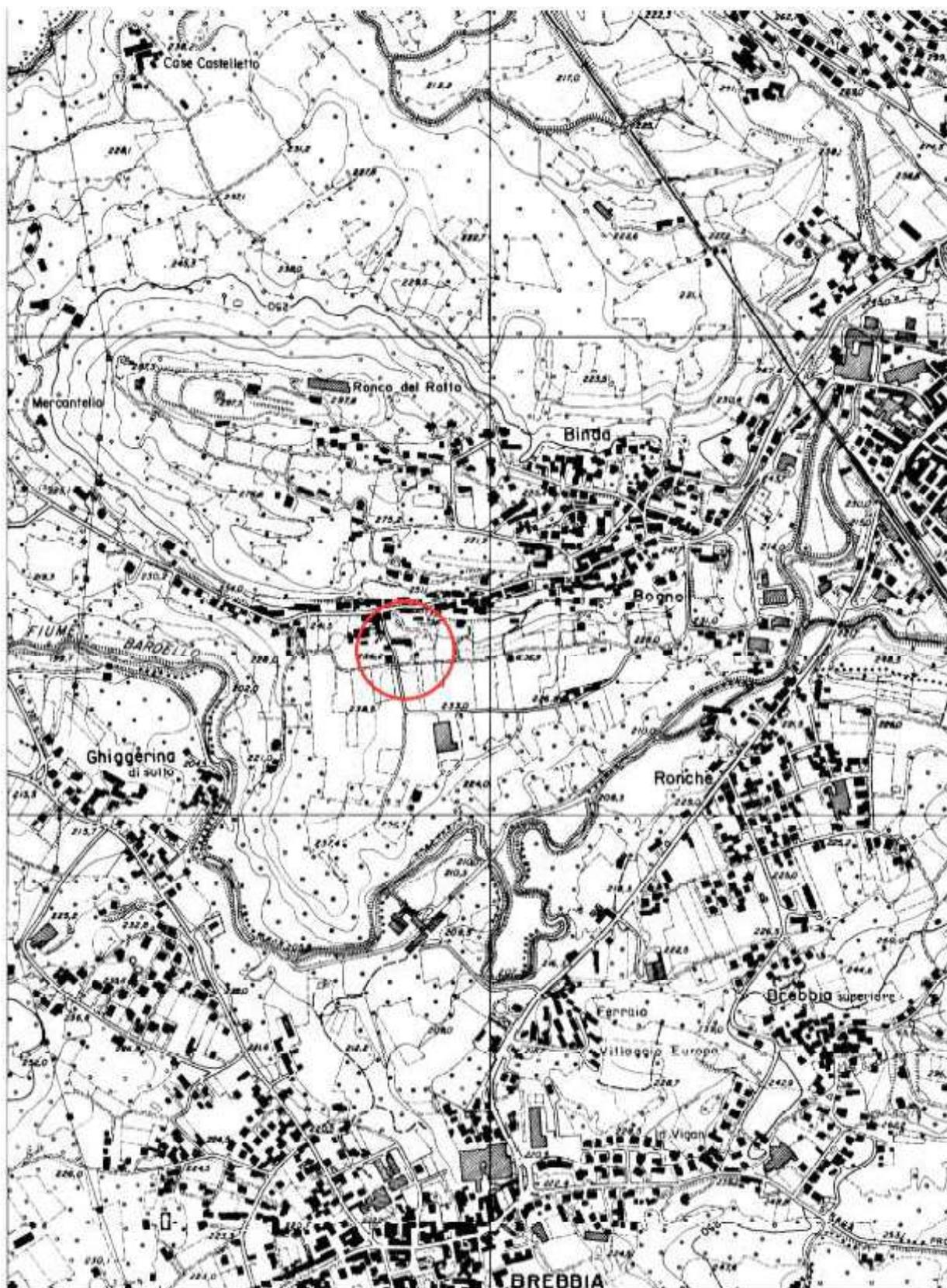


Fig. n°1: Stralcio C.T.R.



Fig. n°2: Area telerivata

3. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ai sensi della D.g.r. del 20 novembre 2017, n. 7372, il territorio Lombardo è stato suddiviso in tre ambiti in cui sono inseriti i Comuni, in base alla criticità idraulica dei bacini dei corsi d'acqua ricettori.

