

# COMUNE DI CHIVASSO

Provincia di Torino

Località:  
**SP 81 - via Mazzè**

Zona di P.R.G.C. :  
**Comparto 5.1.2.**

Oggetto:

**PROGETTO DI NUOVO POLO LOGISTICO**

**PEC 18B**

Contenuto:

**RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA**

LE PROPRIETA'

**BANCO BPM**

BANCO BPM S.p.A.  
Capogruppo del Gruppo Bancario BANCO BPM  
Sede Legale: Piazza F. Meda, 4 - 20121 Milano - Tel. 02 77001  
Sede Amministrativa: Piazza Nogara, 2 - 37121 Verona - Tel. 045 8675111  
www.bancobpm.it

**NCT**  
NUOVA CARROZZERIA TORINESE S.R.L.

Via Caluso, 50  
10034 Chivasso (TO)  
Tel. 011.9100311

- 01 Inquadramento generale
- 02 Piani sovraordinati
- 03 Documentazione fotografica
- 04 Inserimento planimetria generale P.E.C. su stralcio P.R.G.C.
- 05A Estratto catastale con elenco proprietà Comparto 5.1.2
- 05B Estratto catastale con elenco proprietà OO.UU. primarie
- 06 Planimetria stato di fatto: rilievo piano altimetrico
- 07 Planimetria generale di inquadramento
- 08 Destinazioni d'uso urbanistiche
- 09 Definizione tipologia opere di urbanizzazione
- 10 Definizione tipologia opere di urbanizzazione, ingrandimenti
- 11 Pianta piano parcheggi
- 12 Cronoprogramma delle opere di urbanizzazione
- 13 Planimetria con indicazione delle regole edilizie
- 14 Consumo del suolo
- 15 Tipologie edilizie indicative - Profili e sezioni
- 16 Planimetria progetto verde
- 17 Planimetria di inserimento paesaggistico - ambientale
- 18A Relazione agronomica ambientale
- 18B Relazione di invarianza idraulica
- 18C Identificazione superfici a bosco
- 18D Proposta interventi compensazioni e consumo suolo
- 18E PFTS sulle compensazioni di suolo
- 18F Relazione sulle compensazioni forestali
- 19A Relazione geologica, geotecnica, sismica
- 19B Prove di infiltrazione
- 20 Verifica di Assoggettabilità a VAS - Rapporto preliminare
- 20A Verifica di assoggettabilità a VAS - Integrazioni
- 20B Verifica di assoggettabilità a VAS - Valutazione perdita dei servizi ecosistemici
- 21 Valutazione previsionale di impatto acustico
- 21A Valutazione di compatibilità acustica
- 22 Studio di impatto viabilistico

LA PROMISSARIA ACQUIRENTE

**A.P.R.C.**

A.P.R.C.  
63, quai Charles de Gaulle  
CS 50112  
69 463 Lyon Cedex 06  
T. +33 (0)4.37.42.04.20

EMISSIONE	n° REV.	ARGOMENTO
05.08.2021 TORINO	0	Consegna PEC
20.09.2021 TORINO	1	Prima elaborazione
28.02.2022 TORINO	2	Modifiche testalino

Data: FEBBRAIO 2022 | Scala

ELABORATO

**Dott. Agronomo Stefano Fioravanzo**

Architettura del paesaggio e degli spazi urbani.  
Ordine degli Agronomi Provincia di Torino n. 824



Via Colgiansesco n° 78 - 10091 Alpignano (TO) Tel. 011 9676034 Cell. +393284504526  
mail: stefano\_fioravanzo@icloud.com  
PEC: steviorav@epap.sicurezza postale.it  
Cod. Fisc. FRV SFN 58S06 L2190 - Partita IVA 05964590011

## PREMESSA

Su incarico di SASU A.P.R.C. è redatta la seguente Relazione Idraulica che descrive le opere necessarie per il raggiungimento dell'invarianza idraulica per le opere previste in progetto per la "Realizzazione di una nuova area logistica" nella zona industriale del comune di Chivasso nell'area del Consorzio Industriale PiChi un tempo stabilimento Lancia.



Nell'ortofoto perpetrata in rosso è visibile l'area interessata all'intervento di trasformazione.

Ogni intervento di trasformazione d'uso del territorio che genera aumento della impermeabilizzazione dei suoli ha come conseguenza l'aumento della velocità di corrivazione delle acque meteoriche superficiali che non più scaricate nei recettori naturali, il terreno, provocano un aggravio della portata di piena del corpo ricevente i deflussi superficiali nell'area stessa.

Il principio di invarianza idraulica è di mantenere invariata la portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa mediante opere correttive proporzionate all'entità dell'intervento da realizzarsi per mantenere invariate le condizioni di sicurezza dell'area nel tempo.

Oggetto della presente relazione è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico esistente, conseguenti alle trasformazioni del suolo del lotto in oggetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e le opere da realizzarsi, gli accorgimenti tecnici necessari ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche dell'ambito territoriale interessato.

Il terreno interessato alla trasformazione è in corrispondenza dell'allora pista di collaudo per le vetture della Abarth.

Nella relazione vengono presi in considerazione i seguenti aspetti:

- lo stato di fatto dei terreni;
- la caratterizzazione stratigrafica e idrogeologica dell'area;
- la permeabilità del terreno;
- Il volume di pioggia intercettato dalle superfici sigillate in progetto;
- le opere da prevedersi per il mantenimento dell'invariata idraulica e l'infiltrazione delle acque meteoriche nel terreno.

In particolare verranno descritte le scelte metodologiche e progettuali adottate per il dimensionamento dei dispositivi atti a garantire l'invarianza idraulica nella trasformazione dell'area in oggetto in osservanza di quanto indicato nel punto 4 "Rischio idraulico" contenute nell'«Elaborato DS6 Disposizioni tecnico normative in materia di difesa del suolo» del PTC2».

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione della seguente Relazione Idraulica e relative Misure di Compensazione si è fatto riferimento a:

- 📍 Carta di Capacità di uso dei suoli della Regione Piemonte;
- 📍 Carta della Capacità Protettiva dei Suoli nei confronti delle acque sotterranee della Regione Piemonte;
- 📍 I dati idrogeologici del Web GIS dell'ARPA Piemonte;
- 📍 al PTC2 Piano Territoriale di Coordinamento 2 Elaborato D6 «Disposizioni tecnico normative in materia di difesa del suolo» che disciplina, per gli interventi di nuova urbanizzazione o di trasformazione urbanistica, la rete di drenaggio e il dimensionamento delle eventuali vasche di laminazione per garantire l'invarianza o la riduzione idraulica;
- 📍 I dati pluviometrici forniti dall'Atlante delle Piogge Intense in Piemonte fornito sul portale web GIS di ARPA;
- 📍 La relazione tecnico dello studio Genovese & Associati per le prove di infiltrazione e la determinazione della stratigrafia,
- 📍 Il foglio di calcolo excel Open Source per il calcolo dell'invarianza idraulica e il dimensionamento dei bacini di laminazione.

## STATO DI FATTO

L'area esaminata ha una geometria in pianta pressoché trapezoidale, è definita a est da un muro che la separa dalla SP81 a sud da Strada Peppino Impastato a ovest dallo stabilimento industriale mentre a nord da capannoni e aree agricole.

La superficie di mq 326.546 è pianeggiante con modesti avvallamenti non edificata con il circuito asfaltato che occupa insieme al piazzale nella parte sud occidentale visibile nella foto aerea una superficie di mq 65.052 oltre strutture minori indicate nella planimetria seguente.

Il resto della superficie, per mq 261.494, è coperto da vegetazione arborea e arbustiva in parte spontanea e in parte messa a dimora, numerosi sono gli alberi di alto fusto come querce, frassini, bagolari, aceri, carpini e conifere.

Le acque meteoriche attualmente si disperdono per infiltrazione nel terreno su questa superficie raccogliendo anche le acque provenienti dalla parte asfaltata.



