



COMUNE DI
THIENE

COMMITTENTE



CARREFOUR PROPERTY ITALIA S.R.L.
CARMILA THIENE S.R.L.
CARMILA ITALIA S.R.L.

via Caldera, 21 - 20153 Milano IT
Tel. +39 02 48251
Fax +39 02 48252980

STUDIO IMPATTO AMBIENTALE



Via M. Libertà, 42 - 31023 Resana (TV)
Tel +39 0423 715256
Fax +39 0423 480979

uff.tecnico@studio-conte.com
www.studio-conte.com

INGEGNERIA E COORDINAMENTO



Via Thaon di Revel, 21 - 20159 Milano IT
Tel +39 02 36798890
Fax +39 02 36798892

www.buromilan.com
info@buromilan.com
C.F. e P.Iva 08122220968

ARCHITETTURA



Via Galvano Fiamma, 12
20129 Milano IT
Tel +39 02 45371134

www.mygg.it
mygg@mygg.it

IMPIANTI



Via Cefalonia, 15 - 20156 Milano IT
Tel +39 02 33401519
Fax +39 02 28097033

mail@apengineering.it

VIABILITA'



Via G. Morgagni, 24 - 37135 Verona IT
Tel +39 045 8250176
Fax +39 045 8250176

www.netmobility.it
netmobility@netmobility.it
C.F. e P.Iva 03184140238

PROGETTO DEL VERDE



Via Olmo, 48 - 30035 Mirano (VE)
Tel +39 340 9776146
P.Iva 03629790274

www.studioviridis.pro
daniele@studioviridis.pro

ACUSTICA



Via Uruguay, 53/C - 35127 Padova
Tel +39 0497801627
Fax +39 0497803289

www.progettodecibel.com
info@progettodecibel.it
P.Iva 03576940237

PROGETTO

RESTYLING E AMPLIAMENTO CENTRO COMMERCIALE CARREFOUR DI THIENE

EMISSIONE

VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE (VIA)

TITOLO

IMPIANTO IDROSANITARIO E FOGNATURE VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA (INVARIANZA)

ELABORATO N.

Idr001

Scala	Redazione	Approvazione	Job Number
-	CA	PA	H106
Revisione Corrente	Data	Emissione	
01	15.11.2019	Richiesta integrazione VIA	

INDICE

1	Premessa	2
2	Inquadramento	3
2.1	Localizzazione	3
2.2	Idrografia, Geologia e Idrogeologia	4
3	Progetto Rete Fognaria Acque Meteoriche	6
3.1	Tracciato e Consistenza	6
3.2	Bacino Servito	8
3.3	Pioggia di Progetto	9
3.4	Portata di Piena Acque Meteoriche	13
3.5	Dimensionamento Rete Acque Meteoriche	15
3.6	Dimensionamento Manufatto Disoleatore/Dissabiatore	18
4	Misure di Invarianza Idraulica e Idrologica	20
4.1	Indicazioni operative	20
4.2	Dimensionamento pozzi perdenti	22
4.3	Ulteriore verifica volumi	26

emissione del 03-05-2019

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

1 Premessa

La presente relazione costituisce elaborato descrittivo del dimensionamento e della verifica idraulica della rete fognaria acque meteoriche, al servizio dell'ampliamento del Centro Commerciale Carrefour in Comune di Thiene (VI).

Il progetto architettonico di restyling ed ampliamento del Centro Commerciale Carrefour è stato sviluppato dallo studio MYGG di Milano, a cui si rimanda per approfondimenti.

Sinteticamente, si prevede la realizzazione di un edificio commerciale in aderenza all'esistente, posto lungo il relativo lato nord/ovest dello stesso, e dell'annessa nuova viabilità perimetrale. L'edificio risulta dotato di un parcheggio veicoli al primo piano interrato, accessibile mediante due rampe.

La viabilità al servizio dell'ampliamento presenta un accesso carrale in corrispondenza della rotatoria esistente di via Galileo Galilei. La restante parte del piazzale è interessata da pavimentazione pedonale e aiuole.

Come opere di urbanizzazione si prevede il prolungamento della sede stradale di via U. Giordano fino alla rotatoria di via Galileo Galilei, seguendo l'andamento naturale del terreno esistente. Su lato nord del nuovo asse stradale, si prevede la formazione di una pista ciclopedonale.

A maggio 2019 si è proceduto alla presentazione del citato progetto di ampliamento nell'ambito dell'istruttoria VIA.

In merito al progetto della rete fognaria presentato, con nota del 19/08/2019 il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, a seguito del ricevimento del progetto di ampliamento del 03.05.2019 (prot. n. 38703 del 15/07/2019), ha specificato che, *"viste le condizioni al contorno e ai fini della sicurezza idraulica di un'area a destinazione di servizi di pubblica utilità, è necessario che il volume specifico venga adeguato a 600 m³/ha e pertanto il volume totale di mitigazione dovrà essere pari a 1'320 m³".*

Le misure di dispersione previste nel progetto originario (nel caso specifico, costituite da batterie di pozzi perdenti) devono essere quindi adeguate alla capacità di invaso del volume prescritto dal Consorzio, di cui al presente aggiornamento (Rev 01 del 17/11/2019). Si è proceduto, quindi, alla revisione del progetto adeguando il sistema di smaltimento terminale delle acque meteoriche al volume di invaso minimo richiesto.

Il presente documento risulta relazione di valutazione di compatibilità idraulica della rete fognaria meteorica di progetto, redatta in base ai contenuti della DGR n. 2948 del 06/10/2009 della Regione Veneto.

Il progetto di invarianza idraulica dell'ampliamento, inteso sia come nuovo edificio commerciale che come opere di urbanizzazione, risulta costituito dai seguenti elaborati:

- Id005 – Impianto idrosanitario e fognature edificio nuovo – RETI ACQUE METEORICHE
- Id006 – Impianto idrosanitario e fognature edificio nuovo – PROFILI E PARTICOLARI ACQUE METEORICHE
- Idr001 - Impianto idrosanitario e fognature edificio nuovo – VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA (INVARIANZA)

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

2 Inquadramento

2.1 Localizzazione

L'area oggetto di intervento si trova in via Galilei Galilei in adiacenza all'esistente edificio commerciale dell'ipermercato Carrefour in via del Terziario in Comune di Thiene (VI), e attualmente risulta delimitata a nord-est e nord-ovest da un terreno incolto a prato, a sud-est dall'edificio e dall'area parcheggio dell'ipermercato e a sud-ovest dalla via Galileo Galilei (Figura 1).

Attualmente l'area risulta un terreno incolto a prato.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio ad uso commerciale.

L'area commerciale, in particolare, sarà dotata di una strada che percorre quasi interamente il perimetro dell'edificio in progetto e sarà ad uso privato per gli addetti e la clientela delle attività commerciali presenti, così come il piazzale antistante l'ingresso e il parcheggio interrato coperto. La strada sarà realizzata in pavimentazione bitumata e il piazzale con pavimentazione permeabile (autobloccante filtrante tipo green block o similare).

Sono previste anche delle opere di urbanizzazione che consistono nel prolungamento, di circa 270 m, della via Galileo Galilei lungo il lato nord-ovest dell'edificio, a raccordarsi a via U. Giordano, anche questa realizzata in pavimentazione bitumata.