Ad ogni Comune è associata una criticità (Allegato B della Dgr):

- A –alta criticità
- B –media criticità
- C –bassa criticità

Il territorio di Besozzo oggetto del nostro intervento ricade in area di criticità C come si osserva dallo stralcio dell'Allegato A della citata Dgr di seguito allegato.

BERZO SAN FERMO	BG	A	1
BESANA IN BRIANZA	MB	A	1
BESANO	VA	C	
BESATE	MI	B	
BESNATE	VA	A	1
BESOZZO	VA	C	
BIANDRONNO	VA	C	
BIANZANO	BG	A	1
BIANZONE	SO	C	

Fig. 3 Stralcio legge regionale

Supplemento n. 17 - Mercoledì 24 aprile 2019

Cartografia degli ambiti a diversa criticità idraulica:

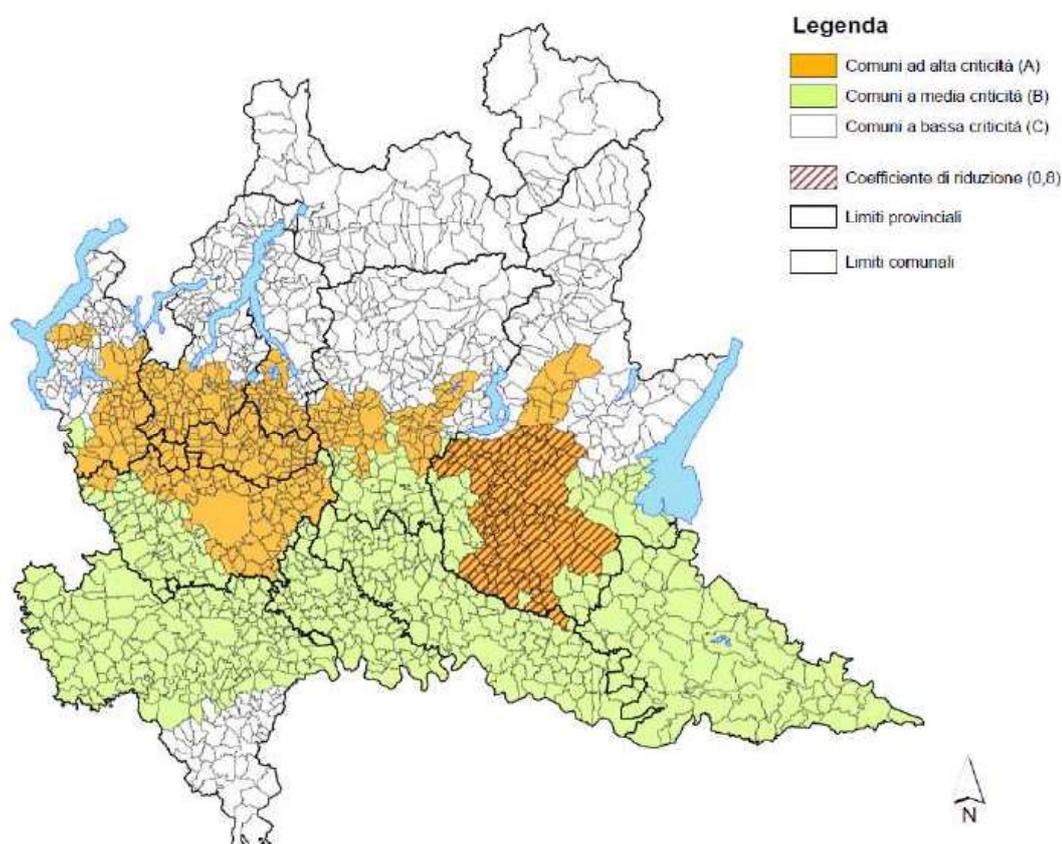


Fig. 4 Distribuzione Aree di criticità Idraulica e idrogeologica Regione Lombardia.