SUOLO CONSUMATO PERMANENTEMENTE - STATO DI FATTO				
SUPERFICI PAVIMENTATE/ASFALTATE				
Area trapezoidale	mq	26.118,00		
piste	mq	46.144,00		
strada collegamento cisterne	mq	339,00		
<b>totale</b>	<b>mq</b>	<b>72.601,00</b>		
FABBRICATI				
ricovero pesa	mq	123,00		
riserva idrica PiChi	mq	146,00		
tettoia	mq	134,00		
<b>totale</b>	<b>mq</b>	<b>403,00</b>		
BALLAST				
Binari completi	mq	209,00		
Ballast per andamento ipotetico binari dismessi	mq	1.956,00		
Massicciata in ballast	mq	2.875,00		
<b>totale</b>	<b>mq</b>	<b>5.040,00</b>		
<b>TOTALE superfici consumate</b>	<b>mq</b>	<b>78.044,00</b>		
SUOLO NON CONSUMATO - STATO DI FATTO				
AREA VERDE				
Verde interno al Comparto	mq	248.502,00		
<b>Totale superfici di comparto</b>	<b>mq</b>	<b>326.546,00</b>		



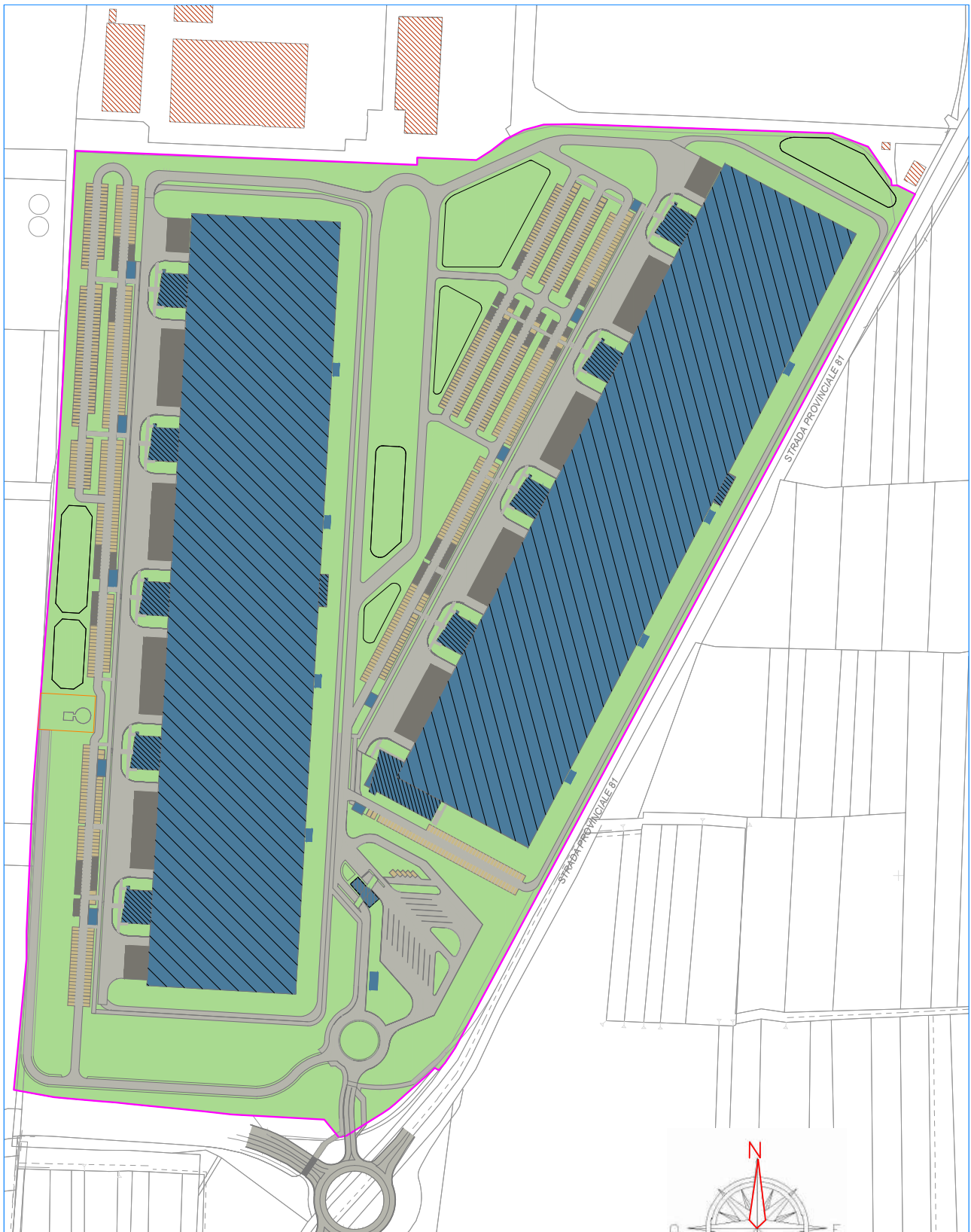
## OPERE IN PROGETTO

Gli interventi previsti in progetto prevedono la trasformazione dell'area con la realizzazione di una nuova logistica costituita da due fabbricati di forma rettangolare a un piano fuori terra disposti convergenti verso sud e aree asfaltate per il transito dei mezzi, i parcheggi, le aree di carico e scarico degli autotreni.

A corredo aree verdi permeabili e sei laghetti per la raccolta delle acque meteoriche dai fallai dei tetti piani dei capannoni.

Di seguito la ripartizione delle superfici:

Descrizione	u.m.	Superfici
<b>Superficie totale di comparto</b>	<b>mq</b>	<b>326.546,00</b>
FABBRICATO A	mq	63.992,11
Edificio	mq	61.517,61
Uffici	mq	2.474,50
Baie di carico e scarico	mq	5.010,58
FABBRICATO B	mq	61.422,84
Edificio	mq	55.375,65
Uffici	mq	3.877,06
Ufficio d'angolo	mq	2.170,13
Baie di carico e scarico	mq	4.558,79
Superficie verde	mq	102.494,83
Laghetti	mq	12.298,90
Viabilità annessa al Fabbricato A	mq	8.748,00
Viabilità annessa al Fabbricato B	mq	8.176,00
Viabilità totale, strade parcheggi, ciclabile	mq	59.843,95



