
RELAZIONE IDROGEOLOGICA

in osservanza del par. 9.2.4. delle N.T.A. del PGT Comunale

**Piano di Lottizzazione Residenziale in Via
Mantova, loc. Monte Forca**

COMUNE DI LONATO DEL GARDA

Provincia di Brescia

Committente: Sigg.ri Zanoni Luigi e Rovetta Daniela

Il Tecnico

Dott. Geol. Damiano Scalvini

Lonato del Garda, 15/07/2017

Sommario

1.	PREMESSA	3
2.	CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	4
2.1.	Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale.....	4
2.2.	Inquadramento di dettaglio del sito.....	8
3.	INDAGINE GEOGNOSTICA	10
3.1.	Scavo esplorativo e prova di permeabilità a carico variabile	10
4.	PREDIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE PIOVANE	11
4.1.	Inquadramento meteo-climatico	11
4.2.	Estensione delle superfici di raccolta	13
4.3.	Valutazione del coefficiente di deflusso medio annuo	13
4.4.	Calcolo del volume delle acque piovane raccolte	14
4.5.	Predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane e indicazioni progettuali.....	14

1. PREMESSA

Per conto di Zanoni Luigi e Rovetta Daniela è stato richiesto uno **studio idrogeologico** per un “Piano di Lottizzazione Residenziale in Via Mantova”, loc. Monte Forca, su terreno identificato in mappa al Foglio 62 entro il mapp. 251.

Entro la normativa di piano del PGT di Lonato del Garda si richiede, per qualsiasi intervento edilizio entro il territorio comunale, la redazione di una relazione idrogeologica come previsto al par. 9.2.4. delle N.T.A. “per la determinazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, allo scopo di consentire laddove possibile, lo smaltimento delle acque di pioggia raccolte dalle superfici impermeabili per diretta infiltrazione nel terreno”.

Il Comune di Lonato del Garda è dotato di Studio Geologico redatto dal Dott. Geol. Rosanna Lentini nel maggio 2010, secondo i “Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio, in attuazione dell’art. 57 della L.R. 11/03/05 n° 12”, emanate con **D.G.R. n° 8/7374 del 28/06/2008**.

Scopo del presente studio è quindi quello di stimare i volumi di acque piovane raccolte dalle superfici impermeabili dell’intervento in esame e proporre i possibili sistemi di smaltimento, o per infiltrazione diretta nel terreno, previa stima della permeabilità dei terreni presenti in loco, o per scarico diretto verso la rete fognaria esistente.

Si è reso perciò necessario un inquadramento geologico, geomorfologico, idrogeologico e sismico della zona mediante l’iniziale reperimento di dati ed indagini esistenti sia nello Studio Geologico allegato al PGT sia a conoscenza del sottoscritto, nonché delle indagini eseguite in aree limitrofe.

E’ stato quindi eseguito un primo rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio dell’area confrontato con le indagini geognostiche reperite, utili per la verifica della natura litologica dei terreni presenti.

Per la caratterizzazione idrogeologica locale è stato eseguito uno scavo esplorativo nel quale è stata fatta una prova di permeabilità a carico variabile per la stima della permeabilità dei terreni.

Si è proceduto quindi ad un predimensionamento di massima del sistema di smaltimento delle acque bianche raccolte dalle superfici impermeabili dell’intera lottizzazione, che in questa fase di progettazione sono riferibili esclusivamente alle strade di lottizzazione.

Si allega:

- Corografia (sc. 1:10.000)
- Carta geologica con elementi geomorfologici e del reticolo idrografico
- Stratigrafia dello scavo
- Scheda di prova di permeabilità
- Scheda di calcolo della linea segnalatrice di piovosità
- Scheda di calcolo di predimensionamento del sistema di dispersione

2. CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. Inquadramento geologico, geomorfologico ed idrogeologico generale

Il territorio del comune di Lonato, posto nella regione del Basso Garda, è inserito nell'ambito dell'**anfiteatro morenico del Garda**, caratterizzato da un complesso ed articolato ambiente deposizionale di origine glaciale formatosi a seguito del verificarsi di almeno cinque avanzate glaciali successive avvenute in epoca Quaternaria.

Tali avanzate glaciali hanno interessato la profonda depressione di erosione fluviale della "valle del Garda", originata da un importante solco strutturale ad andamento giudicariense sviluppatosi a partire dal tardo Mesozoico e per tutto la fase dell'orogenesi alpina.

Dal punto di vista strutturale la grande depressione del Lago di Garda rappresenta un'area "chiave" per l'interpretazione dell'assetto strutturale e dell'evoluzione tettonica di gran parte della regione alpina. Il territorio montano dell'Alto Garda, compreso nel settore prealpino bresciano orientale, è caratterizzato da una successione stratigrafica con formazioni di età compresa tra il Trias ed il Miocene, sovrapposte stratigraficamente e tettonicamente, costituendo sistemi di thrust embricati riconducibili strutturalmente alle direttrici regionali, identificabili con il Sistema Orobico o della Val Trompia, il Sistema Giudicariense e il Sistema Dinarico.

La fascia strutturale arcuata definita da questi sistemi rappresenta una cintura tettonica molto pronunciata determinatasi a seguito di meccanismi di inversione strutturale degli elementi tettonici distensivi del rifting mesozoico ad opera delle intense compressioni neogeniche. Tale cintura si sviluppa sui margini Est e Sud del massiccio dell'Adamello

e si propaga ampiamente sia verso Sud che verso Est, incorporando al suo interno la regione del Lago di Garda.

L'orientazione delle strutture risulta prevalente secondo la direzione NNE-SSW e NE-SW (Sistema Giudicariense) ed in subordine E-W (Linea della Val Trompia).

Il sistema giudicariense è dominato da sovrascorrimenti a vergenza orientale e sud-orientale, con presenza diffusa di faglie trasversali di trasferimento. Ciò determina un assetto irregolare di tipo en echelon.

In particolare gli affioramenti del substrato roccioso nel Medio e Basso Garda sono da mettere in relazione ad un pronunciato sistema di thrust.

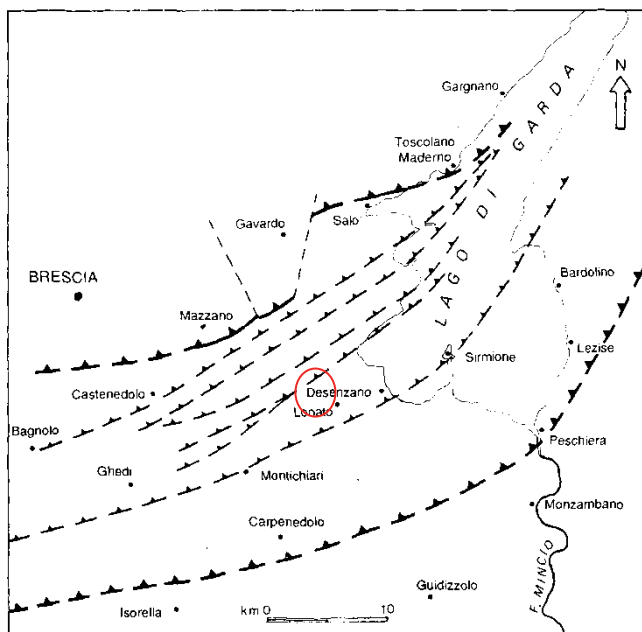


Fig. 7 - Sistema di embricazione nell'area del sottosuolo attorno alla sponda meridionale del Garda.