4. VERIFICA SUPERFICIE IMPERMEABILE

Come si osserva dallo stralcio planimetrico in progetto di seguito allegato, l'intervento in progetto prevede le seguenti nuove superfici:

EDIFICIO AD USO RICOVERO MEZZI AGRICOLI

Sup. Intervento: =mq 1291 mq

Area sup. impermeabile =300 mq (coeff.1)

Sup. verde = 991 mq

1. Interventi di *ristrutturazione edilizia* [articolo 3, comma 1, lettera d) del d.p.r. 380/2001], solo se consistono nella demolizione totale, almeno fino alla quota più bassa del piano campagna posto in aderenza all'edificio, e ricostruzione con aumento della superficie coperta dell'edificio demolito

1. Sono richieste misure di invarianza idraulica o idrologica calcolate per la superficie interessata dall'intervento (S)

2. La nuova portata di scarico è vincolata al limite massimo ammissibile da regolamento

Come è visibile dalla figura l'invarianza idraulica viene stimata per la superficie del capannone di 300 mq (Superficie S dell'intervento).

Calcolo:

Coefficiente di deflusso medio ponderale $\phi = [(300 \text{ m}^2 \cdot 1) / 1291 \text{ mq}] = 0,23$

$\phi = 0,23 < 0,40$

- ✓ Localizzazione dell'intervento con definizione area di criticità comunale ricadente
- ✓ Definizione del coefficiente medio ponderale
- ✓ Verifiche idrogeologiche locali e stima del bilancio idrologico;
- ✓ Definizione della superficie di invaso richiesta;