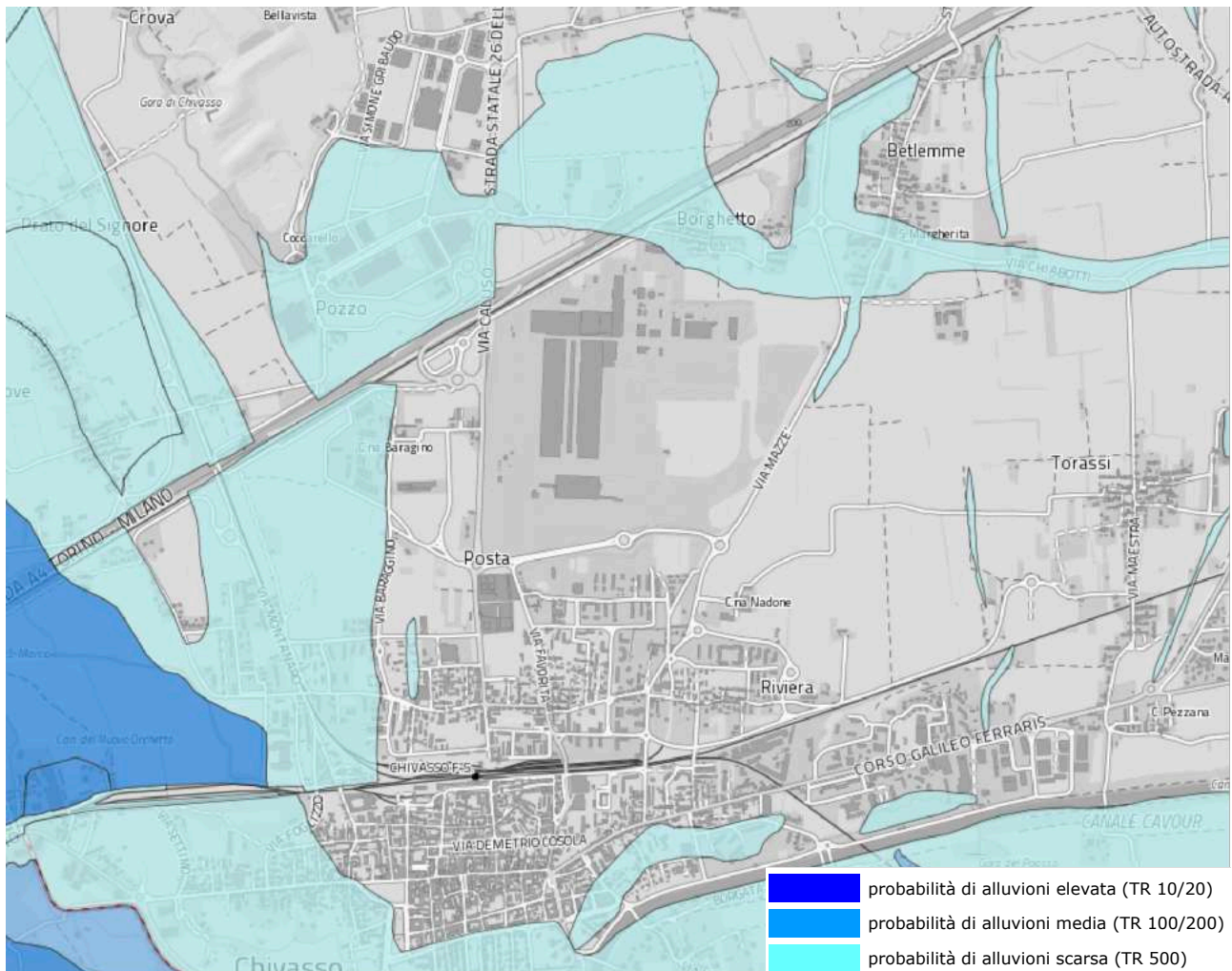
PLANIMETRIA DI PROGETTO

Nella trasformazione urbanistica del lotto in oggetto, che comporta parziali impermeabilizzazioni del terreno, sarà quindi necessario predisporre dei volumi di invaso di compensazione.



## INQUADRAMENTO AMBIENTALE DELL'AREA DEL CONSORZIO P.I.CHI

Nelle mappe del Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) elaborato in osservanza alla Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010, per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, l'area oggetto della relazione è fuori da qualsiasi scenario di alluvione.



ESTRATTO DEL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE - CARTA DI PERICOLOSITÀ DEI RISCHI ALLUVIONE PER L'AREA

L'area in esame non è soggetta a vincolo idrogeologico ai sensi della Legge regionale n. 45 del 09 agosto 1989 e della Circolare n 3/AMB del 31 agosto 2018.

Per una corretta interpretazione dell'assetto idrogeologico superficiale dell'area si procede ad un breve inquadramento geologico e stratigrafico.

L'area di intervento è cartografata nella Sezione n°135150 della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000, a una quota media di piano campagna pari a 195 m/slm.

Dal punto di vista geomorfologico l'area di intervento si colloca in corrispondenza della porzione settentrionale della Pianura Torinese, a nord-est della confluenza tra i fiumi Orco e Po.

Si tratta infatti di un territorio caratterizzato dalla coalescenza e dalle interdigitazioni tra i depositi di pertinenza del Fiume Po e quelli geneticamente correlabili all'evoluzione dei suoi affluenti, in particolare del Torrente Orco.

L'area di indagine ha una morfologia sub pianeggiante, leggermente sospesa sulle alluvioni recenti e attuali che colmano le aree golenali dei corsi d'acqua.

Per quanto concerne l'assetto geologico e litostratigrafico regionale, il Foglio Torino della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 ascrive l'area in esame ai depositi fluvioglaciali rissiani, costituiti da sedimenti ghiaioso-sabbiosi con paleosuolo rosso-arancio, perlopiù terrazzati, corrispondenti al livello fondamentale dell'alta pianura e raccordati con le cerchie moreniche rissiane.

I depositi rissiani sono costituiti in prevalenza da alluvioni continentali, composte da materiali ghiaiosi, sabbiosi e limosi, questi depositi mostrano in genere una assenza di classificazione granulometrica, con disposizione caotica e frequente struttura lentiforme.

Le caratteristiche principali di tali alluvioni sono la presenza sporadica di cementazione e un discreto grado di alterazione della porzione sottofalda, nella loro parte sommitale possono essere ricoperte da un paleosuolo di colore rosso-arancio, inglobante ciottoli silicatici in avanzata fase di alterazione. Talora si rinvengono ancora lembi relitti di una debole copertura loessica.

Dal punto di vista strutturale, i rapporti geometrici tra i diversi litotipi sono assai semplici, costituiti da eteropie laterali e stratigrafiche di facies.

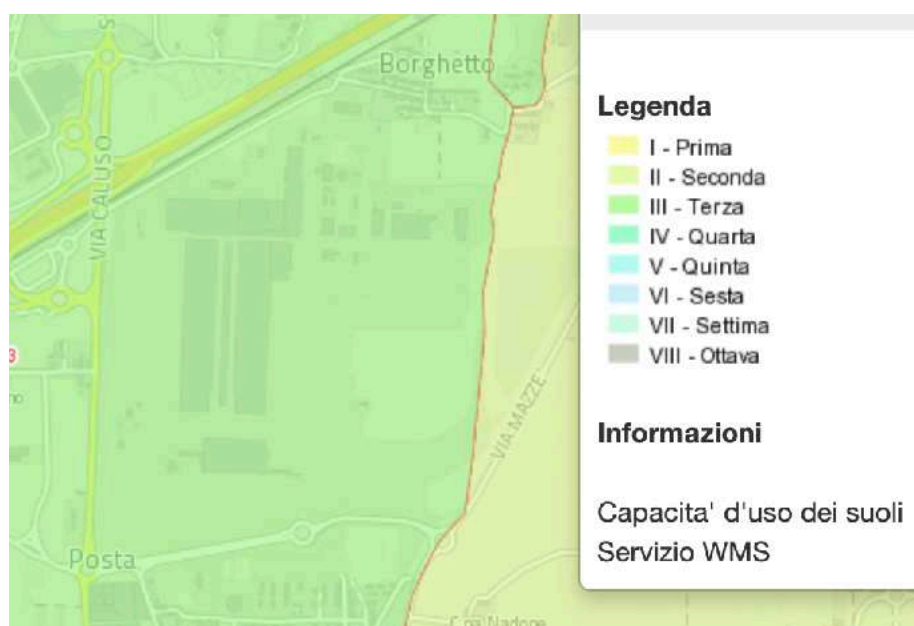
Dai dati disponibili in letteratura il sottosuolo della pianura torinese e dei comuni limitrofi ospita una falda multistrato di tipo multiradiale complesso, il cui deflusso risulta essere condizionato dai locali corsi d'acqua e dalle opere idrauliche a questi collegate.

Il Fiume Po costituisce generalmente il livello di base ricettore della falda freatica, mentre i rapporti fra la stessa e i corsi d'acqua minori sono d'interscambio reciproco, variabili stagionalmente e talvolta anche tra la sponda destra e quella sinistra dei corsi d'acqua.

L'acquifero principale è costituito dal materasso alluvionale ghiaioso-sabbioso, caratterizzato da una permeabilità piuttosto elevata, sebbene a piccola e media scala i sedimenti alluvionali possano presentare una notevole eterogeneità dal punto di vista granulometrico e/o dal grado di addensamento e cementazione che si ripercuote sulla loro permeabilità.

Questi dati trovano riscontro nella cartografia presente nel Geoportale della Regione Piemonte.