Tutti gli affioramenti delle formazioni paleogeniche presenti lungo la sponda occidentale del lago (Rocca di Manerba, Isola del Garda, Scogli dell'Altare, Isola dei Conigli e Punta San Sivino, Penisola di Sirmione) presentano un rigido controllo strutturale collegato a questo sistema frontale.

Sebbene il sistema tettonico individuato per l'area a Sud di Salò sia correlabile a fasi compressive essenzialmente neogeniche va sottolineato che il carattere di attività persiste anche durante il Plio-Pleistocene e l'Olocene. L'attività tettonica lungo tali strutture è documentata dalla sismicità storica e recente dell'area.

L'ambiente **morenico gardesano**, studiato nel corso del XX secolo da diversi autori ed in ultimo da Cremaschi¹, è costituito, in linea generale, da diversi ordini di **colline moreniche**, disposte sostanzialmente ad anfiteatro ed in modo concentrico a chiudere a ovest, sud ed est la parte più meridionale del Lago di Garda.

Dal punto di vista geologico nel territorio di Lonato d/G è riconoscibile quasi esclusivamente l'avanzata glaciale più recente, (**Fase di Solferino –USlf- Pleistocene superiore¹**), riferibile al Pleistocene superiore, che costituisce tutti i rilievi morenici della parte nordorientale, centroorientale e sudorientale, nonché la piana fluvioglaciale occidentale. Al limite tra il settore morenico e quello fluvioglaciale sono presenti lembi di depositi morenici testimoni di una fase più antica (**Fase di Sedena –US – Pleistocene medio superiore¹**).

I depositi morenici di cordone, (Uslf1-US1) che costituiscono le colline moreniche sono caratterizzati in linea generale da materiali eterogenei a deposizione caotica (ghiaie, sabbie e ciottoli, limi e argille), a supporto di matrice (Dmm), nel quale sono presenti frequentemente anche massi e trovanti di grosse dimensioni tipici dell'ambiente deposizionale glaciale, ed in subordine a supporto clastico (Dcm)

Interposte tra i vari cordoni morenici sono presenti **valli, vallette e piane intermoreniche** di dimensione piuttosto variabile che, in coincidenza con i vari stazionamenti del fronte glaciale in fase di ritiro, hanno ospitato le acque di scioglimento glaciale nel loro scorrere verso la pianura. Sul fondo di queste vallette sono quindi presenti **depositi fluvioglaciali** –Uslf4- di spessore variabile, frequentemente maggiore nelle aree depocentrali di tali vallette e via via di spessore minore lateralmente e alla base dei cordoni morenici. I depositi fluvioglaciali sono generalmente costituiti da ghiaie e sabbie eterogenee, spesso a deposizione stratificata (Gh, Sh) o gradata (Sg), con frazione fine limosa e/o argillosa in percentuale variabile, intercalati da lenti e/o livelli più francamente sabbioso limosi o limoso argillosi

Laddove l'energia del trasporto delle acque di scioglimento glaciale era minore, si è verificata la deposizione di **depositi glacialacustri di depressione intermorenica** – Uslf2- costituiti generalmente da depositi di materiale prevalentemente fine sabbioso e sabbioso limoso, con frazione ghiaiosa subordinata, in percentuale variabile, sovente a disposizione stratificata (Sh, St) o gradata (Sg) talvolta con presenza, nelle aree di basso topografico, di depositi fini e/o torbosi legati alla presenza di specchi lacustri intermorenici, presenti o bonificati in tempi storici.

¹ “*Paleosols and vetusols in the central Po plain -Northern Italy- a study in quaternary Geology and Soil Development*” – Cremaschi M., Ed. Unicopli, Milano, 1987

Il lento arretramento del fronte glaciale ha permesso, spesso, la formazione di **terrazzi di contatto glaciale** –Uslf3- (*“terrazzi di kame”* in letteratura), che si presentano oggi come ripiani suborizzontali di varia ampiezza posti a quote variabili lungo i versanti degli argini morenici esposti a lago. I depositi di contatto glaciale sono caratterizzati da depositi eterogenei, variabili a seconda della posizione e della durata dello stazionamento del fronte glaciale, generalmente costituiti da materiali morenici rielaborati dalle acque di scioglimento glaciale e quindi costituiti da ghiaia e sabbia eterogenea, a supporto prevalentemente clastico, con subordinata matrice fine sabbioso limosa, limoso sabbiosa, limoso argillosa o argillosa in quantità variabile, a deposizione più o meno stratificata (Dcs) o talvolta laminata (Dcl), spesso intercalati da stratificazioni di sabbie e ghiaie (Sh, Gh) o materiali fini limosi e argillosi (Fm, Fl).

All'interno dell'anfiteatro morenico, tra gli ultimi argini morenici e il lago, sono presenti **depositi di contatto glaciale** (vedi sopra) e **depositi morenici di fondo** generalmente sovraconsolidati a causa del peso delle masse glaciali che hanno stazionato nell'area, caratterizzati da blande ondulazioni superficiali. Tali depositi sono ampiamente riconoscibili soprattutto nel settore di San Martino-Colombare-Lugana ma sono rinvenibili anche altrove, come per esempio nell'area di piana di Maguzzano o nella piana di Pieve di Manerba. Essi sono spesso caratterizzati da depositi morenici fini limoso argillosi (Dmm, Fm) con frazione grossolana subordinata, generalmente sabbiosa.

All'esterno dell'anfiteatro morenico, verso ovest, i materiali morenici trasportati dalle acque di scioglimento glaciale si sono depositati a formare un'ampia **pianura proglaciale** (Uslf5), (*“sandur”* in letteratura) che dall'area di Carzago si estende a sud fino a Carpenedolo, caratterizzata sostanzialmente da ampie conoidi fluvioglaciali-fluviali, i cui depositi si interdigitano, verso sud, con i depositi alluvionali della Pianura Padana, mentre verso ovest sono contenuti entro la cerchia morenica esterna, più antica, di Ponte San Marco-Calcinato (*“Fase di Carpenedolo”* in letteratura). Tali depositi sono costituiti prevalentemente da spessori considerevoli, anche dell'ordine di centinaia di metri, di ghiaie e sabbie eterogenee, generalmente a deposizione stratificata (Gh, Sh), nell'ambito dei quali si rinvengono lenti e livelli più francamente sabbioso-limosi (Sl, Sh...) collegati a fasi deposizionali di minore energia.

Allo sbocco delle principali valli intermoreniche verso la piana proglaciale sono talvolta presenti diversi **conoidi** (dc) di origine fluvioglaciale, di dimensioni variabili e anche rilevanti, che testimoniano l'alta energia delle acque di scioglimento glaciale nelle fasi di stazionamento del fronte glaciale. Tali dimensioni non sarebbero infatti giustificate in relazione ai rii ed ai fossi che oggi occupano, generalmente, i fondi delle valli intermoreniche. Queste conoidi sono caratterizzate da alternanze di depositi sabbioso limosi, sabbioso ghiaiosi e limoso argillosi, generalmente a disposizione gradata, testimonianti il trasporto in ambiente fluvioglaciale.

Alla base dei versanti morenici sono spesso presenti **coperture colluviali** costituite generalmente da depositi sabbioso limosi, ed in subordine sabbioso ghiaiosi, di spessore variabile e granulometria eterogenea, derivanti dalla continua azione di trasporto delle acque lungo i versanti.