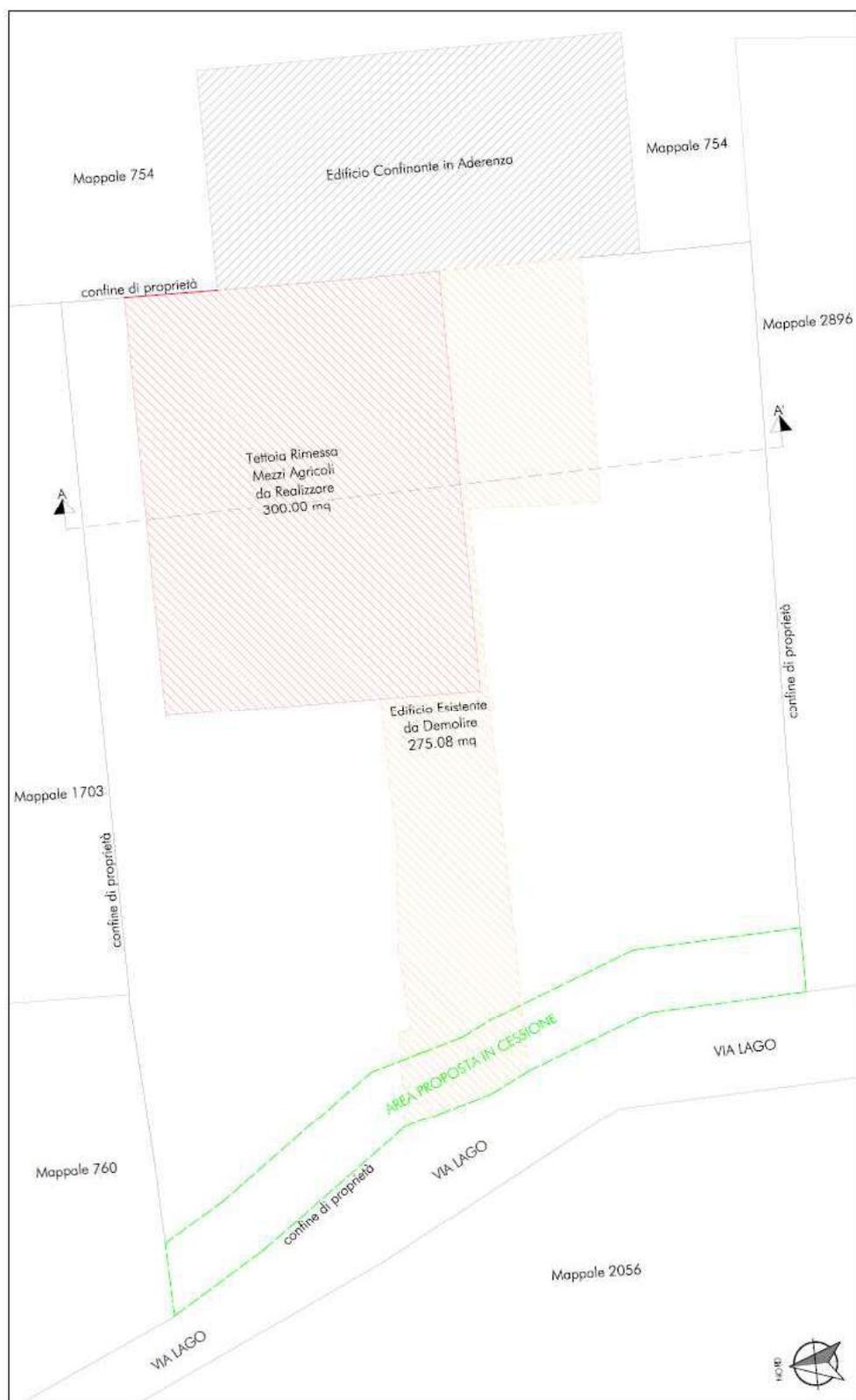


Fig. n°5: Planimetria in progetto

Di seguito si riporta uno schema che identifica la metodologia del progetto di Invarianza idraulica e idrogeologica.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	

supplemento n. 17 - mercoledì 24 aprile 2019

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

Fig. 6 Classi d'intervento

La classe d'intervento è 2 impermeabilizzazione potenziale media

5. PROVA DI PERMEABILITA'

5.1 Esecuzione della prova

Con incarico della società Martignoni Srl è stata eseguita una prova di permeabilità Lefranc a carico variabile.



MISURA DELLA PERMEABILITA'

Prove a carico costante

$$K = \frac{q}{C_F H D} \quad [\text{m/s}]$$

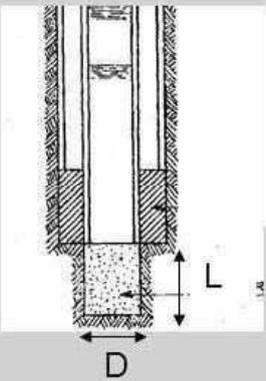
- C_F = coefficiente di forma = 2.85

Prove a carico variabile

$$k = \frac{A}{F(t_1 - t_2)} \ln\left(\frac{h_1}{h_2}\right)$$

A (sezione del foro)
F (coefficiente di ingresso)

- $F = L$ per $L \gg D$
- $F = 2\pi D + L$ per $L \sim D$



Indagini e Monitoraggio Geotecnico

Lezione 8

dove:

A = area di base

h_1, h_2 = altezza dei livelli d'acqua nel foro rispetto a fondo foro, ai tempi

K = coefficiente di permeabili

t_1 e t_2 t_1, t_2 = tempi nei quali si misurano h_1 e h_2

F = coeff. di forma dipendente dalla configurazione geometrica

7.2 Modalità di esecuzione con i rivestimenti della prova penetrometrica

La prova Lefranc è stata preceduta dall'allestimento della tasca di prova, secondo le seguenti modalità esecutive:

- misura del livello di falda nel tratto di misura, con freatometro elettrico; -
- installazione del rivestimento nel foro fino al “tetto” della tasca di prova dopo aver precedentemente estratto le aste della prova penetrometrica con punta a perdere, mediante sollevamento di 20/ 25 cm dei tubi dei rivestimenti ”. -

L'esecuzione della prova di permeabilità vera e propria è avvenuta secondo le modalità seguenti:

1. Riempimento con acqua del foro del rivestimento.
2. Interruzione dell'immissione di acqua, e misura nel tempo della diminuzione de livello dalla testa tubo del rivestimento.

7.3 Risultati delle Prove di permeabilità eseguite con i rivestimenti della prova Penetrometrica

Prova Pr1 -2,00 m da P.C.