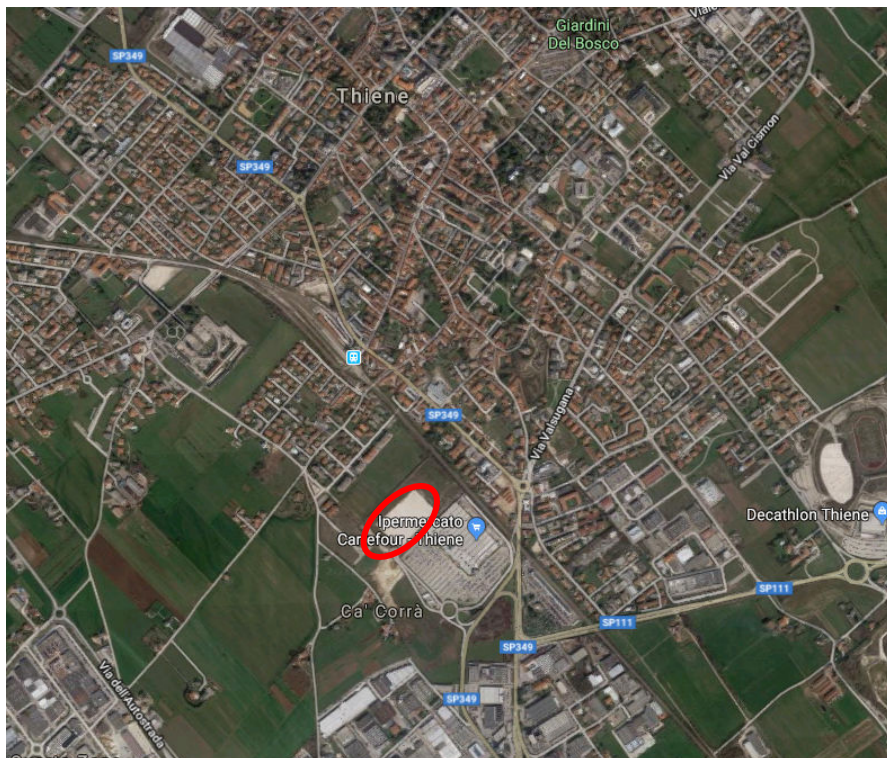


Figura 1 – Inquadramento territoriale dell'area interessata dall'ampliamento del Carrefour in via Galileo Galilei in Comune di Thiene (VI).

2.2 Idrografia, Geologia e Idrogeologia

Per un inquadramento di dettaglio dell'area dell'insediamento indagato dal punto di vista idrografico, geologico e idrogeologico si rimanda ai contenuti della "Relazione Geologica e Geotecnica per ampliamento centro commerciale Carrefour va Galileo Galilei Thiene (VI)" commissionata da Milano Ingegneria S.r.l. e redatta nel marzo 2019 dal Laboratorio CSG Palladio iscritto all'Albo dei Laboratori di Ricerca con Decreto Direttoriale n535/Ric. del 21 aprile 2004.

Di seguito, si riporta una sintesi delle informazioni contenuta nella citata relazione, ritenute utili ai fini della verifica della fattibilità e del dimensionamento dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche dell'area di progetto:

- il sito è ubicato in area uniformemente pianeggiante ad una quota media di circa 127 m s.l.m.;
- l'area è costituita essenzialmente da un'unità geomorfologica denominata "Deposito alluvionale";
- i corsi d'acqua più vicini all'area indagata sono rappresentati dal Torrente Leogra e dal Torrente Timonchino, verso ovest dell'area; ad est invece è presente il Torrente Igna e il Fiume Astico;
- nell'area indagata non sono presenti vincoli di natura idraulica (area di esondazione o di rischio idraulico);
- nell'area indagata non sono presenti vincoli di natura idrogeologica (aree di rispetto di pozzi pubblici), che possono escludere la fattibilità dello smaltimento delle acque meteoriche su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo (Figura 2).
- il sottosuolo risulta sede di una falda ad una profondità maggiore di 15 m dal piano campagna, pertanto non risulta influente con le opere in progetto;
- la permeabilità dei terreni nell'area indagata è considerabile medio-bassa, per la costante presenza di ghiaie ciottolose e locali passaggi più fini di sabbia limosa fino a 30 m;
- l'acquifero nell'area indagata è caratterizzato da un'alta vulnerabilità agli inquinamenti di origine superficiale.

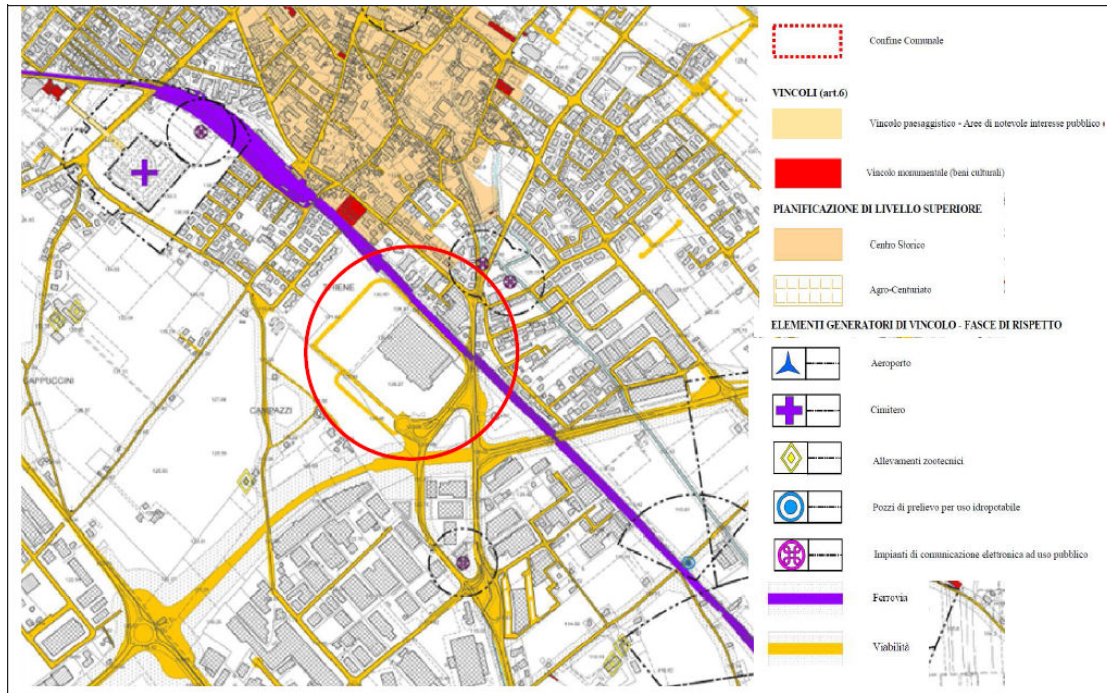


Figura 2 – Estratto Elaborato 1 – Carta dei Vincoli e della Pianificazione Territoriale del P.A.T. del Comune di Thiene.

Non esistono, quindi, nell’area indagata dei vincoli di natura idrogeologica, che limitano il recapito su suolo delle acque meteoriche dell’ampliamento di progetto (per altro non a rischio di contaminazione, in quanto a destinazione commerciale).

Il terreno risulta mediamente permeabile, mediante effettuazione di prova di permeabilità Lefranc in sito, infatti, è stato restituito un valore di permeabilità fino a 3 metri di profondità dal p.c., di 4.09×10^{-5} m/s. Tra i valori disponibili in letteratura il livello di permeabilità ottenuto è considerato medio, così come visibile nella tabella seguente di Figura 3.

Valori del coefficiente di permeabilità. Influenza della granulometria: diametri dei grani e diametri rispettivi.

K_f (m/s)	$10^1 \quad 1 \quad 10^{-1} \quad 10^{-2} \quad 10^{-3} \quad 10^{-4} \quad 10^{-5} \quad 10^{-6} \quad 10^{-7} \quad 10^{-8} \quad 10^{-9} \quad 10^{-10} \quad 10^{-11}$										
	omogenea	Ghiaia		Sabbia	Sabbia molto fine	Silt	Argilla				
GRANULOMETRIA	varia	Ghiaia grossa e media	Ghiaia e sabbia	Sabbia e argilla		—Limi					
GRADI DI PERMEABILITÀ	ELEVATA			BASSA			NULLA				
TIPI DI FORMAZIONI	PERMEABILI			SEMI-PERMEABILI			IMPER.				

↑ limiti convenzionali

Figura 3 – Valori di coefficiente di permeabilità in funzione della granulometria.

Dal punto di vista operativo e vincolistico, è possibile, quindi, prevedere uno smaltimento su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo per infiltrazione delle acque meteoriche dell’ampliamento.

Nello specifico, si prevede di smaltire l’intero contributo meteorico “dell’ampliamento del centro commerciale Carrefour” su suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, mediante formazione di bacini terminali di stoccaggio e dispersione, tipo pozzi perdenti.