L'assetto geomorfologico del settore meridionale gardesano è caratterizzato quindi dalla presenza di cerchie moreniche concentriche al lago, talvolta discontinue a morfologia piuttosto arrotondata. Il modellamento dei cordoni morenici è avvenuto ad opera degli scaricatori fluvioglaciali, in grado di smantellare parzialmente i rilievi morenici precedentemente depositi e di formare piane e valli talora piuttosto articolate. Con il passaggio verso le attuali condizioni climatiche i fenomeni geomorfici legati all'idrografia superficiale ed alla gravità si sostituiscono a quelli glaciali, apportando modifiche al paesaggio. Si è così impostata gradualmente la rete idrografica diretta, limitatamente, verso il lago e più in generale verso il fronte esterno delle cerchie moreniche. In corrispondenza delle depressioni intramoreniche si formarono talora torbiere e stagni.

La rete idrografica superficiale in ambito morenico è quindi caratterizzata da un reticolo piuttosto articolato di fossi, le cui aste principali sono posizionate in corrispondenza dei settori più bassi delle varie valli e vallette intermoreniche. Tali fossi seguono quindi in linea generale lo sviluppo articolato di queste vallette, convogliando le acque, a seconda dei casi, o verso il lago o in direzione sud, sud-est ed est nell'ambito del bacino idrografico del Mincio. Nella piana retroglaciale di Sirmione, Lugana e Desenzano/Rivoltella il reticolo idrografico è invece "catturato" dalla presenza dello specchio lacustre del Garda: per tal motivo l'area è solcata da numerosi fossi e ganfi con andamento generalmente da sud verso nord, in direzione del lago.

Il **Lago di Garda** rappresenta un **corpo idrico significativo ai sensi del D. Lgs. 11 Maggio del 1999, n° 152 e s.m.i.** ed è il maggiore specchio lacustre italiano.

La struttura idrogeologica del territorio in esame è rappresentata da acquiferi superficiali, cui corrispondono **falde confinate/sospese** circolanti nei depositi glaciali ed anche nelle piane di contatto glaciale e nelle piane di ritiro, talora a scarsa profondità dal p.c., alimentate dalle precipitazioni meteoriche, con debole grado di artesianesimo e con direzione di flusso da monte verso valle.

Questi acquiferi trovano circolazione entro livelli litologicamente grossolani o comunque a maggiore permeabilità, confinati in sequenze litologiche prevalentemente argillose e argilloso-limose semipermeabili o impermeabili e possono determinare emergenze idriche, quali venute sorgentizie, perlopiù di modesta entità. Si tratta di falde alimentate dalle precipitazioni meteoriche. La presenza di livelli maggiormente permeabili nell'ambito collinare o di piana costiera che si prolungano fino al Lago, talora interdigitandosi con i depositi lacustri determina un sostanziale collegamento tra le acque del bacino lacustre e quelle di falda, i cui livelli piezometrici risultano quindi in equilibrio. **Il livello piezometrico è quindi soggetto ad oscillazioni stagionali piuttosto marcate legate alle precipitazioni meteoriche ed alle variazioni del livello del lago.**

Le falde cui attingono i pozzi produttivi della zona sono poste a profondità elevate e risultano avere un'alimentazione di tipo distale, non direttamente collegata alle precipitazioni meteoriche. Entro i depositi morenici, a profondità differenti e di norma di alcune decine di m dal p.c., sono presenti **falde profonde confinate o semiconfinate** che rappresentano gli acquiferi più sviluppati e di maggiore produttività nell'area del Basso Garda. I sistemi acquiferi multistrato risultano separati

tra loro da intervalli argilloso-limosi ripartitori (*aquitard*). Si tratta di falde normalmente dotate di un certo grado di artesianesimo, non direttamente influenzate dall'andamento delle precipitazioni e collegate ad alimentazioni distali.

2.2. Inquadramento di dettaglio del sito

L'area in esame è inserita nella porzione meridionale dell'ampia piana intermorenica di Campagnoli – Croce di Venzago, caratterizzata dalla presenza di depositi tipicamente fluvioglaciali ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi intercalati da livelli decimetrici e metrici di sabbie, sabbie limose, limi argillosi e argille.

La piana di Campagnoli – Croce di Venzago nella sua parte centro settentrionale è attualmente intensamente urbanizzata da insediamenti di tipo artigianale-commerciale, ed è stata ed è tuttora sede anche di attività estrattiva di ghiaia e sabbia; in essa è ubicato il principale polo estrattivo di Lonato.

Nella parte meridionale della piana dei Campagnoli, ove è ubicata l'area in esame, la piana è caratterizzata da blande ondulazioni con variazioni di pochi metri del piano topografico. Verso sud la piana è chiusa dagli argini morenici di Castiglione. Tra la loc. Fornace dei Gorghi e la loc. Basia ha inizio un'ampia valle di scaricatore fluvioglaciale che, con direzione est-ovest, consentiva alle acque di scioglimento fluvioglaciale di defluire all'esterno dei cordoni morenici di Esenta verso l'ampia piana fluvioglaciale posta ad occidente, che si estende verso Montichiari.

Il lotto oggetto della presente relazione è caratterizzato a nord da una fascia pianeggiante pertinente ad una piana intermorenica, in cui si rinvencono depositi superficiali di tipo glaciolacustre prevalentemente sabbioso limosi, limoso sabbiosi e limoso argillosi che sovrastano localmente depositi più prettamente fluvioglaciali caratterizzati da livelli sabbiosi e sabbioso ghiaiosi. Al di sotto di questa sequenza sono rinvenibili i depositi morenici.

Il settore centrale e meridionale è invece caratterizzato da un cordone morenico (Monte Forca) disposto in direzione NE-SW, caratterizzato da depositi eterogenei di materiale limoso sabbioso e limoso argilloso con sabbia e ghiaia eterogenea e ciottoli. Nei dintorni dell'area sia in direzione NW che verso E e SE sono presenti ampie zone umide con depositi superficiali prevalentemente torbosi, indice della presenza, in antichità, di ampie zone umide progressivamente bonificate in tempi storici.

Dal punto di vista geomorfologico, l'area d'indagine è caratterizzata, come già detto, da condizioni pressochè pianeggianti nel settore nord mentre nel settore centrale e meridionale è presente una debole acclività sia verso NW che verso SE. Non sono riconosciuti fenomeni geomorfici in atto.

L'idrografia dell'area è caratterizzata dalla presenza di alcuni fossi che nascono o da piccoli laghetti naturali, artificializzati in epoca recente, o da laghetti artificiali realizzati per scopo irriguo. Sul lato nord del lotto è presente un fosso, proveniente da est, che nasce da vari fossi e piccoli laghetti della zona di Slossaroli e Fornaci dei Gorghi. Il fosso piega poi verso sud confluendo nell'ampia zona umida di Valle, in Comune di Castiglione d/S e giungendo poi al Fosso Albana.

La struttura idrogeologica del territorio in esame, che ricade parzialmente in un ambito di piana fluvioglaciale intermorenica e parzialmente in ambito morenico, è rappresentata da una falda freatica superficiale, la cui potenzialità varia comunque in relazione allo spessore dei depositi glaciolacustri superficiali, alla loro permeabilità e ai processi di alimentazione, e da acquiferi profondi, intercettati da alcuni pozzi presenti in zona.

La prima falda superficiale, freatica, risulta essere molto prossima al piano campagna e viene intercettata dai laghetti artificiali presenti nell'area. Essa risulta avere una soggiacenza molto limitata, non superiore ai 2,0-2,5 m dal p.c.

3. INDAGINE GEOGNOSTICA

3.1. Scavo esplorativo e prova di permeabilità a carico variabile

Per la caratterizzazione idrogeologica dei terreni in esame è stato eseguito uno scavo esplorativo presso l'area, ubicato nel settore ove potrà essere prevista la formazione di pozzi perdenti.