Tabella misure di campagna (prova di permeabilità Pr1 a carico variabile) in corrispondenza prova penetrometrica P1 .(altezza della tasca 20 cm)

tempo t	Altezza h
0 sec	250,00 cm
80 sec	240,00 cm
194 sec	228,00 cm
370 sec	220,00 cm
630 sec	217,00 cm
870 sec	210,00 cm

Formula:

K (permeabilità di un fluido in un mezzo poroso)

$$K = \frac{A}{F(t_2 - t_1)} \bullet \ln \frac{h_1}{h_2} \quad K \text{ (permeabilità di un fluido in un mezzo poroso)}$$

Calcolo

$t_1=0$ s $h_1= 250,00$ cm e $t_2= 630$ s e $h_2= 217$ cm (diam rivestimenti 4,8 cm)

K (permeabilità di un fluido in un mezzo poroso)

$t_1=0$ s $h_1= 58,00$ cm e $t_2= 2700$ s e $h_2= 50,50$ cm

Calcolo

$$K = \frac{18,08 \text{ cmq}}{20 \text{ cm}(630 \text{ sec} - 0)} \cdot \ln \frac{250 \text{ cm}}{217 \text{ cm}} = 2,30 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec}$$

Calcolo

$t_1=0$ s $h_1= 250,00$ cm e $t_2= 870$ s e $h_2= 210$ cm (diam rivestimenti 4,8 cm)

K (permeabilità di un fluido in un mezzo poroso)

$t_1=0$ s $h_1= 250,00$ cm e $t_2= 870$ s e $h_2= 210$ cm

Calcolo

$$K = \frac{18,08 \text{ cmq}}{20 \text{ cm}(870 \text{ sec} - 0)} \cdot \ln \frac{250 \text{ cm}}{210 \text{ cm}} = 1,81 \cdot 10^{-4} \text{ cm/sec}$$

k	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9} cm/s
Classi di permeabilità	> B	BUONA	DISCRETA		BASSA	> BASSA	IMPERMEABILE			
Spessore attraversabile in 1 anno	> 10 km	3 km	300m	30 m	3 m	30 cm	3 cm	3 mm		
Tipo di terreno	GHIAIETTI	SABBIE SABBIE MISTE A GHIAIE	SABBIE MEDIE E FINI	LIMI SABBIE FINI ARGILLE LIMOSE			ARGILLE COMPATTE E OMOGENEE			

Fig. 7 Permeabilità dei terreni

La permeabilità viene stimata in discreta $2,30 \cdot 10^{-4}$ (10^{-6} m/sec) $1,81 \cdot 10^{-4}$ cm/sec (10^{-6} m/sec)

6. CALCOLO DEL VOLUME DI INVASO PER LA LAMINAZIONE

Calcolo con i requisiti minimi art 12 comma 2 :

Edificio ad ricovero mezzi agricoli Superficie interessata **1291,00 m²**

Coefficiente di deflusso medio ponderale $\phi=0,23$

Il volume degli invasi di laminazione sarà ≥ 400 mc per ettaro di superficie scolante impermeabile (Aree a criticità C) il calcolo viene eseguito con i requisiti minimi articolo 12 comma 2;

Volume di laminazione $W_o = 400 \text{ mc/ha} = 400 \text{ mc} \cdot 0,1291 \text{ ha} \cdot 0,23 = 11,87 \text{ mc}$

Area criticità C (ulim 20l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile dell'intervento)

$ulim = 20 \text{ l/sec} \cdot 0,1291 \text{ ha} \cdot 0,23 = 0,59 \text{ l/sec}$

7. OPERA D'INVARIANZA IDRAULICA:

Si propongono ad esempio pozzi ad anelli cilindrici del diametro di 2,00 m

Così specificati:

Edificio ad uso ricovero mezzi agricoli

$1 \text{ m} \cdot 1 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 1,5 \text{ m} = 4,71 \text{ mc}$

$[(1,50 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 1,5 \text{ m}) - 4,71] \cdot 0,30 = 1,76 \text{ mc}$

$(4,71 \text{ mc} + 1,76 \text{ mc}) \cdot 2 = 12,94 \text{ mc}$

$12,94 \text{ mc} > 11,87$ (verifica soddisfatta)

7. VERIFICA SVOUTAMENTO:

Verifica tempo di svuotamento pozzo di infiltrazione:

$$t_{svuot} = \frac{W_{lam}}{Q_u + Q_{inf}}$$

Permeabilità stimata $2,30 \cdot 10^{-6} \text{ m/sec} = 8,28 \cdot 10^{-3} \text{ m/h}$