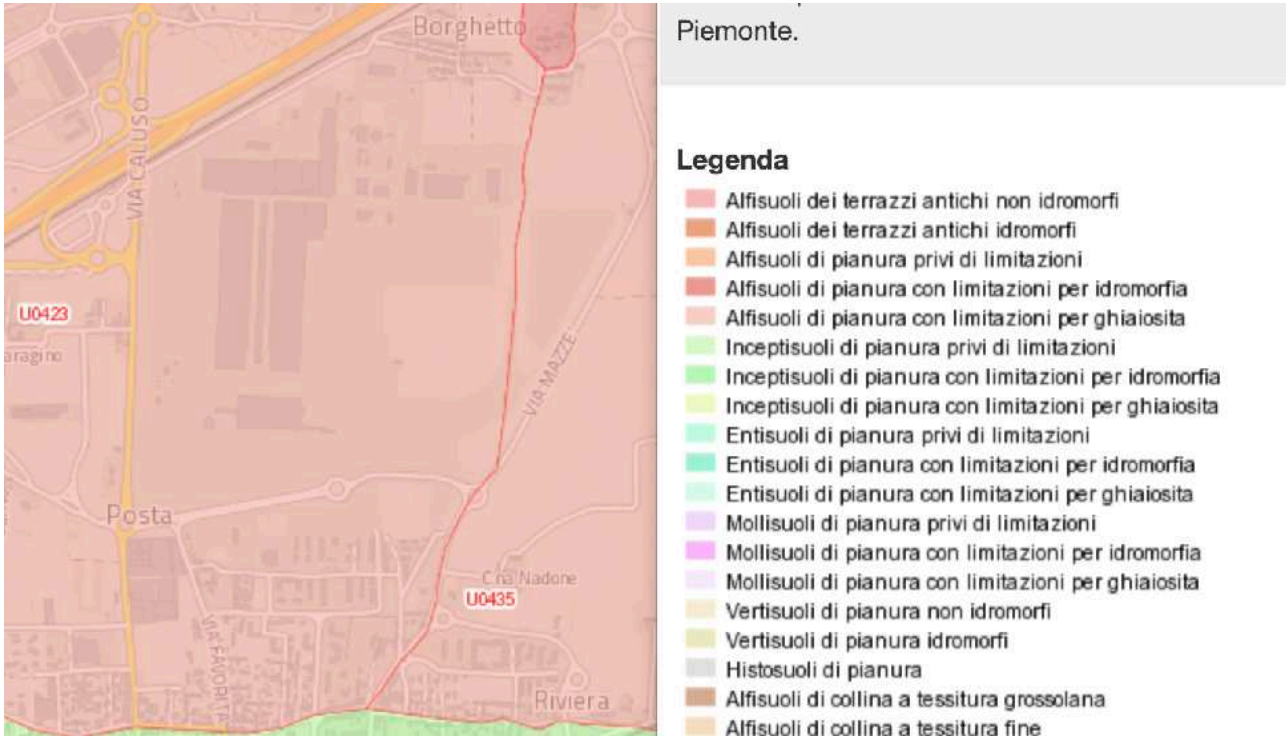
Dal punto di vista della classificazione agricola il terreno è di terza classe di capacità d'uso ossia terreno con forti limitazioni all'utilizzo agricolo.



La cartografia del Geoportale della Regione Piemonte da un riquadro e indica il suolo dell'area in esame un alfisuolo di pianura con limitazioni all'utilizzo per ghiaiosità.

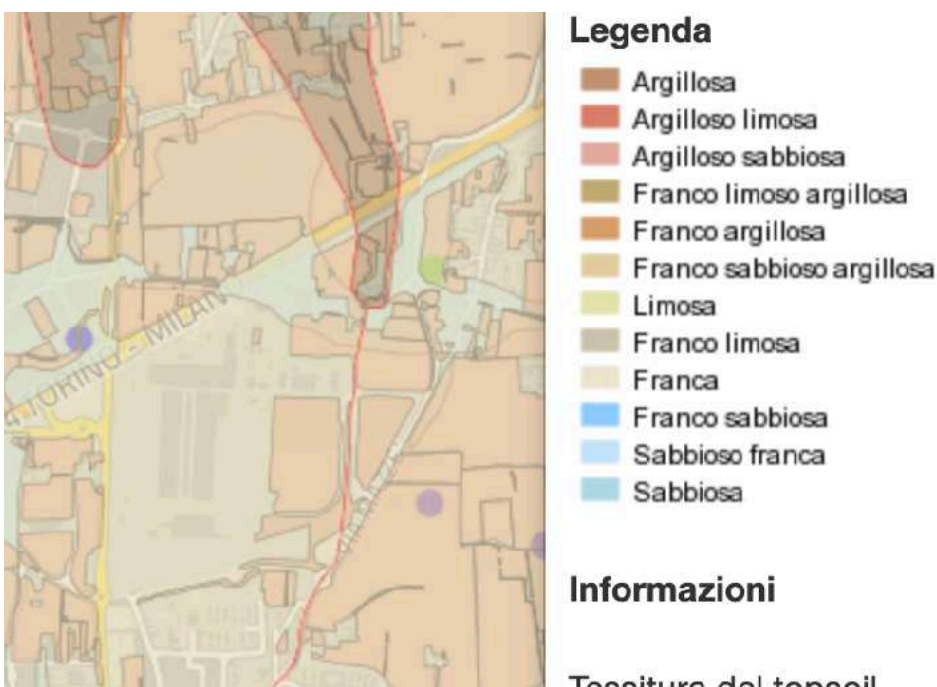
Gli alfisuoli sono suoli evoluti con un evidente orizzonte di accumulo di argilla di frequente caratterizzato dal colore bruno rossastro. In alcuni casi è riscontrabile un orizzonte eluviale.

Sono tipici dei conoidi antichi e delle pianura da tempo non influenzate dei corsi d'acqua.



ESTRATTO DELLA CARTA DEI SUOLI DELLA REGIONE PIEMONTE

Il top soil, lo strato di terreno superficiale, risulta dalla cartografia classificato come franco sabbioso argilloso.



ESTRATTO DELLA CARTA DEI SUOLI DELLA REGIONE PIEMONTE



## STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO DEL SITO

Per la ricostruzione di dettaglio dell'assetto stratigrafico superficiale del sottosuolo e per la parametrizzazione idrogeologica dei terreni attraversati, con particolare riferimento alla capacità di assorbimento delle acque meteoriche superficiali valutabile in funzione del coefficiente di permeabilità del sedime, si è proceduto all'esecuzione in sito di n° 3 prove di filtrazione in pozzetto (Norme A.G.I. 1977).

### Stratigrafia puntuale

La ricostruzione stratigrafica di dettaglio dell'area d'intervento è stata effettuata alla luce dei sondaggi geognostici e delle prove penetrometriche dinamiche ivi eseguite, e sulla base dell'osservazione diretta del sedime esumato dai saggi geognostici per indagini ambientali.

La stratigrafia superficiale riferita alla quota media del p.c. dell'area è schematizzabile come segue:

- da p.c. a 0,5÷1,0 m (ORIZZONTE 1): sabbie da debolmente limose a medio grossolane, a tratti debolmente ghiaiose in transizione con i depositi ghiaiosi sottostanti, costituenti la coltre superficiale naturale dell'area di studio.

Tali depositi risultano talora ricoperti e/o sostituiti da terreno rimaneggiato costituito da ghiaie con ciottoli in matrice sabbiosa, steso a suo tempo per la realizzazione delle piste di prova e delle aree accessorie nonché per il raggiungimento della configurazione plano altimetrica attuale.

- da 0,5÷1,0 a 2,0÷2,5 m (ORIZZONTE 2): ghiaie arrotondate eterometriche in matrice di sabbie limose con screziature rossastre (alterazione in Ox di Fe) a tratti debolmente cementate, con prevalente tessitura clast-supported;
- oltre 2,0÷2,5 m (ORIZZONTE 3): ghiaie grossolane con ciottoli in matrice di sabbie eterometriche grigiastre

Le indagini eseguite all'interno del perimetro d'intervento hanno rilevato la presenza della falda freatica a profondità comprese tra 8,5 e 9,0 m circa.

### Prove di infiltrazione

Per la definizione della permeabilità del suolo e per il supporto alle elaborazioni relative all'invarianza idraulica, sono state effettuate n°3 prove di infiltrazione nel rispetto delle Norme A.G.I. 1977, distribuite omogeneamente all'interno dell'area d'intervento.