Lo scavo ha raggiunto la profondità di -1,50 m dal p.c. con una dimensione in pianta di 0,80 x 1,20 m

I dati di scavo, con riferimento a partire dal piano campagna (p.c.) indicano la seguente stratigrafia:

0,00 – -0,30 m	Terreno agrario limoso sabbioso con poca ghiaia grossa e ciottoli, di colore bruno
-0,30 m – -1,00 m	Limo sabbioso debolmente argilloso, mediamente consistente, di colore beige.
-1,00 m – -1,20 m	Argilla e limo, da molto consistente a duro, di colore grigio beige
-1,20 m – -1,50 m	Sabbia medio fine a tratti debolmente limosa, di colore beige marrone.

Nella prova d'indagine non è stata riscontrata la **presenza della falda**.

Entro lo scavo è stata eseguita una prova di permeabilità a carico variabile (vedi scheda di prova in allegato)

L'elaborazione dei dati ha permesso di calcolare un coefficiente di permeabilità pari a **$2,00 \cdot 10^{-5}$ m/s**.

In linea generale i terreni indagati, alla profondità di 1,30-1,50 m dal p.c., nel settore d'indagine possono assumere un valore di permeabilità compreso tra

$1,00 \cdot 10^{-5}$ m/s - $4,00 \cdot 10^{-5}$ m/s.

4. PREDIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE PIOVANE

Come richiesto dalla normativa di piano del PGT di Lonato del Garda (Norme di Fattibilità Generali), per qualsiasi intervento edilizio entro il territorio comunale, è necessaria la redazione di una relazione idrogeologica *per la determinazione delle caratteristiche di permeabilità dei terreni, allo scopo di consentire laddove possibile, lo smaltimento delle acque di pioggia raccolte dalle superfici impermeabili per diretta infiltrazione nel terreno*”.

Si deve quindi innanzitutto verificare e quantificare mediante un inquadramento meteo-climatico l'apporto di acqua piovana raccolta dalle superfici impermeabili del nuovo intervento edilizio, stimare i volumi di acque piovane raccolte per giungere infine al dimensionamento di un adeguato sistema di smaltimento delle acque raccolte, sulla base degli spazi a disposizione, della permeabilità dei terreni e della situazione morfologica topografica dei luoghi.

4.1. Inquadramento meteo-climatico

La zona denominata “Morenico Gardesano” e il suo intorno immediato afferiscono ad un ambito meteo-climatico diversificato in relazione ai diversi influssi che gli elementi del Lago di Garda, la Pianura Padana ed in subordine il margine prealpino rivestono sui differenti settori costituenti il paesaggio.

In tale contesto di variabilità sono distinte una porzione circumlacuale, riferibile ad un peculiare clima dei laghi prealpini (sublitoraneo padano), ed una porzione interna con caratteri climatici peculiari della Pianura Padana in prossimità della fascia prealpina.

Facendo riferimento ai dati climatici raccolti dalla Stazione Meteo di Lonato d/G, appartenente alla rete del Centro Agrometeorologico Provinciale, nel periodo disponibile 1998-2010 si ricava che la **Temperatura media annuale** è di 13,4°C con minimo in Gennaio (2,8°C) e massimo in Luglio (23,6°).

La **precipitazione media annua** per il territorio in esame ricade in un contesto di transizione tra **zona intermedia e zona di pianura** (“Studio delle precipitazioni intense” pubblicato dalla Provincia di Brescia nel 1985); per tali settori sono rilevate precipitazioni medie annue comprese rispettivamente tra i 1000-1500 mm (crescenti con l'aumento di quota) ed i 700-1100 mm (crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana).

Per quanto concerne il territorio di Lonato si rilevano valori medi annui, sempre nel periodo 1998-2010, di circa 892 mm/anno. Le precipitazioni di maggiore entità avvengono nelle stagioni primaverili ed autunnali, con valori di picco nel mese di Settembre (111,8 mm); il minimo pluviometrico si raggiunge invece in Gennaio con valori di 49 mm.

La variabilità microclimatica del territorio, che deriva anche dall'esposizione e dalla quota, può avere scarsa influenza sulla distribuzione ed intensità delle precipitazioni; più marcato appare l'effetto che possono avere sulle precipitazioni i movimenti d'aria indotti dal lago e dalla fascia prealpina.

Ai fini della determinazione di eventuali problematiche di tipo idraulico, grande importanza riveste la determinazione della relazione intercorrente tra i valori delle precipitazioni e la loro durata.

In particolare la quantità d'acqua raccolta entro il bacino idrografico d'interesse, può essere stimata tenuto conto dell'intensità di pioggia attesa ricavata dalle curve di possibilità climatica definite dalle stazioni pluviografiche esistenti nei dintorni di un'area in esame.

Dalle curve di possibilità climatica si ottiene pertanto l'altezza h delle precipitazioni piovose potenziali secondo la relazione:

$$h_{(t)} = a t^n$$

dove i coefficienti a ed n dipendono dal tempo di ritorno TR considerato e t è espresso in ore.

Nei dintorni del sito in esame è possibile reperire i seguenti dati:

Località	a	n	TR (anni)
Peschiera	41,12	0,2417	10
	49,18	0,2385	25
Ghedi	38,78	0,2185	10
	46,28	0,2082	25
Salò	42,49	0,2869	10
	52,02	0,2693	25

Si può procedere al calcolo dei parametri relativi al sito in esame procedendo per media pesata dei valori soprariportati in relazione alla distanza dal sito stesso.

Si ottengono quindi i seguenti valori:

Località	a	n	TR (anni)
Via Mantova	40,78	0,2472	10
	49,08	0,2378	25

Analogamente è possibile ottenere dati consultando lo studio della "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" allegato alla Direttiva sulla Piena di Progetto del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico -PAI-, dove le equazioni di riferimento sono definite sulla base di un reticolato a maglia quadrata di 2 km di lato.

Secondo tale Direttiva, l'area d'indagine ricade nel quadrante FC86:

Località	a	n	TR (anni)
Quadrante FC86	48,89	0,228	20

Recentemente nel SIT presente nel sito istituzionale di *ARPA Lombardia* sono consultabili i dati relativi al "Progetto STRADA", mediante il quale, per ogni punto del territorio lombardo è possibile ricavare i parametri relativi alle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) nelle 24 ore per vari tempi di ritorno TR.

In questo caso l'altezza della precipitazione h è definita dalla formula:

$$h_T = A_I * w_T * D^n$$

dove

$A1$ = coefficiente pluviometrico orario

w_T = parametro che dipende dal tempo di ritorno T_R , dai parametri a , k , e e dal fattore di scala n , definiti per ogni quadrante della maglia chilometrica.

$D(=t)$ = Durata in ore

Si possono quindi calcolare, con questo metodo, i seguenti parametri:

Località	A1	w_T	$A1 * w_T = a$	n	TR (anni)
Via Mantova	27,05	1,25215	33,9	0,2648	5
		1,47500	39,9		10
		1,69628	45,9		20
		1,7680	47,84		25

Si rimanda alla scheda ARPA allegata per la consultazione di tutti i parametri calcolati per il sito di interesse.

Dall'esame dei valori dei parametri fin qui illustrati è possibile ricavare una buona omogeneità dei dati in relazione ai tempi di ritorno T_R considerati, ad esclusione della curva di Ghedi che ha caratteristiche di piovosità leggermente minori.