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

3 Progetto Rete Fognaria Acque Meteoriche

3.1 Tracciato e Consistenza

La nuova rete fognaria meteorica del progetto di ampliamento risulterà costituito da 6 reti principali, 5 che rimarranno ad uso privato del centro commerciale Carrefour e una, relativa alle opere di urbanizzazione, che verrà ceduta al comune una volta collaudata:

- **linea pluviali 1** - dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche pluviali, ovvero delle acque meteoriche di parte della copertura del nuovo edificio commerciale, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 3**) situata a nord dell'edificio esistente. I pozzi saranno dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente;
- **linea pluviali 2** - dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche pluviali, ovvero delle acque meteoriche della maggior parte della copertura del nuovo edificio commerciale, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 2**) situata a sud-ovest dell'edificio, dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente;
- **linea piazzali 1** – dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate scoperte della viabilità a nord-est dell'ampliamento, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 3**), dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente; previo trattamento mediante manufatto pref. di dissabbiatura e disoleazione;
- **linea piazzali 2** – dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate scoperte della viabilità lungo il lato ovest, est e sud dell'ampliamento, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 2**), dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente; previo trattamento mediante manufatto pref. di dissabbiatura e disoleazione;
- **linea interrato** - dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate dell'area parcheggio coperta, posta al di sotto dell'edificio, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 4**), dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente; previo trattamento mediante manufatto pref. di dissabbiatura e disoleazione;
- **linea stradale pubblica** – dedicata alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche di dilavamento delle aree pavimentate scoperte della viabilità (via G. Galilei), appartenente alle opere di urbanizzazione, con smaltimento su suolo, mediante bacino di stoccaggio ed infiltrazione terminale interrato, costituito da una batteria di pozzi perdenti (**Campo pozzi 1**) situata a sud-ovest dell'edificio, dotati di specifico volume di invaso e di superficie disperdente; previo trattamento mediante manufatto pref. di dissabbiatura e disoleazione.

Le reti fognarie meteoriche sono costituite da tubazioni in PVC, a norma UNI EN 1401, SN8, del diametro variabile da \varnothing 160 mm fino \varnothing 630 mm.

Al termine di ciascuna linea meteorica è prevista una batteria di pozzi perdenti ad anelli pref. in cls. \varnothing 200 cm e altezza variabile, interconnessi tra loro e alloggiati in una trincea di scavo, riempita con materiale inerte di varia granulometria (porosità 0.40), e rivestita sulla superficie perimetrale laterale da tessuto non tessuto.

A monte dei pozzi perdenti per la rete delle caditoie delle aree raccolte, si prevede il passaggio attraverso un manufatto dissabbiatore e disoleatore pref., dotato di linea di by-pass, per portate defluenti superiori alla portata nominale di trattamento.

Si ricorda, infatti, che ai sensi della vigente normativa regionale in materia di disciplina delle acque di scarico, ai sensi dell'art. 39, comma 5, dell'Allegato D alla DGR n. 842 del 15 maggio 2012 contenente delle Norme Tecniche Piano di Tutela delle Acque della Regione del Veneto, la viabilità, i piazzali e i parcheggi (se inferiori a 5'000 m²) di attività commerciali non ricadono tra le attività soggette ad obbligo di separazione e trattamento delle acque di prima pioggia, in quanto le relative acque meteoriche di dilavamento risultano non suscettibili di inquinamento e possono essere recapitate su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, in quest'ultimo caso previo trattamento di dissabbiatura e disoleazione, così come stralcio riportato di seguito:

5. Per le seguenti superfici:

- a) strade pubbliche e private;
- b) piazzali, di estensione inferiore a 2.000 m², a servizio di autofficine, carrozzerie e autolavaggi e impianti di depurazione di acque reflue;
- c) superfici destinate esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli delle maestranze e dei clienti, delle tipologie di insediamenti di cui al comma 1, aventi una superficie complessiva inferiore a 5000 m²;
- d) parcheggi e piazzali di zone residenziali, commerciali o analoghe, depositi di mezzi di trasporto pubblico, aree intermodali, di estensione inferiore a 5.000 m²;
- e) tutte le altre superfici non previste ai commi 1 e 3;

le acque meteoriche di dilavamento e le acque di lavaggio, convogliate in condotte ad esse riservate, possono essere recapitate in corpo idrico superficiale o sul suolo, fatto salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di nulla osta idraulico e fermo restando quanto stabilito ai commi 8 e 9. Nei casi previsti dal presente comma, laddove il recapito in corpo idrico superficiale o sul suolo non possa essere autorizzato dai competenti enti per la scarsa capacità dei recettori o non si renda convenientemente praticabile, il recapito potrà avvenire anche negli strati superficiali del sottosuolo, purché sia preceduto da un idoneo trattamento in continuo di sedimentazione e, se del caso, di disoleazione delle acque ivi convogliate.

3.2 Bacino Servito

In base al tracciato della rete fognaria meteorica di progetto dell'ampliamento in progetto, è stato possibile individuare l'estensione e la tipologia di superficie drenata.

Per ciascuna tipologia di area, ai fini della quantificazione dell'effettiva superficie impermeabile drenata, è stato applicato un coefficiente di afflusso-deflussi φ_i per ciascuna tipologia i-esima di sup. impermeabile, posto pari rispettivamente a: 0.90 per la superficie coperta, a 0.90 per la superficie asfaltata e a 0.60 per la superficie pavimentata drenante (autobloccante filtrante tipo green block o similare), *così come indicato nell'ALLEGATO A alla DGR n. 2948 del 06 ottobre 2009.*

Applicando la seguente espressione, è possibile individuare coefficiente medio di afflusso-deflussi φ_m per l'intera area d'intervento:

$$\varphi_m = \frac{\sum_i \varphi_i \cdot A_i}{\sum_i A_i} \quad (1)$$

dove:

- φ_m coeff. medio afflusso-deflussi dell'i-esima tipologia di sup. impermeabile (-)
- φ_i coeff. afflusso-deflussi dell'i-esima tipologia di sup. impermeabile (-)
- A_i estensione superficiale dell'i-esima tipologia di sup. impermeabile (m²)

Nella Tabella 1 si riporta l'estensione del bacino drenato, in funzione della tipologia del suolo, distinguendo tra: pavimentazione impermeabile, permeabile, copertura e urbanizzazione.

Tabella 1 – Bacino drenato dalla rete fognaria meteorica al servizio dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI).

Tipologia Area	Area Totale A_{TOT} (m ²)	Coeff. afflusso-deflussi medio φ_m (-)	Area Impermeabile A_{IMP} (m ²)
Pavimentazione impermeabile	6'536	0.90	5'882
Pavimentazione permeabile	1'564	0.60	938
Copertura	14'735	0.90	13'262
"ci piove" Interrato	400	0.90	360
Strada Urbanizzazione	2'500	0.90	2'250
Totale	25'735	0.88	22'692

3.3 Pioggia di Progetto

La valutazione della portata di massima piena della fognatura di progetto è stata condotta attraverso la preliminare elaborazione statistica delle piogge intense registrate al pluviografo di Schio, prossimo al bacino.

Per tale stazione si dispone di una serie di dati sufficientemente completa, infatti si dispone dei dati pluviometrici, per eventi di durata 1, 3, 6, 12, 24 ore, relativi alla stazione di Schio del Servizio Idrografico Nazionale per il periodo 1924-1995.

I risultati ottenuti dall'elaborazione statistica della serie storica registrata al pluviografico di Schio.

Il regime delle piogge intense è stato sintetizzato attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche. Tali curve sono espresse in forma monomia:

$$h(T_R) = a(T_R) t^{n(T_R)} \quad (2)$$

dove:

$h(T_R)$ altezza massima probabile di precipitazione (mm) associata ad un tempo di ritorno T_R (anni), relativa ad un evento meteorico di durata t (ore);

$a(T_R)$ e $n(T_R)$ parametri costanti della curva associati ad un tempo di ritorno T_R .

Per la determinazione delle costanti $a(T_R)$ e $n(T_R)$ sono stati elaborati i dati pluviometrici della stazione selezionata.

Il campione delle massime precipitazioni disponibile è stato elaborato statisticamente al fine di stimare la relativa legge di distribuzione di probabilità, secondo la legge di Gumbel, adottata generalmente per descrivere la distribuzione di una grandezza idrologica.

Indicando con x una qualsiasi variabile casuale, la funzione $P(x)$ che associa, per ogni valore di x , la probabilità che la variabile casuale assuma un valore non superiore a x è detta probabilità di non superamento. Derivando questa funzione si ottiene la funzione $p(x)$ detta densità di probabilità.