Superficie laterale pozzo = $3,00 \text{ m} \cdot 3,14 \cdot 1,50 \text{ m} = 14,13 \text{ mq}$

Area di base pozzo = $1,50 \text{ m} \cdot 1,50 \text{ m} \cdot 3,14 = 7,06 \text{ mq}$

Totale superfici = $(14,13 \text{ mq} + 7,06 \text{ mq}) = 21,19 \text{ mq}$

$Q_{inf} = 21,19 \text{ mq} \cdot 0,00828 \text{ m/h} = 0,175 \text{ mc/h}$

$$t_{svuot} = \frac{6,47 \text{ mc}}{0,175 \text{ mc/h}} = 36,97 \text{ ore}$$

$= 36,97 < 48$ ore (verifica soddisfatta)

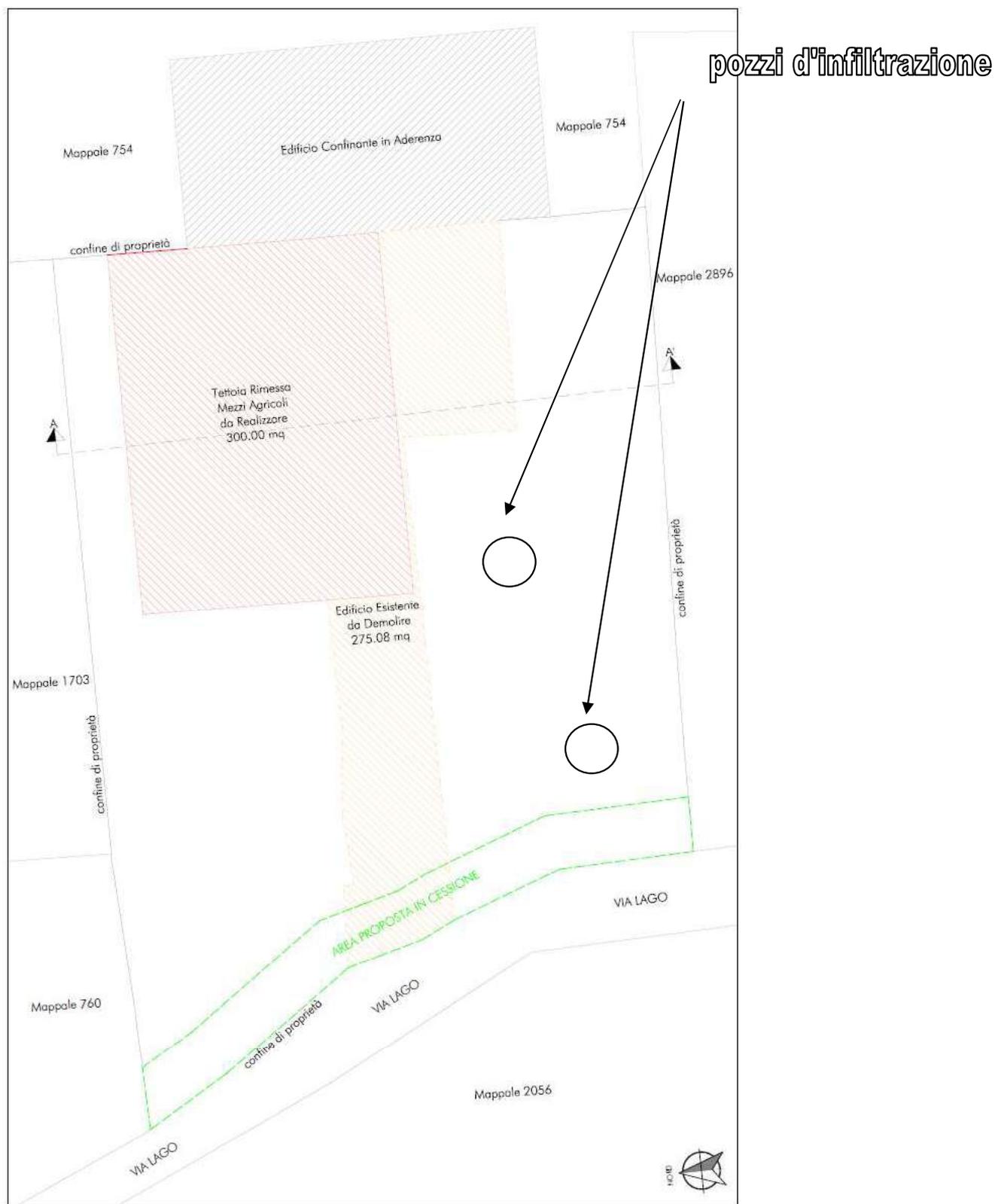


Fig. n°8: Schizzo opere d'invarianza idraulica proposte

8. MANUTENZIONE:

Descrizione e periodicità degli interventi di manutenzione:

Tutti gli elementi costituenti il sistema di drenaggio delle acque meteoriche devono garantire un livello minimo prestazionale al di sotto del quale la funzionalità del sistema stessa non sarebbe garantita.

a) Gronde, pluviali, caditoie, canaline grigliate

Gronde, pluviali, caditoie e canaline grigliate hanno la funzione di captare le acque meteoriche dalle superfici a cui sono asservite per avviarle alla rete di drenaggio.

Livello minimo della prestazione:

Per quel che concerne i requisiti e le prestazioni relative a gronde, pluviali, caditoie e canaline grigliate appartenenti alla rete di smaltimento delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento agli aspetti principali verso i quali questi elementi devono essere orientati sono la pulibilità, la tenuta, la resistenza agli sbalzi termici e la resistenza meccanica.

- **Pulizia:** gronde, pluviali e canaline grigliate devono essere facilmente pulibili per assicurare la funzionalità dell'impianto.

- **Controllo della tenuta:** i dispositivi di tenuta di cui questi elementi sono dotati devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

- **Resistenza alle temperature e a sbalzi di temperatura:** questi elementi devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture se sottoposti all'azione di temperature elevate o a sbalzi termici.

- **Resistenza meccanica:** gli elementi di captazione devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni in modo da garantire la funzionalità dell'impianto.

Anomalie riscontrabili:

Difetti ai raccordi o alle connessioni: perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni;