4.2. Estensione delle superfici di raccolta

Sulla base del progetto planivolumetrico preliminare della Lottizzazione è stato possibile identificare l'estensione delle superfici impermeabili che raccolgono le acque piovane.

In questa fase si fa riferimento esclusivamente alle superfici impermeabili comuni a tutta la lottizzazione, rappresentate dalle strade interne di lottizzazione, dai parcheggi e dai marciapiedi.

La superficie complessiva ammonta a 4.060 mq.

4.3. Valutazione del coefficiente di deflusso medio annuo

Il coefficiente di deflusso medio annuo (Cd) è un importante parametro per definire il rapporto tra l'acqua potenzialmente in arrivo su una superficie e l'acqua in uscita dalla superficie stessa. Il Cd ha valori compresi tra 0 e 1; valori tendenti ad 1 indicano una superficie impermeabile mentre valori tendenti a 0 indicano superfici permeabili, che assorbono la maggior parte dell'acqua di pioggia intercettata dalla superficie in esame. Per l'individuazione di tale valore esistono in letteratura diverse tabelle con valori statistici in relazione alle varie condizioni del terreno.

Facendo riferimento ai coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, utilizzati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po nel PAI, per superfici impermeabili si consiglia un coefficiente compreso tra 0,70 e 0,95. Per il presente lavoro si ritiene di adottare:

$$Cd = 0,90$$

4.4. Calcolo del volume delle acque piovane raccolte

La stima del volume delle acque potenzialmente raccolto dalle superfici impermeabili va condotto valutando le quantità di acqua in arrivo, stimate in base alle curve di possibilità pluviometrica, ed all'estensione delle superfici di raccolta.

Per la stima dei volumi di acqua piovana raccolta nel sito in esame si fa riferimento, in questa relazione, alla curva di possibilità pluviometrica calcolata con i parametri ARPA, con **tempo di ritorno di 10 anni** (vedi § 9.1):

$$\text{Via Mantova (ARPA)} \quad h = 39,9 * t^{0,2648}$$

dove $t =$ tempo in ore.

Le superfici di raccolta (§ 4.2.) vengono ridotte in base al **coefficiente di deflusso** (§ 4.3.), secondo la tabella seguente:

Aree	mq	Coefficienti di deflusso	mq equivalenti
Superficie di raccolta	4.060	0,90	3.654
Area equivalente			3.654

Sulla base di questi dati è possibile stimare il volume di acqua piovana raccolta dalle superfici impermeabili in esame, nella prima ora e con tempo di ritorno di 10 anni, secondo il seguente calcolo:

$$(39,9 \text{ mm} * 1\text{h}^{0,2648}) / 1000 * 3.654 \text{ m}^2 = \mathbf{145,8 \text{ mc}}$$
 (nella prima ora)

Tale valore, **che equivale a 40,5 l/s**, è da considerarsi quindi come portata massima **Q** raccolta dal sistema nella prima ora di pioggia.

4.5. Predimensionamento del sistema di smaltimento delle acque piovane e indicazioni progettuali

Per il predimensionamento del sistema di dispersione delle acque bianche provenienti dalle superfici impermeabili costituite dalle strade di lottizzazione e dai marciapiedi (vedi § 4.2) si propone la formazione di:

n° 2 pozzi di dispersione aventi le seguenti caratteristiche:

Diametro pozzo	2,00 m
Profondità pozzo	3,00 m
Spessore intercapedine in ghiaiotto sul fondo	0,50 m
Spessore intercapedine in ghiaiotto laterale	0,80 m
Porosità ghiaiotto	25%
Diametro scavo totale	3,60 m
Altezza scavo totale	2,50 m

Si considera inoltre che le tubazioni di raccolta delle acque bianche lungo le strade di lottizzazione, **il cui sviluppo in lunghezza viene stimato in 424 m**, siano messe in opera utilizzando **tubazioni forate drenanti** con le seguenti caratteristiche:

Lunghezza	424 m
Diametro tubazione	30 cm
Larghezza trincea riempita con ghiaiotto	0,60 m
Profondità trincea riempita con ghiaiotto	1,00 m
Posizione tubazione nella trincea	Non più profonda di 0,50 m
Porosità ghiaiotto	25%

Il calcolo prevede per tutto il sistema (pozzi + tubazioni drenanti) che la superficie di infiltrazione laterale sia considerata al 50% di quella effettiva.

Con tale sistema si stima una capacità totale d'invaso pari a **118 mc.**

A fronte di un volume di afflusso delle acque, nella prima ora, **pari a 145,8 mc**, e di un volume di infiltrazione delle acque, sempre nella prima ora, pari a circa 53 mc, si calcola un volume residuo, nella prima ora, pari a **92,62 mc.**

Il volume residuo risulta molto inferiore alla capacità totale d'invaso, per cui il sistema appare dimensionato.

Si evidenzia in questa sede che il sistema di smaltimento così dimensionato è relativo alle **superfici impermeabili comuni a tutta la lottizzazione, rappresentate dalle strade interne di lottizzazione, dai parcheggi e dai marciapiedi. Sono pertanto esclusi i volumi d'acqua provenienti dai singoli lotti.**

Pertanto i singoli lotti dovranno prevedere sistemi di smaltimento analoghi ma indipendenti dalla rete di raccolta qui dimensionata, prevedendo, eventualmente, la sola possibilità di allacciarsi con tubazioni di troppo pieno verso la rete comune.

Si consiglia eventualmente, per i singoli lotti, la formazione di vasche d'accumulo per un successivo utilizzo a fini irrigui, anche allo scopo di non appesantire la rete di raccolta della lottizzazione.

Si rimanda a più specifiche e attente valutazioni per il corretto predimensionamento del sistema di dispersione, che in questa fase sono state condotte sulla base del progetto planivolumetrico preliminare della Lottizzazione.

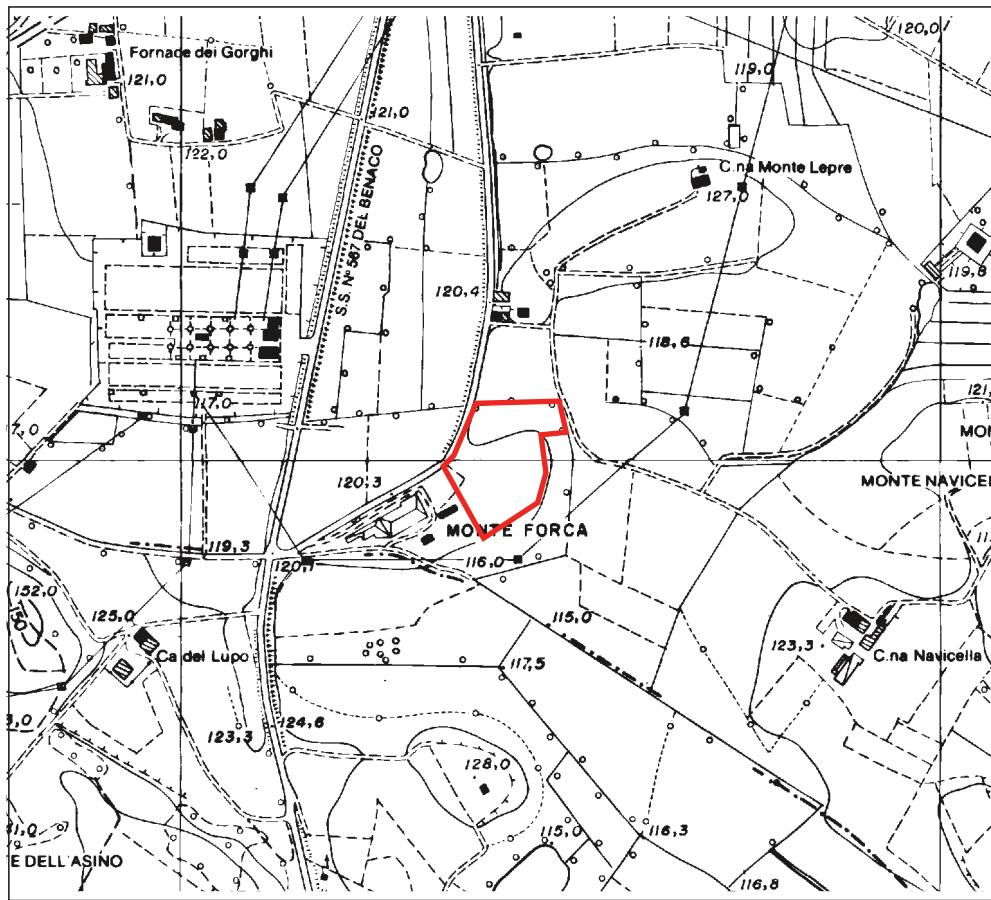
In particolare la sistemazione planimetrica delle strade di lottizzazione potrebbe subire variazioni successive con conseguente variazione, in positivo o in negativo, delle superfici che quindi dovranno essere attentamente considerate per un nuovo, definitivo e più corretto dimensionamento