Si introducono di seguito alcune grandezze caratteristiche delle distribuzioni di probabilità necessarie per le elaborazioni successive.

Si definisce momento del primo ordine, ovvero media aritmetica, la seguente grandezza:

$$\mu(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (3)$$

essendo N il numero dei valori x_1, x_2, x_N , che può assumere la variabile casuale x .

Il momento del secondo ordine rispetto alla media, detto varianza, ha la seguente espressione:

$$\sigma^2(x) = \frac{[x_i - \mu(x)]^2}{N - 1} \quad (4)$$

Si definisce scarto quadratico medio della variabile casuale x la radice quadrata $\sigma(x)$ della varianza che caratterizza una popolazione misurandone la dispersione dei valori intorno alla media.

Il tempo di ritorno, indicato con T_R , è legato alla probabilità di non superamento $P(x)$ dalla seguente relazione:

$$T(x) = \frac{1}{1 - P(x)} \quad (5)$$

Definito il concetto di probabilità e di tempo di ritorno, esistono varie espressioni che esprimono la probabilità di non superamento $P(x)$ di una serie di eventi estremi tra cui la distribuzione di Gumbel:

$$P(x) = e^{-e^{-\frac{(x_i - u)}{b}}} \quad (6)$$

dove i parametri b ed u sono ottenuti dalle seguenti espressioni:

$$b = \frac{\sigma(x)}{1,283} \quad (7)$$

$$u = \mu(x) - 0,450\sigma(x) \quad (8)$$

Derivando l'equazione (6) si ottiene la funzione densità di probabilità $p(x)$, la cui espressione è la seguente:

$$p(x) = e^{-e^{-\frac{(x_i - u)}{b}}} \cdot \frac{(x_i - u)}{b} \quad (9)$$

Avendo a disposizione, per diversi periodi, le precipitazioni massime registrate nelle singole stazioni, per ogni stazione e durata si è calcolata la relativa distribuzione di Gumbel. Il valore della variabile idrologica, la massima precipitazione per assegnata durata, in funzione di alcuni valori della probabilità di non superamento P , si ricava utilizzando la relazione (6), esprimendo la variabile x_i in funzione degli altri parametri, ovvero (essendo u e b i parametri della distribuzione relativi al periodo analizzato):

$$x_i = u - b \ln(-\ln(P)) \quad (10)$$

Analogamente è possibile calcolare, in funzione del tempo di ritorno T_R , il valore dell'altezza di pioggia massima per fissata durata, utilizzando la relazione:

$$h_{T_R} = u - b \cdot \ln \left(\ln \left(\frac{T_R}{T_R - 1} \right) \right) \quad (11)$$

Nelle elaborazioni che seguono sono stati presi in considerazione i tempi di ritorno pari a: 10, 20, 30, 50, 100 e 200 anni.

I valori delle precipitazioni massime relative ai diversi T_R considerati sono riportati in Tabella 2, per ogni durata di pioggia disponibile.

Tabella 2 – Precipitazione massime relative ai diversi tempi di ritorno della stazione di Schio.

Tempo di ritorno		1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
5 anni	$h_{max} =$	41.69 mm	52.72 mm	68.92 mm	94.66 mm	125.54 mm
10 anni	$h_{max} =$	47.88 mm	59.43 mm	77.67 mm	108.81 mm	140.57 mm
20 anni	$h_{max} =$	53.82 mm	65.87 mm	86.06 mm	122.38 mm	154.98 mm
50 anni	$h_{max} =$	61.51 mm	74.21 mm	96.92 mm	139.94 mm	173.64 mm
100 anni	$h_{max} =$	67.27 mm	80.46 mm	105.06 mm	153.10 mm	187.63 mm

Fissato il tempo di ritorno le coppie dei valori (h;t) così determinate sono state interpolate nel piano logaritmico ottenendo per ogni stazione i parametri della curva di possibilità pluviometrica $a(T_R)$ e $n(T_R)$.

Il procedimento di interpolazione delle grandezze altezza di pioggia e durata di pioggia, per ogni tempo di ritorno e per ogni stazione, è illustrato in Figura 4. I risultati analitici sono stati riportati nella Tabella 3.

Tabella 3 – Parametro $a(T_R)$ in funzione del tempo di ritorno T_R per la stazione di Schio (Thiene) per durate di pioggia >1 h.

Tempo di ritorno T_R (anni)	Thiene $d > 1$ h	
	$n(T_R)$	$n(T_R)$
2	30.332	0.364
5	38.686	0.355
10	44.215	0.350
20	49.517	0.347
50	56.380	0.343
100	61.522	0.341

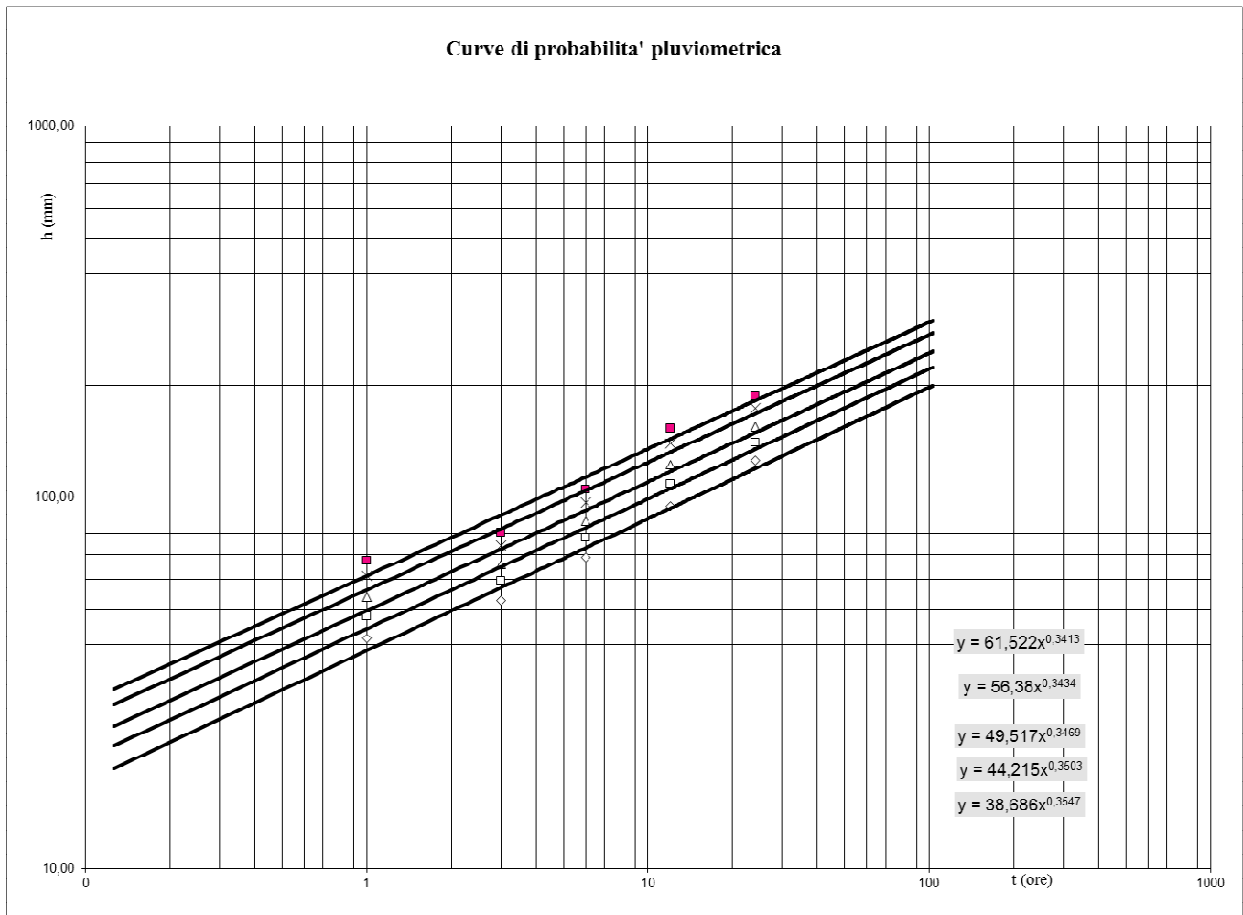


Figura 4 - Curve di possibilità pluviometrica relative alla stazione di Schio (VI).