Sono stati realizzati pozzetti di forma all'incirca quadrata, approssimativamente di lato  $b=20$  cm e altezza  $h=20\div25$  cm, terebrati all'interno del primo orizzonte stratigrafico sabbioso (ORIZZONTE 1) e all'interno delle facies ghiaiose rossastre (ORIZZONTE 2), previa scotico di spessori di terreno pari a 0,5 m (PI1) e 1,0 m (PI3).

La prova di infiltrazione prevede, previa saturazione del terreno, il riempimento del cavo con acqua e la successiva misura degli abbassamenti nel tempo secondo intervalli logaritmici.



PLANIMETRIA CON IL POSIZIONAMENTO DEI POZZETTI

Interpretando i dati degli abbassamenti delle prove effettuate secondo i criteri per il calcolo della permeabilità in sito a carico variabile normati dall'AGI (1977) le prove effettuate hanno fornito i seguenti valori:

Prova	Orizzonte di terreno	k (cm/s)
PI1	ORIZZONTE 2	$2,39 \times 10^{-4}$
PI2	ORIZZONTE 1	$4,12 \times 10^{-4}$
PI3	ORIZZONTE 2	$2,87 \times 10^{-4}$

Le prove condotte in sito e le analisi di laboratorio hanno consentito di delineare il seguente quadro per l'area in esame:

- l'assetto stratigrafico riferito alla quota media del piano campagna è caratterizzato da:
  - ORIZZONTE 1: sabbie eterometriche debolmente limose fino a 0,5÷1,0 m,
  - ORIZZONTE 2, ghiaie rossastre da 0,5÷1,0 a 2,0÷2,5 m
  - ORIZZONTE 3, ghiaie grigie oltre 2,0÷2,5 m
- le prove di infiltrazione hanno rilevato un coefficiente di permeabilità dell'ordine di  $1 \cdot 10^{-4}$  cm/s: si tratta un valore **semi-permeabile**, giustificabile con la granulometria sabbioso-limosa dell'ORIZZONTE 1 e con la locale debole cementazione della porzione apicale delle ghiaie rossastre (ORIZZONTE 2).



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
DELLE PROVE ESEGUITE

## DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DEGLI SCAVI EFFETTUATI



FOTO DEGLI  
SCAVI EFFETTUA-  
TI







FOTO DEL TERRENO IN SUPERFICIE È EVIDENTE LA PRESENZA I SABBIA E CIOTOLA DI PICCOLE DIMENSIONI

## PLUVIOMETRIA DELL'AREA

Generalmente le condizioni di regime critico sono correlate ad eventi con precipitazioni brevi-intense di tipo temporalesco: la previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è espressa da una legge di potenza del tipo

$$P(d) = ad^n$$

L'altezza di pioggia  $P$  è espressa in mm ed è in funzione della durata dell'evento meteorico in relazione ai parametri:

- $a$  = coefficiente pluviale orario (rappresenta l'altezza media di pioggia caduta in un intervallo di tempo pari ad un'ora);
- $d$  = durata della pioggia espressa in ore;
- $n$  = esponente di invarianza di scala (governa l'andamento della curva e l'entità della dipendenza dalla durata della precipitazione).

I dati relativi alle curve pluviometriche sono stati ricavati dal servizio "Atlante delle piogge intense" di ARPA Piemonte.

Il servizio "Atlante delle piogge intense" di ARPA Piemonte consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano di norma lo strumento essenziale nella progettazione idraulica.

La determinazione dei coefficienti della curva di probabilità pluviometrica è effettuata considerando le medie pesate delle massime precipitazioni per le varie durate. Queste ultime sono determinate applicando il Kriging ordinario ad una griglia di interpolazione a maglia quadrata (250 m) partendo dalle serie storiche disponibili. Il kriging ordinario è stato applicato, per ciascuna durata, ad ogni anno di osservazione, ottenendo una serie sintetica di mappe annuali contenenti i valori stimati di massimi di precipitazione alle varie durate in ogni nodo della griglia. A valle dell'applicazione del kriging, ogni nodo è dunque caratterizzato da diverse serie sintetiche di massimi annui di precipitazione (una per ciascuna durata).

La stima dei parametri  $a$  e  $n$  della curva, avviene a partire da tali serie di massimi annuali di altezza di pioggia, per cui è stato possibile ottenere le mappe di  $a$  ed  $n$  rappresentative di tutti i punti della griglia di interpolazione.

La dipendenza delle precipitazioni dal tempo di ritorno può essere ricostruita moltiplicando la relazione precedente per un fattore di crescita  $K_T$

$$P(d) = ad^n k_T$$

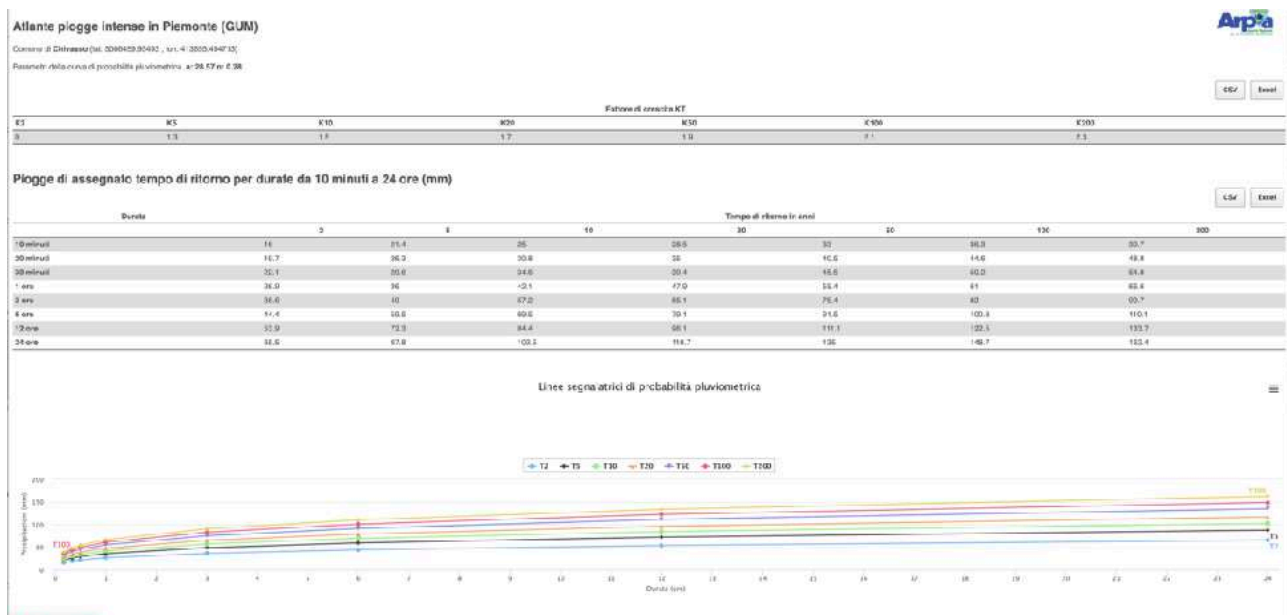
Relativamente a tale fattore si può procedere alla sua stima locale (ossia su ogni punto griglia) a partire dalle serie storiche ricostruite con il kriging sequenziale per le varie durate.

Tale impostazione consente di procedere a dettagliate analisi locali sulla appropriatezza dei vari modelli probabilistici con cui è possibile determinare l'altezza di pioggia relativa ad una determinata durata e ad un determinato periodo di ritorno avvalendosi della curva di probabilità pluviometrica media precedentemente determinata.

Per l'area in esame l' "Atlante delle piogge intense - metodo Gumbel" fornisce i seguenti dati:

Comune di Chivasso (lat 5006459.95 - lon 4136655.45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 28.57 n: 0.28



In generale nella progettazione delle reti di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche a capacità del sistema deve essere proporzionale alla superficie coperta totale e calcolata per contenere la massima altezza di pioggia con durata di sessanta minuti, prevista con ricorrenza ventennale.