Lonato del Garda, 15/07/2017

Dott. Geol. Damiano Scalvini

COROGRAFIA

SCALA 1:10.000



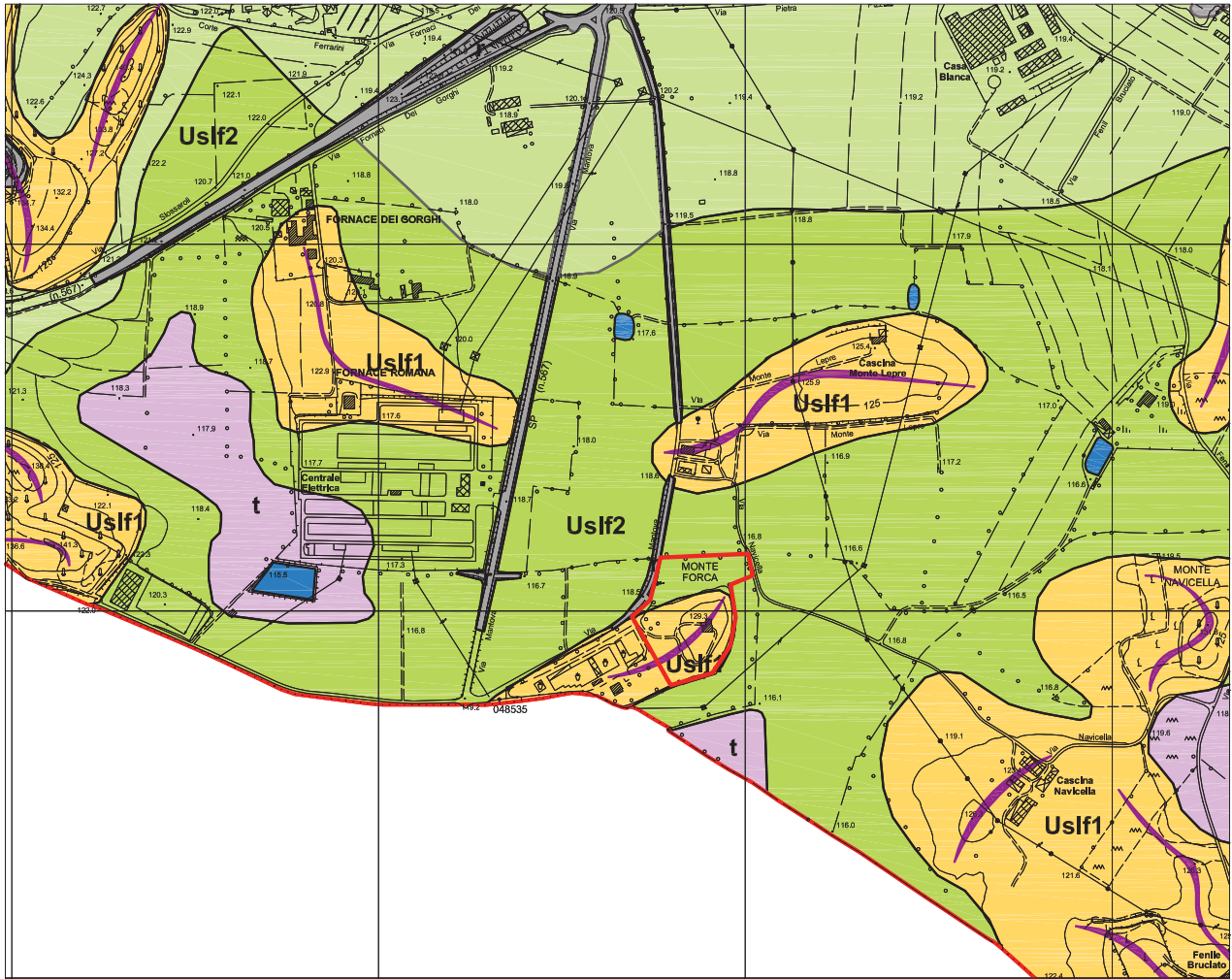
LEGENDA



Area d'intervento

CARTA GEOLOGICA CON ELEMENTI GEOMORFOLOGICI E DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Scala 1:10.000



Area d'intervento

UNITA' LITOSTRATIGRAFICHE

r Materiali di riporto

t Depositi torbosi (Olocene)

UNITA' DI SOLFERINO (Pleistocene superiore)

Uslf1 Depositi glaciali

Uslf2 Depositi glaciolacustri di depressione intermorenica

Uslf3 Depositi di contatto glaciale

Uslf4 Depositi fluvioglaciali delle cerchie interne

 Cordone morenico

 Laghetti

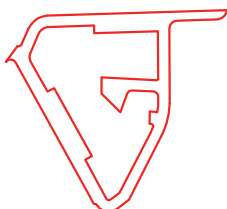
PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

SCALA 1:1.250

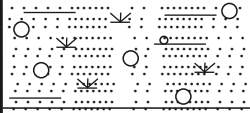
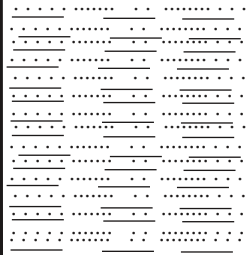
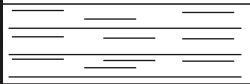
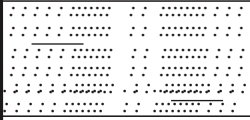


Legenda

 Sc1 Scavo esplorativo con esecuzione di prova di permeabilità



Strade di lottizzazione, parcheggi e marciapiedi
Superficie complessiva: 4.060 mq

Quota di Riferimento	Profondità m	Sezione Terreno	DESCRIZIONE LITOLOGICA	Campioni	Pocket Penetrometer Kg/cm ²	Vane Test t/mq	Falda Acquifera
	-0,30		Terreno agrario limoso sabbioso con poca ghiaia grossa e ciottoli, di colore bruno				
	-1,00		Limo sabbioso debolmente argilloso, mediamente consistente, di colore beige				
	-1,20		Argilla e limo, da molto consistente a duro, di colore grigio beige				
	-1,50		Sabbia medio fine a tratti debolmente limosa, di colore beige marrone				