Per la determinazione della pioggia di progetto di Thiene, al variare del tempo di ritorno, sono state utilizzate le sole curve di possibilità pluviometriche della stazione di Schio. La vicinanza spaziale della stazione di Schio al bacino di interesse ha portato, quindi, all'adozione delle relative curve di possibilità pluviometriche.

La stessa applicazione, al bacino di interesse, del metodo dei topoi o poligono di Thiessen, noto in letteratura per l'individuazione delle aree di influenze delle singole stazioni all'interno di un bacino, in caso di presenza di più punti di misura, avrebbe fornito risultati analoghi a quelli assunti a base della procedura di calcolo adottata.

A partire dalle curve così ottenute si è proceduto alla generazione di piogge di progetto (sintetiche) che costituiscono il dato di sollecitazione o di input del modello di trasformazione afflussi-deflussi.

La scelta della portata di progetto delle opere deve basarsi su un'attenta analisi del cosiddetto rischio d'insufficienza, del rischio, cioè, che occasionalmente si possano manifestare eventi estremi più intensi di quelli compatibili con le caratteristiche idrauliche della rete, quindi con portate maggiori di quelle previste.

Discende da ciò che nei calcoli di verifica o dimensionamento occorre preliminarmente stabilire quale rischio di insufficienza si voglia accettare; in altri termini occorre fissare il valore del tempo di ritorno T_R di progetto, definito come il numero di anni che mediamente intercorre tra due eventi produttori

portate superiori a quella di progetto. La scelta di T_R discende da un compromesso tra l'esigenza di contenere l'insufficienza della rete e quella di contenere le dimensioni dei collettori e, comunque, delle strutture di controllo delle piene, entro limiti economicamente accettabili e compatibili con i vincoli esistenti nell'area interessata. Detto compromesso, che deriva da analisi costi-benefici, conduce ad adottare, per le fognature, valori del tempo di ritorno dell'ordine di 5÷10 anni.

Nel caso specifico, per l'analisi prestazionale della rete fognaria meteorica indagata, si ritiene cautelativa l'adozione di un tempo di ritorno T_R di 10 anni.

Mentre per il dimensionamento del sistema terminale di smaltimento delle acque meteoriche, si adotta un tempo di ritorno T_R di **50 anni**, così come richiesto all'Allegato D alla DGR n. 2948 del 06 ottobre 2009.

3.4 Portata di Piena Acque Meteoriche

Lo studio dei fenomeni di piena nelle reti fognarie meteoriche consiste nella ricerca dei valori massimi di portata al colmo, associati ad eventi di piena, corrispondenti a prefissati tempi di ritorno (necessari per il dimensionamento e la verifica delle canalizzazioni fognarie).

La portata meteorica di calcolo gravante sulla fognatura di progetto al servizio dei nuovi edifici, è stata valutata mediante l'adozione di una procedura di trasformazione afflussi-deflussi, basata sull'applicazione della formula razionale, che definisce la portata critica, nella sezione del collettore di valle della rete fognaria, come:

$$Q_c = A \cdot u = A \cdot 2.78 \cdot \varphi_m \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c; T_R) \quad (12)$$

dove:

- Q_c portata critica (l/s);
- A area del bacino scolante (ha);
- u coeff. udometrico (l/s ha);
- T_R tempo di ritorno (anni);
- θ_c durata critica (ore);
- φ_m coeff. medio di afflusso-deflusso (-);
- ε coeff. dipendente dal metodo di trasformazione afflussi-deflussi adottato (-);
- i intensità media di pioggia, ragguagliata all'area, funzione della durata critica secondo la relazione:
 $i = a \theta_c^{n-1}$ (mm/ora), con a e n coeff. della curva di possibilità pluviometrica.

Formulazione valida nell'ipotesi di piogge ad intensità costante, depurazione delle perdite idrologiche con metodo percentuale (ovvero $\varphi = \text{costante}$) e modello lineare di trasformazione afflussi-deflussi.

Per la formulazione finale dell'equazione (12) è stato adottato il metodo di corrivazione.

Nell'espressione (12) si è adottato, quindi, un valore di ε pari a 1 e la durata critica θ_c pari al tempo di corrivazione del bacino T_c , somma del tempo necessario al raggiungimento della rete di drenaggio da parte dell'acqua meteorica di ruscellamento superficiale (tempo di ingresso in rete) T_i e del tempo di scorrimento all'interno della rete stessa T_r .

Per la scelta di T_i si è fatto riferimento ai valori di letteratura disponibili, adottando un valore del tempo di ingresso in rete di riferimento T_i di 15 min,

Il tempo di corrivazione della rete T_r è funzione delle caratteristiche della rete, ovvero dello sviluppo del tracciato delle condotte e della velocità della corrente. Risulta quindi dato da:

$$T_r = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i} \quad (13)$$

dove:

- T_r tempo di corrivazione della rete di drenaggio (sec);
- L_i lunghezza della condotta i-esima della rete di drenaggio (m);
- V_i velocità di deflusso nella condotta i-esima (m/s);
- n numero delle condotte costituenti la rete di drenaggio indagata (-).

Le velocità medie di percorrenza della fognatura sono state poste, in prima battuta, pari a 1.0 m/s, stimato come valore medio della corrente in condizioni di piena, date le pendenze della rete.

Lo sviluppo complessivo della rete meteorica di progetto, nel relativo tracciato idraulicamente più esteso, raggiunge circa 200 m. Visti i percorsi relativamente brevi della rete fognaria e la velocità media adottata, il tempo di corrivazione della rete indagata risulta, quindi, molto basso (inferiore all'ora), pari a poco più di 18 min.

Nella Tabella 4 per ogni linea meteorica indagata, si riporta la stima della portata di piena meteorica Q_{MET} nella sezione di chiusura, corrispondente all'evento meteorico associato alla precipitazione con tempo di ritorno di 10 anni (Tabella 3). Si ottengono delle portate meteoriche con corrispondenti coefficienti udometrici tra i 250 l/s e i 300 l/s per ettaro impermeabile, in linea con analoghi valori di riferimento per bacini urbani.

Tabella 4 – Portate meteoriche di piena della rete fognaria meteorica, al servizio dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI).

Linea Meteorica	Area Totale A_{TOT} (m ²)	Coeff. afflusso-deflussi medio ϕ_m (-)	Area Impermeabile A_{IMP} (m ²)	Portata meteorica di piena Q_{MET} (l/s)
Linea pluviale 1	1'992	0.90	1'793	51.80
Linea pluviale 2	7'806 4'938	0.90	7'025 4'444	193.68 126.66
Linea piazzali 1	2'979	0.90	2'681	70.35
Linea piazzali 2	5'121	0.81	4'148	109.32
Linea interrato	400	0.90	360	10.86
Linea stradale (O.U.)	2'500	0.90	2'250	60.21
TOTALE	25'735	0.88	22'692	

3.5 Dimensionamento Rete Acque Meteoriche

La rete fognaria meteorica di progetto sarà costituita da condotte in **PVC SN8**, a norma UNI EN 1401, del diametro variabile da **ø 160 mm** a **ø 630 mm**, con una pendenza di posa che varia dallo 0.30% allo 0.50%

In base alle caratteristiche geometriche ed idrauliche della rete fognaria meteorica di progetto, è stato possibile individuarne la relativa capacità di deflusso, ipotizzando che il processo di moto nel sistema fognario avvenga in condizioni di moto uniforme.

Le condizioni di moto uniforme di una corrente a pelo libero, in un canale o collettore prismatico, sono date dalla nota relazione di Chèzy:

$$Q_{\max} = A \cdot C \cdot \sqrt{R \cdot i} \quad (14)$$

dove:

Q_{\max} portata defluente (m^3/s);

A sezione liquida (m^2);

R raggio idraulico, dato da A/P (con P contorno bagnato) (m);

i pendenza (-);

C coeff. di resistenza che, nella formulazione di Gaukler-Strickler, assume l'espressione:

$$C = K_S \cdot R^{1/6}$$

con K_S coeff. di scabrezza ($m^{1/3}/s$).