Per calcolare l'invarianza idraulica dei terreni e il dimensionamento della rete di drenaggio si fa riferimento al dato pluviometrico secondo fornito da ARPA Piemonte, che indica la precipitazione di riferimento di durata 1 ora con un tempo di ritorno  $Tr = 20$  anni è caratterizzata da un'altezza di pioggia pari a 48,2 mm ovvero pari a 0,0482 mc per mq di superficie coperta.

Per il dimensionamento delle vasche di accumulo/laminazione si fa riferimento alla precipitazione di 1 ora con un tempo di ritorno  $Tr = 50$  anni che ha un'altezza di pioggia pari a 55,4 mm ovvero pari a 0,0554 mc per mq di superficie coperta.

## DIMENSIONAMENTO DEI BACINI DI LAMINAZIONE

Per il dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento delle acque bianche proveniente dalle coperture e dagli asfalti dei capannoni della logistica si è proceduto al calcolo del volume di pioggia intercettata separatamente dalle superfici dei due fabbricati comprendendo nel calcolo anche le superfici pavimentate delle baie di carico e le superfici asfaltate annesse.

Le dimensioni delle superfici dei tetti piani e delle superfici asfaltate sono definite superfici scolanti e sono così ripartite:

### Fabbricato A

Superficie in copertura	mq 63.992,11	coefficiente di deflusso K = 1
Superficie molo di carico	mq 5.010,58	coefficiente di deflusso K = 0,9
Superficie asfaltata annessa al capannone	mq 8.748	coefficiente di deflusso K = 0,9

Per dimensionare i bacini di laminazione è necessario calcolare la portata di ingresso ossia il volume di acqua piovana, espresso in metri cubi, che cade in 1 ora di precipitazione.

Si introduce un fattore di sicurezza nel calcolo del volume di pioggia intercettata che tiene conto della maggior durata di eventi piovosi intensi che si verificano soprattutto nel periodo estivo.

Il volume della pioggia intercettata dal tetto piano in copertura che ha  $K = 1$  è pari a  $5.317,74 \text{ m}^3$  calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 63.992 \times 1,5 = 5.317,74 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione  $Q = 1,48 \text{ m}^3/\text{sec}$  con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (1 \times (55,4/1000) \times 63.992) \times 1,5 / 3600 = 1,48 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Si calcola il volume di pioggia intercettata anche per le superfici asfaltate con le medesime modalità di calcolo:

### Superficie molo di carico

Il volume della pioggia intercettata dalla superficie asfaltata che ha  $K = 0,9$  è pari a  $387,74 \text{ m}^3$  calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 5.010,58 \times 1,5 = 387,74 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione  $Q = 0,11 \text{ m}^3/\text{sec}$  con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (0,9 \times (55,4/1000) \times 5.010,58) \times 1,5 / 3600 = 0,10 \text{ m}^3/\text{sec}$$

### Superficie asfaltata

Il volume della pioggia intercettata dalla superficie asfaltata che ha  $K = 0,9$  è pari a  $654,26 \text{ m}^3$  calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 8.748 \times 1,5 = 654,26 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione  $Q = 0,18 \text{ m}^3/\text{sec}$  con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (0,9 \times (55,4/1000) \times 8.748) \times 1,5 / 3600 = 0,18 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Il volume totale di pioggia intercettata dal Fabbricato A è dato dalla somma delle tre portate calcolate ed è pari a  $\text{m}^3 6.346,75$  in una ora di pioggia.

La portata totale in uscita dalle caditoie di raccolta è  $1,76 \text{ m}^3/\text{sec}$  e viene convogliata mediante tubazioni nei bacini di laminazione collegati al fabbricato A che sono tre le cui superfici sono indicate nella tabella seguente:

Fabbricato A superfici bacini	
bacino n 1	1.837,50
bacino n 2	3.844,00
bacino n 3	1.490,30
superficie tot	7.171,80

La somma delle superfici dei tre bacini è di mq 7.171,80 il cui invaso, alla profondità di m 1,00 - 1,50 in corrispondenza delle ghiaie rossastre, viene modificato con la miscelazione di sabbia grossolana e ghiaia ottenuta per frantumazione di ciottoli diventa maggiormente drenante con coefficiente di permeabilità  $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{sec}$ .

La verifica della porta smaltita è calcolata sui parametri dimensionali del rain garden:

1. coefficiente di permeabilità per suoli sabbiosi  $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m}/\text{sec}$
2. gradiente idraulico = 1,5
3. Superficie area drenante mq 7.171,80

Da cui si ricava la portata in uscita con l'espressione:

$$Q_{\text{uscita}} = K \times \text{gradiente idraulico} \times \text{superficie drenante} = 1 \times 10^{-3} \times 1,5 \times 7.171,80 = 10,76 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Il dato serve per calcolare la profondità dell'invaso con l'espressione

$$\text{Profondità invaso} = V \text{ pioggia} / \text{Superficie area drenante} = 6.346,75 \text{ m}^3 / 7.171,80 \text{ m}^2 = 0,88 \text{ m}$$

La profondità minima dell'invaso è di m 0,89 m che costruttivamente per sicurezza sarà di m 1,00 - 1,20 circa.

Il tempo di deflusso T è il rapporto tra V pioggia e Q uscita

$$T \text{ deflusso} = V \text{ pioggia} / Q_{\text{uscita}}: 6.346,75 \text{ m}^3 / 10,76 \text{ m}^3/\text{sec} = 9,83 \text{ min}$$

Il sistema è in grado di smaltire le portate in ingresso per una profondità di invaso rispetto al piano di campagna in progetto la profondità della stratigrafia drenante complessiva sarà di m 1,2

Si riporta nella pagina seguente la tabella di calcolo impostata su foglio excel

<b>PORTATA IN INGRESSO FABBRICATO A</b>		
superficie scolante tetti piani	63.992,11	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	1,00	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	5.317,74	mc
portata ingresso	1,48	mc/sec
superficie scolante molo di carico	5.010,58	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	0,90	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	374,74	mc
portata ingresso	0,10	mc/sec
superficie scolante asfalti	8.748,00	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	0,90	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	654,26	mc
portata ingresso	0,18	mc/sec
Volume di pioggia intercettata totale	6.346,75	mc
Portate in ingresso nei bacini di laminazione totali	1,76	mc/sec
<b>PORTATA SMALTITA</b>		
coefficiente permeabilità	0,001	m/sec
gradiente idraulico	1,50	
superficie area drenante	7.171,80	mq
portata in uscita	10,76	mc/sec
profondità invaso per contenimento volume	0,88	metri
tempo di deflusso	9,83	minuti
<b>il sistema è in grado di smaltire le portate in ingresso</b>		
Fabbricato A superfici bacini		
bacino n 1	1.837,50	
bacino n 2	3.844,00	
bacino n 3	1.490,30	
superficie tot	7.171,80	

Analogamente si procede con la verifica del Fabbricato B

### Fabbricato B

Superficie in copertura	mq 61.422,84	coefficiente di deflusso K = 1
Superficie molo di carico	mq 4.558,79	coefficiente di deflusso K = 0,9
Superficie asfaltata annessa al capannone	mq 8.176	coefficiente di deflusso K = 0,9

Per dimensionare i bacini di laminazione è necessario calcolare la portata di ingresso ossia il volume di acqua piovana, espresso in metri cubi, che cade in 1 ora di precipitazione.

Si introduce un fattore di sicurezza nel calcolo del volume di pioggia intercettata che tiene conto della maggior durata di eventi piovosi intensi che si verificano soprattutto nel periodo estivo.