Committente: Sig. Zanoni

Località: Via Mantova - Lonato d/G

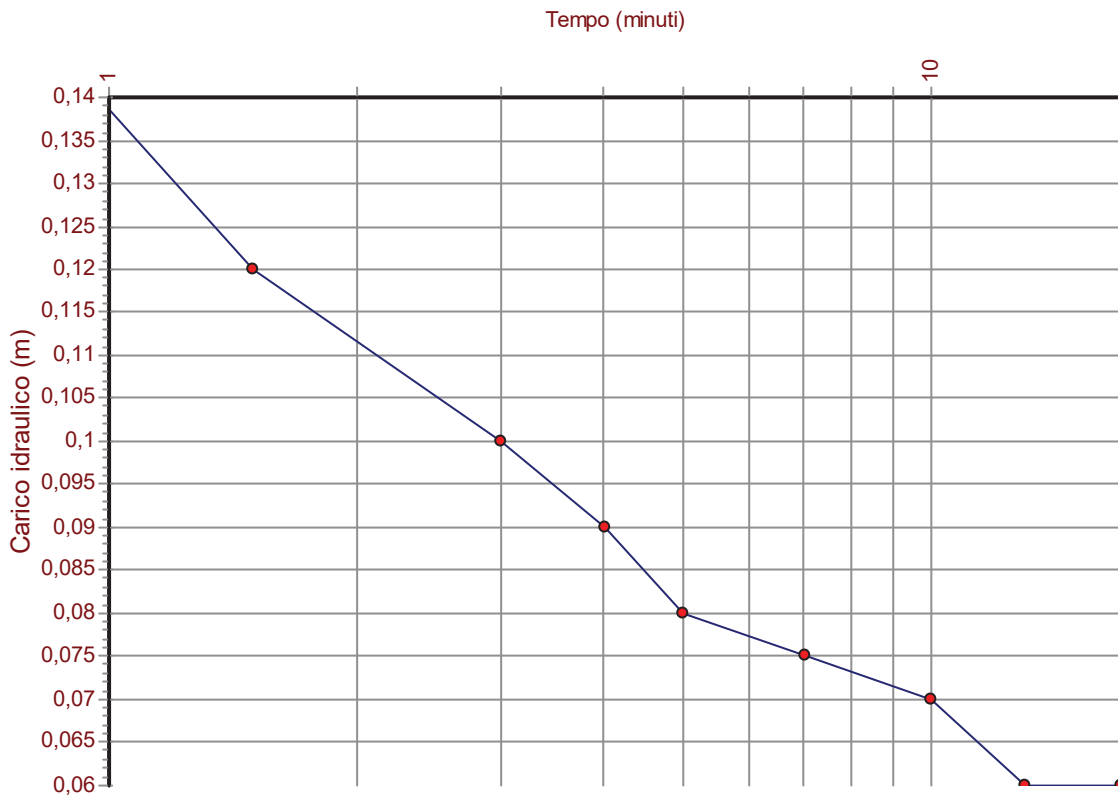
Descrizione:

Note:

Sigla: 1

Prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile

Tempo (minuti)	Livello dell'acqua(m)	Permeabilità (m/s)
0	0,14	
1,5	0,12	3,99E-5
3	0,1	4,22E-5
4	0,09	3,32E-5
5	0,08	3,44E-5
7	0,075	8,86E-6
10	0,07	6,02E-6
13	0,06	1,24E-5
17	0,06	0



Diametro o lato del pozzetto (m):

0,8

Permeabilità media (m/s):

2,21E-5

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: *Loc. Caccia*

Coordinate: 617846-5029966

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

Tempo di ritorno (anni)

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 27,059999

N - Coefficiente di scala 0,26480001

GEV - parametro alpha 0,2719

GEV - parametro kappa -0,047

GEV - parametro epsilon 0,82959998

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

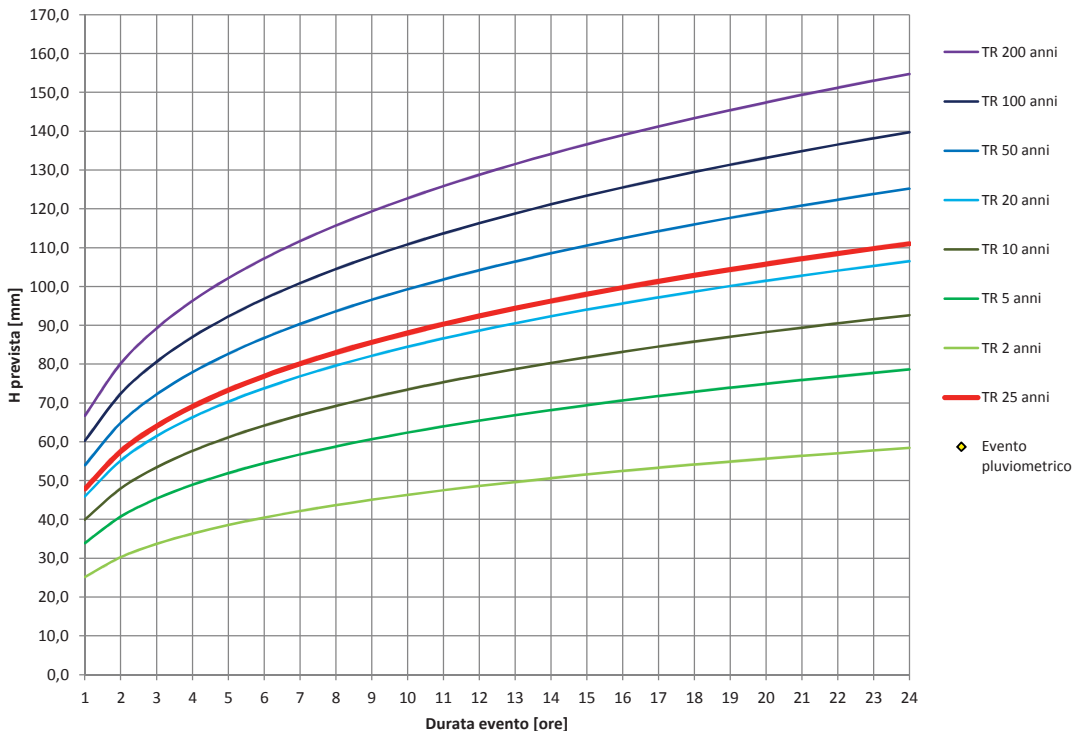
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	25
wT	0,93012	1,25215	1,47500	1,69628	1,99405	2,22589	2,46457	1,76805416
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 25 anni
1	25,2	33,9	39,9	45,9	54,0	60,2	66,7	47,8435438
2	30,2	40,7	48,0	55,1	64,8	72,4	80,1	57,482558
3	33,7	45,3	53,4	61,4	72,2	80,6	89,2	63,9978013
4	36,3	48,9	57,6	66,3	77,9	86,9	96,3	69,0635395
5	38,5	51,9	61,1	70,3	82,6	92,2	102,1	73,2673704
6	40,5	54,5	64,1	73,8	86,7	96,8	107,2	76,8914055
7	42,1	56,7	66,8	76,8	90,3	100,8	111,6	80,0949823
8	43,7	58,8	69,2	79,6	93,6	104,5	115,7	82,9777354
9	45,0	60,6	71,4	82,1	96,5	107,8	119,3	85,6065049
10	46,3	62,3	73,4	84,5	99,3	110,8	122,7	88,0285099
11	47,5	63,9	75,3	86,6	101,8	113,7	125,8	90,2784583
12	48,6	65,4	77,1	88,6	104,2	116,3	128,8	92,3826775
13	49,6	66,8	78,7	90,5	106,4	118,8	131,5	94,3616554
14	50,6	68,2	80,3	92,3	108,5	121,2	134,1	96,2316773
15	51,6	69,4	81,8	94,0	110,5	123,4	136,6	98,0059217
16	52,4	70,6	83,2	95,6	112,4	125,5	139,0	99,6952172
17	53,3	71,7	84,5	97,2	114,3	127,5	141,2	101,30858
18	54,1	72,8	85,8	98,7	116,0	129,5	143,4	102,853604
19	54,9	73,9	87,0	100,1	117,7	131,4	145,4	104,33675
20	55,6	74,9	88,2	101,5	119,3	133,2	147,4	105,763569
21	56,4	75,9	89,4	102,8	120,8	134,9	149,3	107,13886
22	57,1	76,8	90,5	104,1	122,3	136,6	151,2	108,466813
23	57,7	77,7	91,6	105,3	123,8	138,2	153,0	109,751101
24	58,4	78,6	92,6	106,5	125,2	139,7	154,7	110,994968