Per sezioni circolari, quali quelle presenti nella rete fognaria indagata, l'espressione (14) assume la seguente forma (con φ angolo al centro che sottende il pelo libero):

$$Q_{\max} = \frac{1}{2} \cdot r^2 \cdot (\varphi - \text{sen}\varphi) \cdot K_S \cdot \left[\frac{1}{2} \cdot r \cdot \left(1 - \frac{\text{sen}\varphi}{\varphi} \right) \right]^{2/3} \cdot \sqrt{i} \quad (15)$$

Applicando dunque l'espressione (15) precedente, ed adottando un valore di $80 m^{1/3}/s$ per la taratura del coefficiente di scabrezza, è possibile ricostruire la massima capacità di deflusso delle linee fognarie meteoriche indagate, in base alla relativa geometria, così come riportato dalla Tabella 5 alla Tabella 10 per ogni linea meteorica di progetto.

Per la codifica delle diverse tratte meteoriche indagate occorre fare riferimento **all'elaborato grafico id005** allegato alla presente.

Si osserva che le capacità di deflusso dei collettori terminali prescelti risultano ampiamente compatibili con le portate di piena meteoriche attese, con percentuali di riempimento delle tubazioni inferiori al 70%.

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

Tabella 5 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Pluviali 1**).

Linea Pluviali 1 (nodo monte-nodo valle)	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
P14 – P15	0.40	0.50	164.37	53.14	32%
P15 – P16	0.40	0.50	164.37	52.14	32%
P16 – P17	0.40	0.50	164.37	51.93	32%
P17 – PP3	0.40	0.50	164.37	51.80	32%

Tabella 6 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Pluviali 2**).

Linea Pluviali 2 (nodo monte-nodo valle)	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
P1 – P2	0.40	0.30	127.32	48.22	38%
P2 – P3	0.50	0.30	230.85	95.80	41%
P3 – P4	0.50	0.30	230.85	142.15	62%
P4 – P5	0.60	0.30	375.39	161.66	43%
P5 – P6	0.60	0.30	375.39	159.35	42%
P6 – P7 (PP2)	0.60	0.30	375.39	193.68	52%
P8 – P9	0.40	0.30	127.32	63.74	50%
P9 – P10	0.40	0.30	127.32	75.09	59%
P10 – P11	0.40	0.50	164.37	93.54	57%
P11 – P12	0.50	0.50	298.03	110.53	37%
P12 – P13 (PP2)	0.50	0.50	298.03	126.66	42%

Tabella 7 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Piazzali 1**).

Linea Piazzali 1 (nodo monte-nodo valle)	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
M1 – M2	0.25	0.30	36.36	12.62	35%
M2 – M3	0.25	0.30	36.36	20.60	57%
M3 – M4	0.30	0.30	59.12	29.37	50%
M5 – M6	0.40	0.30	127.32	37.46	29%
M6 – M7	0.40	0.30	127.32	53.47	42%
M7 – M8	0.40	0.30	127.32	60.69	48%
M9 – M8	0.40	0.50	127.32	65.19	51%
M8 – M11	0.25	0.30	46.94	6.19	13%
M11 – PP3	0.40	0.30	127.32	70.55	55%

Tabella 8 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Piazzali 2**).

Linea Piazzali 2 (nodo monte-nodo valle)	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
M12 – M13	0.25	0.30	36.36	13.25	36%
M13 – M14	0.30	0.30	59.12	24.93	42%
M14 – M15	0.40	0.30	127.32	37.65	30%
M15 – M16	0.40	0.30	127.32	47.17	37%
M16 – M17	0.40	0.30	127.32	52.24	41%
M17 – M18	0.40	0.30	127.32	59.28	47%
M19 – M20	0.25	0.30	36.36	18.17	50%
M20 – M21	0.25	0.30	36.36	19.78	54%
M21 – M22	0.30	0.30	59.12	28.86	49%
M22 – M23	0.30	0.30	59.12	31.72	54%
M24 – M23	0.25	0.30	36.36	6.24	17%
M23 – M25	0.40	0.30	127.32	41.40	33%
M25 – M26	0.40	0.30	127.32	46.68	37%
M26 – M18	0.40	0.30	127.32	51.93	41%
M18 – M27	0.50	0.30	230.85	109.47	47%
M27 – PP2	0.50	0.30	230.85	109.32	47%

Tabella 9 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Interrato**).

Linea Interrato	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
Collettore finale	0.25	0.30	36.36	10.85	31%

Tabella 10 – Verifica idraulica dei collettori della rete fognaria meteorica di progetto (**Linea Stradale pubblica**).

Linea Stradale Pubblica (nodo monte-nodo valle)	Diametro nominale tubazione PVC DN (m)	Pendenza tubazione i (%)	Portata max a moto uniforme Q _{MAX} (l/s)	Portata meteorica di piena Q _{MET} (l/s)	% riempimento (%)
B1 – B2	0.25	0.50	46.94	10.77	23%
B2 – B3	0.25	0.50	46.94	20.96	45%
B3 – B4	0.30	0.50	76.32	31.37	41%
B4 – B5	0.30	0.50	76.32	36.10	47%
B5 – B6	0.30	0.50	76.32	45.61	60%
B6 – B7	0.40	0.50	164.37	50.15	31%
B8 – B7	0.25	0.50	46.94	11.37	24%
B7 – B9	0.40	0.50	164.37	60.42	37%
B9 – B10	0.40	0.50	164.37	60.29	37%
B10 – PP1	0.40	0.50	164.37	60.21	37%

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

3.6 Dimensionamento Manufatto Disoleatore/Dissabbiatore

Per le reti di raccolta delle acque meteoriche delle pavimentazioni soggette a traffico veicolare, a monte dello smaltimento terminale su suolo, si prevede il trattamento delle acque meteoriche mediante un manufatto dissabbiatore e disoleatore.

Per la scelta e il dimensionamento del dispositivo di separazione degli oli si è fatto riferimento alla norma UNI EN 858-2 "Impianti di separazione per liquidi leggeri (ad esempio benzina e petrolio) – scelta delle dimensioni nominali, installazione esercizio e manutenzione" – giugno 2004.

In particolare, in base a detta norma si è optato per l'installazione di separatori di classe I, che forniscono un grado di separazione superiore a quelli di classe II, a maggiore garanzia per lo scarico terminale su suolo.

I dispositivi risultano costituiti da manufatti pref. monoblocco, generalmente in c.a. ma esistono in commercio anche in materiale plastico, dotati di un comparto di dissabbiatura, per la decantazione e l'accumulo delle sabbie e in generale del materiale sedimentabile sul fondo, e di un comparto per la flottazione degli oli e delle sostanze in sospensione, in superficie. Il manufatto sarà dotato di scarico con otturatore automatico in uscita e filtro a coalescenza per intrappolare anche le particelle più fini di olio. Entrambi i comparti risultano dotati, in ingresso e in uscita, di deflettori interni, generalmente in acciaio inox o pvc, con funzione di frangi flusso e risultano ispezionabili dalla sommità mediante aperture protette da chiusini in ghisa, a norma UNI EN 124, classe D400.

Nella Figura 5 si riporta un esempio di manufatto dissabbiatore-disoleatore con pacchi lamellari pref. in c.a., disponibile in commercio.