Il volume della pioggia intercettata dal tetto piano in copertura che ha K = 1 è pari a 5.104,17 m<sup>3</sup> calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 61.422,84 \times 1,5 = 5.104,17 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione Q = 1,42 m<sup>3</sup>/sec con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (1 \times (55,4/1000) \times 61.422,84) \times 1,5 / 3600 = 1,42 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Si calcola il volume di pioggia intercettata anche per le superfici asfaltate con le medesime modalità di calcolo:

#### Superficie molo di carico

Il volume della pioggia intercettata dalla superficie asfaltata che ha K = 0,9 è pari a 340,95 m<sup>3</sup> calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 4.558,79 \times 1,5 = 340,95 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione Q = 0,10 m<sup>3</sup>/sec con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (0,9 \times (55,4/1000) \times 4.558,79) \times 1,5 / 3600 = 0,09 \text{ m}^3/\text{sec}$$

#### Superficie asfaltata

Il volume della pioggia intercettata dalla superficie asfaltata che ha K = 0,9 è pari a 611,48 m<sup>3</sup> calcolato con l'espressione:

$$V_{\text{pioggia}} = (55,4 \text{ mm/h} / 1000) \times 8.176 \times 1,5 = 611,48 \text{ m}^3$$

Da cui si ricava la portata in uscita dai pluviali ingresso che il tetto piano recapita nel bacino di laminazione Q = 0,17 m<sup>3</sup>/sec con l'espressione

$$Q_{\text{ingresso}} = (0,9 \times (55,4/1000) \times 8.176) \times 1,5 / 3600 = 0,17 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Il volume totale di pioggia intercettata dal Fabbricato A è dato dalla somma delle tre portate calcolate ed è pari a m<sup>3</sup> 6.056,60 in una ora di pioggia.

La portata totale in uscita dalle caditoie di raccolta è 1,68 m<sup>3</sup>/sec e viene convogliata mediante tubazioni nei bacini di laminazione collegati al fabbricato B che sono quattro le cui superfici sono indicate nella tabella seguente:

Fabbricato B		
bacino n 4	1.698,50	m <sup>2</sup>
bacino n 5	640,00	m <sup>2</sup>
bacino n 6	1.082,30	m <sup>2</sup>
bacino n 7	1.706,30	m <sup>2</sup>
superficie tot	5.127,10	m <sup>2</sup>

La somma delle superfici dei tre bacini è di m<sup>2</sup> 5.127,10 il cui invaso, alla profondità di m 1,00 - 1,50 in corrispondenza delle ghiaie rossastre, viene modificato con la miscelazione di sabbia grossolana e ghiaia ottenuta per frantumazione di ciottoli diventa maggiormente drenante con coefficiente di permeabilità  $k = 1 \times 10^{-3}$  m/sec.

La verifica della porta smaltita è calcolata sui parametri dimensionali del rain garden:

4. coefficiente di permeabilità per suoli sabbiosi  $k = 1 \times 10^{-3}$  m/sec
5. gradiente idraulico = 1,5
6. Superficie area drenante m<sup>2</sup> 5.127,10

Da cui si ricava la portata in uscita con l'espressione:

$$Q_{uscita} = K \times \text{gradiente idraulico} \times \text{superficie drenante} = 1 \times 10^{-3} \times 1,5 \times 5.127,10 = 7,69 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Il dato serve per calcolare la profondità dell'invaso con l'espressione

$$\text{Profondità invaso} = V \text{ pioggia} / \text{Superficie area drenante} = 6.056,60 \text{ m}^3 / 5.127,10 \text{ m}^2 = 0,84 \text{ m}$$

La profondità minima dell'invaso è di m 0,88 m che costruttivamente per sicurezza sarà di m 1,00 - 1,20 circa.

Il tempo di deflusso T è il rapporto tra V pioggia e Q uscita

$$T \text{ deflusso} = V \text{ pioggia} / Q_{uscita}: 6.056,60 \text{ m}^3 / 7,69 \text{ m}^3/\text{sec} = 13,13 \text{ min}$$

Il sistema è in grado di smaltire le portate in ingresso per una profondità di invaso rispetto al piano di campagna in progetto la profondità della stratigrafia drenante complessiva sarà di m 1,2

Si riporta nella pagina seguente la tabella di calcolo impostata su foglio excel



<b>PORTATA IN INGRESSO FABBRICATO B</b>		
superficie scolante tetti piani	61.422,00	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	1,00	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	5.104,17	mc
portata ingresso	1,42	mc/sec
superficie scolante molo di carico	4.558,79	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	0,90	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	340,95	mc
portata ingresso	0,09	mc/sec
superficie scolante asfalti	8.176,00	mq
durata pioggia	1,00	h
altezza di pioggia al tempo t	55,40	mm
intensità pioggia	55,40	mm/h
coefficiente deflusso superficie scolante	0,90	
fattore sicurezza	1,50	
volume di pioggia intercettata	611,48	mc/h
portata ingresso	0,17	mc/sec
Volume di pioggia intercettata totale	6.056,60	mc
Portate in ingresso nei bacini di laminazione totali	1,68	mc/sec
<b>PORTATA SMALTITA</b>		
coefficiente permeabilità	0,001	m/sec
gradiente idraulico	1,50	
superficie area drenante	5.127,10	mq
portata in uscita	7,69	mc/sec
profondità invaso per contenimento volume	0,85	metri
tempo di deflusso	13,13	minuti
il sistema è in grado di smaltire le portate in ingresso		
<b>Fabbricato B</b>		
bacino n 4	1.698,50	mq
bacino n 5	640,00	mq
bacino n 6	1.082,30	mq
bacino n 7	1.706,30	mq
superficie tot	5.127,10	mq

## Realizzazione della stratigrafie drenanti - Rain Garden

Premessa: si tratta di sette particolari bacini di ritenzione (bioretention) di dimensioni relativamente contenute, con superficie totale di mq 12.298,98 valenza anche estetico ornamentale e di regolazione della biodiversità realizzati nelle aree verdi tra i parcheggi e tra i due corpi dei fabbricati.

Sono bacini di infiltrazione, Rain Garden, di tipo verticale che infiltrano l'acqua meteorica in profondità nel terreno non convogliandola nella fognatura bianca.

Possono avere valenza estetica e naturalistica data dalla messa a dimora sul fondo di vegetazione arbustiva autoctona che oltre a costituire una sicurezza per le persone con gli apparati radicali mantengono la stratigrafia realizzata aerata favorendo la penetrazione dell'acqua meteorica.

La stratigrafia drenante è concepita come un sistema che interrompe il runoff alla fonte e convoglia il flusso dell'acqua, facilitandone l'infiltrazione e la percolazione verso la falda e permettendo alle sostanze presenti, compresi quelli inquinanti, di essere assorbite e/o immobilizzate dal sistema suolo-pianta.

Le funzioni di un rain garden sono molteplici e possono contribuire al conseguimento di finalità quali:

- gestione in sito dei volumi di deflusso superficiale generati dalle precipitazioni, favorendone la rapida infiltrazione e sottraendoli alla rete di drenaggio urbano;
- aumento della quantità di acqua che si infiltra nel suolo per ricaricare le locali falde sotterranee;
- assorbimento delle sostanze inquinanti presenti nel runoff, riducendone la quantità nelle acque di percolazione;
- riduzione degli allagamenti stradali, risolvendo in parte i problemi di reti di drenaggio insufficienti per capienza o sotto-dimensionate;
- creazione di un habitat per insetti e fauna selvatica;
- mitigazione dei valori estremi del microclima urbano grazie alla presenza delle piante;
- aumento del valore di una area, grazie alla riqualificazione dal punto di vista estetico ed ambientale.

Un rain garden richiede poca attenzione e riduce i costi di gestione del verde, dal momento che l'aiuola per la maggior parte si autosostiene.

Per la realizzazione si procede con la rimozione del terreno fino alla profondità di circa m 1,00 - 1,20 rispetto al livello del piano di campagna mantenendo la frazione terrosa del materiale estratto che in parte viene accantonato e riutilizzato.

Si prepara una miscela di terreno composto da:

- 40% di sabbia silicea
- 20% di terreno esistente originario,
- 10% di compost,
- 30% di ghiaia di frattura,

Il substrato così formato ha un coefficiente di permeabilità  $K = 0,3 (1 \times 10^{-3})$  viene usato realizzare il fondo dell'avvallamento del rain garden alla quota compresa tra m 1,00 - 1,20 fino a raggiungere l'orizzonte costituito dalle ghiaie grigie m 2,00 di profondità circa.

All'interno del Rain Garden si mettono a dimora arbusti che dal punto di vista paesaggistico mitigano la struttura e operano con gli apparati radicali la fitodepurazione delle acque meteoriche che si infiltrano nel terreno

Si riportano alcuni esempi fotografici di rain Garden realizzati.