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

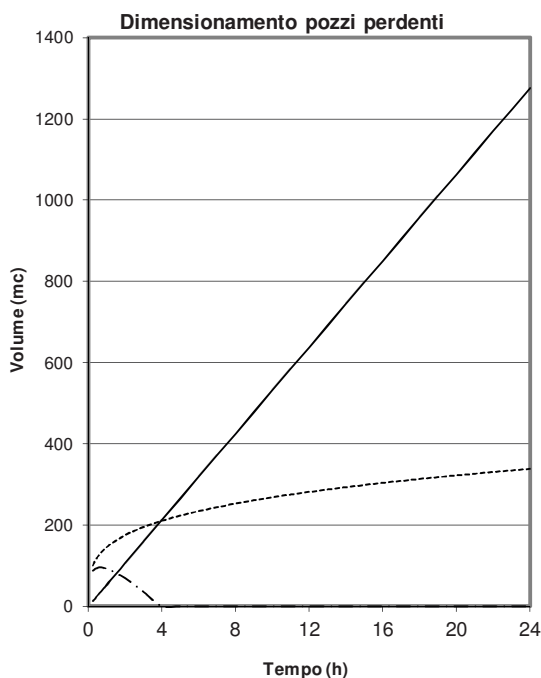


PREDIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DRENANTE MEDIANTE POZZI CIRCOLARI

Località Monte Forca
Comune di Lonato del Garda

Verifica n° 1 relativa a Zanoni

-							Pozzi circolari		
Tempo (h)	h pioggia (mm)	Incrimenti h pioggia (mm)	Volume afflussi (m3)	Incr. Vol. afflussi (m3)	Portata afflussi (l/sec)	Incr. Port. afflussi (l/sec)	Volume infiltrazione (m3)	Volume residuo (m3)	
0									
0	27,64	27,64	101,00	101,00	112,22	28,05	13,29	87,71	
1	33,21	5,57	121,35	20,35	67,42	5,65	26,59	94,76	
1	39,90	6,69	145,79	24,45	40,50	6,79	53,17	92,62	
2	47,94	8,04	175,17	29,38	24,33	8,16	106,34	68,83	
3	53,37	5,43	195,01	19,84	18,06	5,51	159,52	35,49	
4	57,60	4,23	210,47	15,46	14,62	4,29	212,69	-	
5	61,10	3,50	223,26	12,79	12,40	3,55	265,86	-	
6	64,12	3,02	234,29	11,04	10,85	3,07	319,03	-	
7	66,80	2,68	244,09	9,79	9,69	2,72	372,20	-	
8	69,20	2,40	252,86	8,77	8,78	2,44	425,38	-	
9	71,39	2,19	260,86	8,00	8,05	2,22	478,55	-	
10	73,41	2,02	268,24	7,38	7,45	2,05	531,72	-	
11	75,29	1,88	275,11	6,87	6,95	1,91	584,89	-	
12	77,04	1,75	281,50	6,39	6,52	1,78	638,06	-	
13	78,69	1,65	287,53	6,03	6,14	1,67	691,24	-	
14	80,25	1,56	293,23	5,70	5,82	1,58	744,41	-	
15	81,73	1,48	298,64	5,41	5,53	1,50	797,58	-	
16	83,14	1,41	303,79	5,15	5,27	1,43	850,75	-	
17	84,49	1,35	308,73	4,93	5,04	1,37	903,92	-	
18	85,78	1,29	313,44	4,71	4,84	1,31	957,10	-	
19	87,01	1,23	317,93	4,49	4,65	1,25	1010,27	-	
20	88,20	1,19	322,28	4,35	4,48	1,21	1063,44	-	
21	89,35	1,15	326,48	4,20	4,32	1,17	1116,61	-	
22	90,46	1,11	330,54	4,06	4,17	1,13	1169,78	-	
23	91,53	1,07	334,45	3,91	4,04	1,09	1222,96	-	
24	92,57	1,04	338,25	3,80	3,91	1,06	1276,13	-	
Volume massimo d'accumulo necessario nella 1 ora di pioggia							92,62		
Capacità massima di accumulo del sistema di smaltimento							118,01		



--- Volume residuo (m3) - - - - - Volume afflussi (m3)
 — Volume infiltrazione (m3)

Curva pluviometrica di: ARPA	coeff. a	39,90
(tempo di ritorno 10 anni)	coeff. n	0,2648

Volume massimo degli afflussi (1 ora)	92,62 mc
---------------------------------------	-----------------

DATI TECNICI

Superficie scolante equivalente	3654 mq
Permeabilità del terreno	2E-05 m/sec
Porosità del materiale drenante	25 %

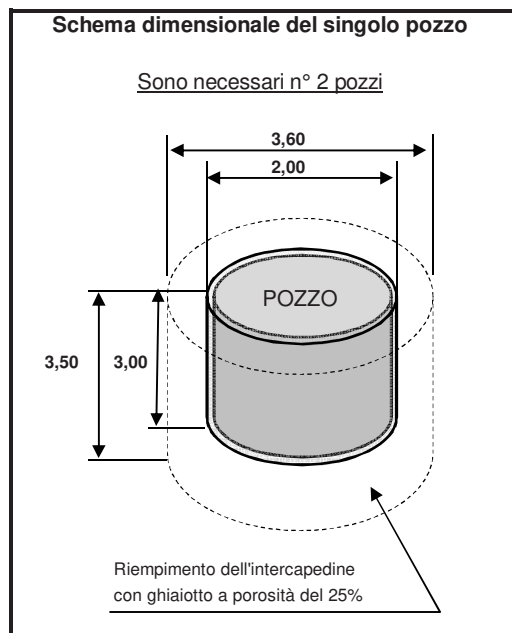
POZZO CIRCOLARE

Diametro Pozzo	2 m
Altezza Pozzo	3 m
N. pozzi	2 -
Spessore Intercapedine laterale	0,8 m
Spessore Intercapedine base	0,5 m
% altezza filtrante laterale	50,00 %

TUBAZIONI DI ADDUZIONE DRENANTI

Diametro tubo drenante	0,3 m
Lunghezza tubo drenante / trincea	424 m
Larghezza trincea	0,6 m
Profondità trincea	1 m
% altezza filtrante laterale	50,00 %

Volume totale d'invaso	118,01 mc
------------------------	------------------



Capacità massima di accumulo del sistema di smaltimento > Volume massimo d'accumulo necessario nella 1 ora di pioggia

Dimensionamento verificato