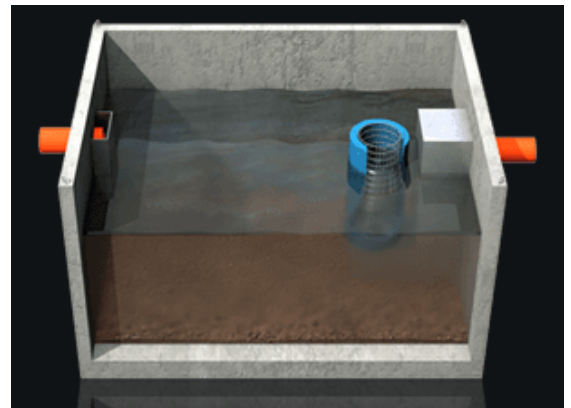
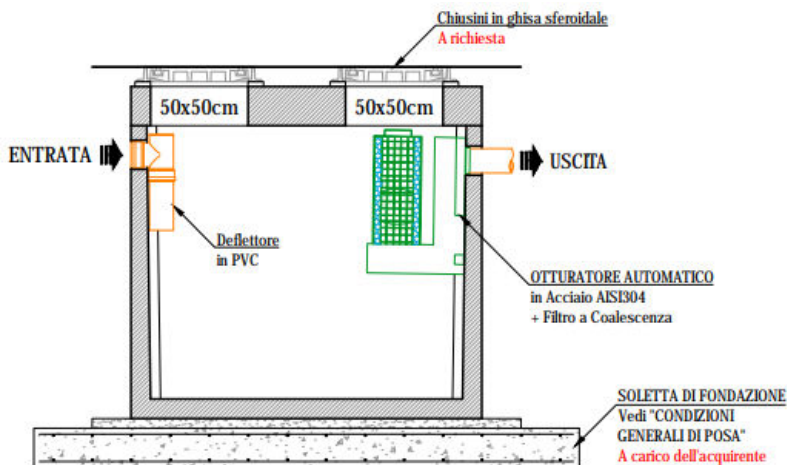


Figura 5 – Esempio di manufatto dissabbiatore – disoleatore con filtro a coalescenza, disponibile in commercio.

Per il dimensionamento del separatore si è fatto riferimento alla formula contenuta nella citata norma (punto 4.3.1), ottenendo dei valori di NS (dimensione nominale del separatore) pari a:

- **20 l/s** per la Linea Piazzali 1 (PP3);
- **30 l/s** per la Linea Piazzali 2 (PP2);
- **20 l/s** per la Linea stradale pubblica (PP1);

Per la definizione della portata meteorica da trattare è stata applicata la formula indicata dalla norma di riferimento (punto 4.3.5), adottando, rispettivamente:

- per la portata minima da trattare: una portata specifica di circa 55 l/s ha (corrispondente ad un'intensità di precipitazione di 20 mm/ora), mutuata dalla definizione di portata delle acque di prima pioggia.

Tale portata di trattamento rappresenta una frazione iniziale delle portate di piena meteoriche attese, a maggior rischio di dilavamento di potenziali inquinanti.

Il separatore risulta, infatti, provvisto di linea di by-pass, a protezione della rete meteorica allacciata a monte, la cui attivazione è prevista in caso di portate meteoriche superiori alla portata di dimensionamento del dispositivo.

Secondo quanto previsto dalla stessa norma UNI (punto 4.2.2), infatti, in casi in cui è improbabile che si verifichi una significativa contaminazione da idrocarburi in condizioni di elevata piovosità, è possibile prevedere l'installazione di separatori by-pass, che consentono il passaggio di una portata eccedente la portata massima ammissibile, mediante formazione di una linea di by-pass che oltrepassa il separatore.

Tale accorgimento consente di non sovraccaricare il sistema stesso di separazione e, al contempo, protegge la rete fognaria a monte da possibili insufficienze idrauliche, in caso di portate meteoriche eccedenti le portate nominali di dimensionamento del dispositivo di trattamento.

4 Misure di Invarianza Idraulica e Idrologica

Ai sensi dell'Allegato A alla DGR. N.2948 del 06 ottobre 2009 della Regione Veneto – “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici – Modalità operative e indicazioni tecniche” - nel presente capitolo si procede al dimensionamento delle opere necessarie a garantire l'invarianza idraulica e idrologica delle opere progettate.

Tale principio impone che sia le portate che i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle, non siano maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione.

Nel caso specifico, andando ad impermeabilizzare un terreno incolto a prato, occorre dotare la rete fognaria meteorica di progetto di un sistema terminale di stoccaggio ed infiltrazione, che fornisca un volume di invaso sufficiente a contenere il volume meteorico in eccesso, rispetto alla capacità disperdente del terreno.

Stante la medio/bassa permeabilità del terreno disponibile in sito e l'assenza di eventuali vincoli di natura idrogeologica, si è optato quindi per la formazione di quattro distinti bacini di laminazione e dispersione (PP1, PP2, PP3, PP4), ciascuno costituito da una batteria di pozzi perdenti pref. ad anelli interconnessi, alloggiati in una trincea di scavo.

4.1 Indicazioni operative

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene.

In relazione all'applicazione del principio di invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato da analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità pluviometrica per durate di precipitazioni corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare.

Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a **50 anni**.

I metodi per il calcolo delle portate di piena potranno essere di tipo concettuale ovvero modelli matematici. Tra i molti modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflusso disponibili in letteratura si può fare riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- Il Metodo Razionale
- Il Metodo Curve Numbers (SCS)
- Il Metodo dell'Invaso

Per caso indagato si è proceduto con il Metodo Razionale.

Occorre inoltre individuare la classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici richiedenti misure di invarianza idraulica e idrologica, per definirne i criteri da adottare per la verifica degli stessi.

Tale classificazione presente nell'Allegato A alla DGR n. 2948 precedentemente citato è riportata in Tabella 11.

Tabella 11 – Classificazione interventi “Allegato A alla DGR. N. 2948”

CLASSE D'INTERVENTO	DEFINIZIONE
Trascurabile impermeabilizzazione	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; intervento su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0.3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp < 0.3$

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

Il caso in esame ricade nella classe d'intervento “significativa impermeabilizzazione potenziale”, dunque andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

*“In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge, in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi d'invaso per la laminazione **di almeno il 50% degli aumenti di portata**”*

*Nel caso specifico avendo un terreno con medio/bassa capacità d'infiltrazione e mancando il ricettore, **si è optato per lo smaltimento dell'intero contributo meteorico su suolo** e negli strati superficiali del sottosuolo, dimensionando i manufatti di laminazione e dispersione nel capitolo successivo secondo le indicazioni operative presenti nella norma citata.*

4.2 Dimensionamento pozzi perdenti

Per la verifica idraulica dei bacini di laminazione ed infiltrazione al servizio dell'ampliamento del centro commerciale Carrefour, è stato fatto riferimento alla seguente equazione di continuità, valutata per eventi meteorici di differente durata t:

$$V_A = V_E - V_I \quad (16)$$

dove:

$V_A(t)$ è il volume d'acqua da accumulare all'interno del dispositivo di infiltrazione e stoccaggio;

$V_E(t)$ è il volume d'acqua meteorica affluente al dispositivo di infiltrazione e stoccaggio;

$V_I(t)$ è il volume d'acqua infiltrato nel terreno all'istante t a partire dall'inizio della pioggia.

Il secondo membro dell'equazione (16) presenta un massimo in funzione di t; il dimensionamento del sistema di infiltrazione e stoccaggio previsto, si ottiene semplicemente individuando tale massimo, calcolando la citata relazione per differenti durate di pioggia, superiori all'ora.

Nel caso specifico, per il dimensionamento del massimo volume di accumulo del bacino di stoccaggio ed infiltrazione, si è fatto riferimento ad una precipitazione intensa associata ad un tempo di ritorno di **50 anni** della durata superiore all'ora (Tabella 3), *così come richiesto dalla DGR n. 2948 del 06 ottobre 2009 – Allegato A della Regione Veneto.*

Il volume d'acqua complessivamente affluente al dispositivo di infiltrazione e stoccaggio di progetto può essere calcolato con la seguente formula, a fronte dell'ipotesi di diverse durate di pioggia t.

$$V_e(t) = A_{TOT} \cdot \phi_m \cdot a(T_{50})^{n(T_{50})} \quad (17)$$

Il volume infiltrato all'istante t nel terreno attraverso il fondo della struttura di accumulo è dato dalla seguente espressione:

$$V_I = K \cdot S_d \cdot t \quad (16)$$

dove:

K è il coeff. di permeabilità del terreno, tenendo conto dei risultati della prova di permeabilità eseguita nell'area (§ 2.2) tale valore è pari a **4.09 x 10⁻⁵ m/s**, corrispondente ad una medio-bassa permeabilità del terreno

S_d è la superficie disperdente dei pozzi profondi, data dalla relativa sup. laterale e di base della trincea prevista

Il volume invasabile è dato dalla seguente relazione:

$$V_A = n \cdot \pi \cdot r^2 \cdot H + 0.4 \cdot V_c \quad (17)$$

dove il primo membro è il volume invasabile all'interno degli n pozzi previsti, di raggio r e profondità H, mentre il secondo membro rappresenta il volume d'acqua accumulabile all'interno del volume del vano di scavo, in cui verranno alloggiati i pozzi perdenti, riempito con materiale drenante, essendo V_c il

volume dello scavo complessivo (a meno del volume dei pozzi) e 0.40 la porosità minima del materiale di riempimento.