## PARCHEGGI A RASO

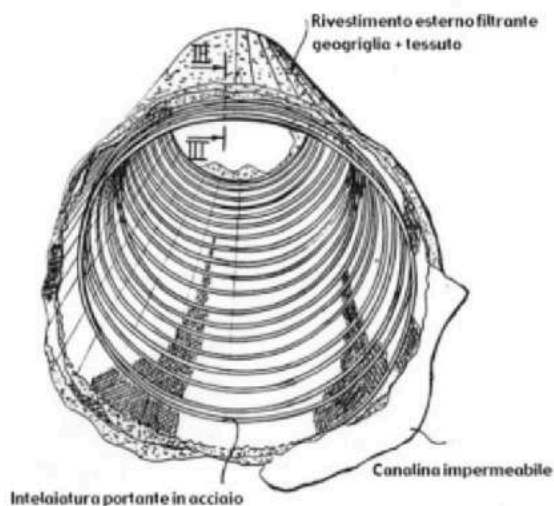
È in previsione la realizzazione degli stalli dei parcheggi delle auto con stratigrafia drenante realizzate in autobloccanti forati intasati con ghiaia di frattura mista a sabbia in cui convogliare l'acqua raccolta dalle superfici dei parcheggi e dalle superfici asfaltate delle corsie di marcia.

In questo caso si tratta di stratigrafie drenanti di tipo orizzontale in quanto l'acqua meteorica, che durante eventi meteorici intensi non drena in profondità e si accumula sul fondo della stratigrafia, nell'interfaccia tra l'orizzonte ghiaioso e il terreno naturale che ha  $K = 0,4$ , viene raccolta da una tubazione che convoglia l'acqua nel bacino di laminazione più vicino.

La pavimentazione dei nuovi parcheggi è drenante e realizzata con autobloccanti forati riempiti di ghiaia ottenuti dalla frantumazione meccanica di rocce o ciottoli serpentinosi poggiati su una stratigrafia drenante, di spessore cm 20 circa, costituita da misto granulare anidro per pavimentazioni stradali costituito da ciottoli privo di materie terrose e di sostanza organica con minime quantità di limi e/o argille.

I due strati sono separati da uno tessuto geotessile non tessuto in polipropilene per manti sintetici di impermeabilizzazione del peso di 400 g/mq che impedirà ad eventuale vegetazione erbacea spontanea di svilupparsi.

Questa stratigrafia drenante si interfaccia con il terreno naturale esistente e a questa profondità viene posata la tubazione drenante, tipo SPIRODREN di diametro 250 mm, che convoglia l'acqua meteorica che si accumula nel bacino di laminazione.



Il sistema è essenzialmente composto da una struttura portante in acciaio zincato rivestito da una georete accoppiata ad un tessuto non tessuto con funzione di filtro.

SPIRODREN è un tubo formato da un tondino d'acciaio avvolto a spirale, irrigidito longitudinalmente, avvolto da un geocomposito drenante avente alla base un foglio di plastica impermeabile con funzione di canalina di deflusso delle acque drenate.

La conduttività idraulica della tubazione che si ottiene giuntando i tubi è praticamente infinita, sicché si possono ridurre gli spessori di ghiaia e ciottoli nella trincea.

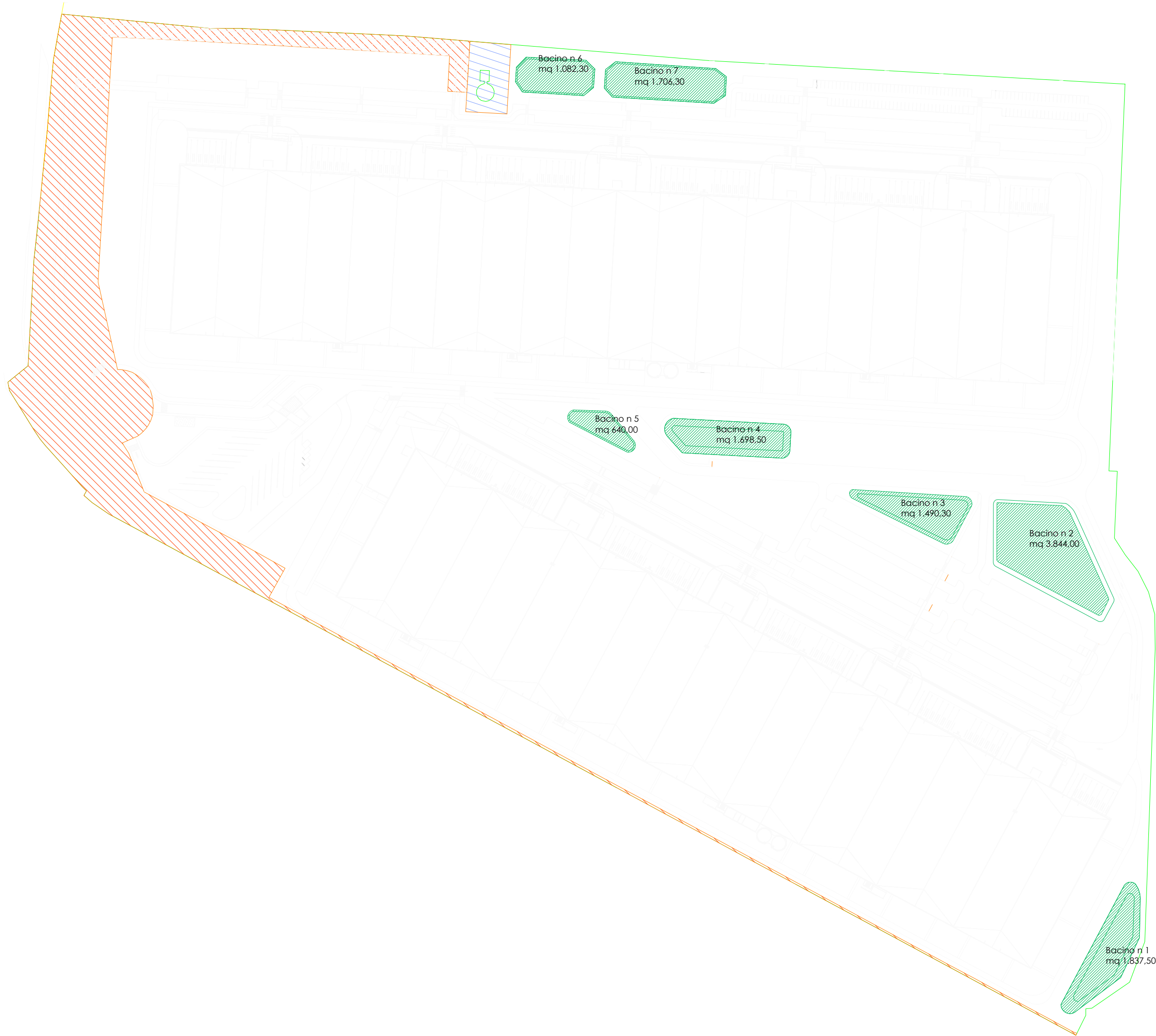
Questa stratigrafia permette di realizzare per le aree di sosta con riferimento particolare agli stalli dei parcheggi una stratigrafia drenante che consente il drenaggio delle acque meteoriche per raggiungere l'invarianza idraulica dei piazzali anche nel caso di eventi meteorici importanti.



FOTO DI PAVIMENTAZIONE CON AUTOBLOCCANTI INGHIAIATA APPENA REALIZZATA



LA STESSA PAVIMENTAZIONE DOPO UN MESE DALLA REALIZZAZIONE FOTO SCATTATA DURANTE UN EVENTO PIOVOSO



Bacino n. 6  
mq 1.082,30

Bacino n. 7  
mq 1.704,30

Bacino n. 5  
mq 640,00

Bacino n. 4  
mq 1.698,50

Bacino n. 3  
mq 1.490,30

Bacino n. 2  
mq 3.844,00

Bacino n. 1  
mq 1.837,50