Difetti delle griglie: rottura delle griglie di copertura delle caditoie o canaline grigliate o difettosità, incrinature, non corretta posa;

Erosione: erosione del suolo nell'intorno degli elementi che è solitamente causata una posa non corretta degli stessi;

Intasamento: incrostazioni o otturazioni degli elementi di captazione dovuti ad accumuli di materiale di risulta quali fogliame, vegetazione ecc.

Odori sgradevoli: setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas pericolosi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

b) Condotte, tubazioni e collettori

I collettori sono tubazioni o condotte di altro genere, normalmente interrati, funzionanti essenzialmente a gravità, che hanno la funzione di convogliare le acque meteoriche provenienti da più superfici.

Livello minimo della prestazione:

Per quel che concerne i requisiti e le prestazioni relative ai collettori di scarico appartenenti alla rete di smaltimento delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento alle prescrizioni tecniche contenute nel capitolato d'appalto.

Controllo della tenuta: i collettori devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

Resistenza alle temperature e a sbalzi di temperatura: i collettori devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture se sottoposti all'azione di temperature elevate o a sbalzi termici.

Resistenza meccanica: i collettori devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni in modo da garantire la funzionalità dell'impianto.

Anomalie riscontrabili:

Difetti ai raccordi o alle connessioni: perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni.

Erosione: erosione del suolo all'esterno dei tubi che è solitamente causata da perdite delle tubazioni.

Incrostazioni: accumulo di depositi sulle pareti dei condotti.

Intasamento: depositi di sedimenti e/o detriti nel sistema che formano ostruzioni diminuendo la capacità di trasporto dei condotti.

Odori sgradevoli: setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas pericolosi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

Penetrazione di radici: penetrazione all'interno dei condotti di radici vegetali che provocano intasamento del sistema e apertura dei giunti.

Sedimentazione: accumulo di depositi minerali sul fondo dei condotti che può causare l'ostruzione delle condotte.

c) Pozzetti e camerette

I pozzetti e le camerette hanno la funzione di permettere l'ispezione e l'accesso alla rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Livello minimo della prestazione:

Per quel che concerne i requisiti e le prestazioni relative ai pozzetti ed alle camerette appartenenti

alla rete di smaltimento delle acque meteoriche, si dovrà fare riferimento alle prescrizioni tecniche contenute nel capitolato d'appalto.

Controllare la funzionalità dei pozzetti, delle camerette ed eliminare eventuali depositi e detriti di foglie ed altre ostruzioni che possono compromettere il corretto deflusso delle acque meteoriche.

- **Pulizia:** i chiusini ed i relativi dispositivi di tenuta devono essere pulibili per assicurare l'accessibilità a pozzetti e camerette.

- **Controllo della tenuta:** pozzetti e camerette ed i relativi dispositivi di tenuta devono essere idonei ad impedire fughe dei fluidi assicurando così la durata e la funzionalità nel tempo.

- **Resistenza meccanica:** pozzetti e camerette ed i relativi chiusini devono essere in grado di contrastare in modo efficace il prodursi di deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni in modo da garantire la funzionalità dell'impianto.

Anomalie riscontrabili:

Difetti ai raccordi o alle connessioni: perdite del fluido in prossimità di raccordi dovute a errori o sconnessioni delle giunzioni;

Difetti dei chiusini: rottura delle piastre di copertura dei pozzetti o chiusini difettosi, chiusini rotti, incrinati, mal posati o sporgenti

Erosione: erosione del suolo all'esterno dei pozzetti che è solitamente causata da perdite delle giunzioni

Intasamento: incrostazioni o otturazioni dei pozzetti dovute ad accumuli di materiale di risulta

quali sedimenti, fogliame, vegetazione ecc.

Odori sgradevoli: setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas pericolosi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

d) Vasca di laminazione

Queste strutture hanno la funzione di infiltrare le acque nel sottosuolo

Livello minimo della prestazione:

Per quel che concerne i requisiti e le prestazioni relative alle strutture di accumulo e laminazione si dovrà fare riferimento alle prescrizioni tecniche contenute in capitolato d'appalto.

Gli aspetti principali verso i quali queste strutture devono essere orientate sono l'accessibilità, la pulibilità e la resistenza meccanica.

- **Accessibilità:** le strutture di accumulo e laminazione devono essere facilmente accessibili per assicurare un'adeguata ispezionabilità e manutenibilità.

- **Pulizia:** questi sistemi devono essere facilmente pulibili per assicurare la funzionalità dell'impianto.

- **Resistenza meccanica:** le strutture di laminazione devono essere in grado di sopportare senza cedimenti i carichi soprastanti evitando deformazioni o rotture sotto l'azione di determinate sollecitazioni.

Anomalie riscontrabili:

Intasamento: incrostazioni o otturazioni degli elementi di accumulo e/o del rivestimento in tessuto non tessuto dovuti a sedimentazione di materiale di risulta quali sabbie, fogliame, vegetazione, ecc.

Odori sgradevoli: setticità delle acque di scarico che può produrre odori sgradevoli accompagnati da gas pericolosi e aggressioni chimiche rischiose per la salute delle persone.

Frequenza minima dei controlli e degli interventi di manutenzione:	Frequenza
Gronde, pluviali, caditoie e canaline grigliate Controllo visivo Pulizia elementi	Dopo ogni evento meteorico Ogni 12 mesi
Condotte, tubazioni e collettori Controllo visivo Pulizia elementi	Ogni 12 mesi Ogni 12 mesi
Pozzetti e camerette Controllo visivo Pulizia elementi	Ogni 12 mesi Ogni 24 mesi
Pozzi d'infiltrazione Controllo visivo Pulizia elementi	Ogni 12 mesi Ogni 24 mesi

Fig.9: Schema programma manutenzione

9. CONCLUSIONI

Si propone un sistema di opere d'invarianza idraulica costituito da due pozzi d'infiltrazione [anelli cilindrici diam. 2.00 m (3.00 m con il dreno) prof. 1.50 m],

Le eventuali cisterne raccolta acque piovane costituiscono un volume aggiuntivo rispetto ai volumi sopra calcolati.

Dott. Geol. De Ambrogi Giovanni



Giovanni De Ambrogi