Nel calcolo del volume invasabile si sono del tutto trascurate le potenzialità di invaso date dal bacino e dalla rete, vale a dire i potenziali accumuli all'interno dei piccoli invasi superficiali e dei condotti di raccolta delle acque meteoriche, oltre che dei manufatti di trattamento previsti (manufatti dissabbiatori / disoleatori).

Al variare della durata di pioggia, quindi, è stato possibile individuare, per ogni evento meteorico indagato, il volume di invaso complessivo richiesto, in funzione della portata in ingresso e della frazione smaltita su suolo, riportato per ciascun campo pozzi nelle seguenti Tabella 12, Tabella 13 e Tabella 14. Il valore massimo ottenuto rappresenta il volume di invaso utile complessivo di progetto del bacino terminale di invaso delle acque meteoriche previsto.

Nel caso specifico, si ottiene un massimo volume complessivo di invaso V_a rispettivamente:

- **campo pozzi perdenti 1 (PP1)** – A_{IMP} 2'250 mq (Tabella 12): di 92 m³, tale volume viene, di fatto, garantito dal sistema di invaso e dispersione stesso costituito da **n. 8 pozzi** perdenti ad anelli, del diametro \varnothing 200 cm di altezza totale di 4.70 m, di cui 3.00 m considerati utili ai fini della dispersione, alloggiati in una trincea di scavo riempita con materiale inerte tipo ghiaia e borlanti, pezzatura maggiore di 6 cm, 0.40 di porosità – corrispondente ad un volume di invaso disponibile di quasi **135.00 m³**.
- **campo pozzi perdenti 2 (PP2)** - A_{IMP} 15'608 mq (Tabella 13): di 831.00 m³, tale volume viene, di fatto, garantito dal sistema di invaso e dispersione stesso costituito da **n. 38 pozzi** perdenti ad anelli, del diametro \varnothing 200 cm di altezza totale di 5.00 m, di cui 3.30 m considerati utili ai fini della dispersione, alloggiati in una trincea di scavo riempita con materiale inerte tipo ghiaia e borlanti, pezzatura maggiore di 6 cm, 0.40 di porosità – corrispondente ad un volume di invaso disponibile di quasi **955.00 m³**.
- **campo pozzi perdenti 3 (PP3)** - A_{IMP} 4'474 mq (Tabella 14): di quasi 242.00 m³, tale volume viene, di fatto, garantito dal sistema di invaso e dispersione stesso costituito da **n. 12 pozzi** perdenti ad anelli, del diametro \varnothing 200 cm di altezza totale di 5.00 m, di cui 3.20 m considerati utili ai fini della dispersione, alloggiati in una trincea di scavo riempita con materiale inerte tipo ghiaia e borlanti, pezzatura maggiore di 6 cm, 0.40 di porosità – corrispondente ad un volume di invaso disponibile di **245.00 m³**.
- **campo pozzi perdenti 4 (PP4)** - A_{IMP} 360 mq (Tabella 14): di quasi 13.00 m³, tale volume viene, di fatto, garantito dal sistema di invaso e dispersione stesso costituito da **n. 2 pozzi** perdenti ad anelli, del diametro \varnothing 200 cm di altezza totale di 3.25 m, di cui 2.00 m considerati utili ai fini della dispersione, alloggiati in una trincea di scavo riempita con materiale inerte tipo ghiaia e borlanti, pezzatura maggiore di 6 cm, 0.40 di porosità – corrispondente ad un volume di invaso disponibile di **22.00 m³**.

Complessivamente l'intervento di ampliamento di progetto è stato dotato di un volume di invaso di **1'357 m³** per una superficie impermeabile drenata totale di circa 22'690 m², superiore al volume di 1'320 m³ richiesto dal Consorzio di Bonifica territorialmente competente, come anticipato in premessa, ovvero corrispondente ad un invaso specifico di 600 m³ per ettaro di superficie impermeabile drenata.

Tabella 12 – Volume di invaso necessario per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI)– campo pozzi perdenti PP1.

Durata di pioggia t (ore)	Volume Meteorico V_E (m ³)	Volume infiltrato V_I (m ³)	Volume invaso V_A (m ³)
1.00	126.86	34.45	92.40
2.00	160.95	68.91	92.04
3.00	184.99	103.36	81.63
4.00	204.20	137.82	66.38
5.00	220.46	172.27	48.19
6.00	234.71	206.72	27.98
7.00	247.47	241.18	6.29
8.00	259.08	275.63	-
9.00	269.77	310.09	-
10.00	279.71	344.54	-
11.00	289.02	379.00	-
12.00	297.78	413.45	-

Tabella 13 - Volume di invaso necessario per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI)– campo pozzi perdenti PP2.

Durata di pioggia t (ore)	Volume Meteorico V_E (m ³)	Volume infiltrato V_I (m ³)	Volume invaso V_A (m ³)
1.00	880.00	150.79	729.21
2.00	1116.50	301.58	814.92
3.00	1283.30	452.37	830.93
4.00	1416.55	603.15	813.39
5.00	1529.36	753.94	775.42
6.00	1628.17	904.73	723.44
7.00	1716.68	1055.52	661.16
8.00	1797.23	1206.31	590.93
9.00	1871.42	1357.10	514.32
10.00	1940.37	1507.88	432.48
11.00	2004.92	1658.67	346.25
12.00	2065.73	1809.46	256.27
13.00	2123.30	1960.25	163.05
14.00	2178.03	2111.04	66.99
15.00	2230.25	2261.83	-
16.00	2280.23	2412.62	-
17.00	2328.20	2563.40	-
18.00	2374.35	2714.19	-
19.00	2418.84	2864.98	-
20.00	2461.82	3015.77	-

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

Tabella 14 – Volume di invaso necessario per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI)– **campo pozzi perdenti PP3.**

Durata di pioggia t (ore)	Volume Meteorico V_E (m ³)	Volume infiltrato V_I (m ³)	Volume invaso V_A (m ³)
1.00	252.24	42.05	210.19
2.00	320.03	84.10	235.92
3.00	367.84	126.16	241.68
4.00	406.03	168.21	237.82
5.00	438.37	210.26	228.11
6.00	466.69	252.31	214.38
7.00	492.06	294.36	197.70
8.00	515.15	336.41	178.73
9.00	536.41	378.47	157.95
10.00	556.17	420.52	135.66
11.00	574.68	462.57	112.11
12.00	592.11	504.62	87.49

Tabella 15 – Volume di invaso necessario per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'ampliamento in Comune di Thiene (VI)– **campo pozzi perdenti PP4.**

Durata di pioggia t (ore)	Volume Meteorico V_E (m ³)	Volume infiltrato V_I (m ³)	Volume invaso V_A (m ³)
1.00	20.30	7.95	12.35
2.00	25.75	15.90	9.85
3.00	29.60	23.85	5.75
4.00	32.67	31.80	0.87
5.00	35.27	39.75	-
6.00	37.55	47.71	-

Il Progettista

Pastori Aldo

iscr. Collegio dei Periti Industriali della Provincia di Milano e Lodi al n° 5338

4.3 Ulteriore verifica volumi

Come anticipato nel paragrafo § 4.1 “*le misure compensative andranno di norma individuate in volumi d’invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata*”.

Questo vuol dire che è necessario effettuare un'ulteriore verifica sul volume di stoccaggio e infiltrazione dimensionato precedentemente. In particolare, occorre garantire che tale volume di invaso sia maggiore o uguale al 50% del volume che deriva dalla differenza tra gli idrogrammi di piena relativi all'area in oggetto, prima e dopo l'intervento previsto, ovvero prima dell'impermeabilizzazione del terreno naturale.

Per procedere a detta verifica si è utilizzato il Software di calcolo *Urbis* col quale sono stati ricostruiti lo ietogramma meteorico sollecitante e i corrispondenti idrogrammi di portata di piena, calcolati per l'area indagata nella condizione ante edificazione (area verde) e nella condizione post edificazione (progetto ampliamento).

I dati in ingresso nel codice di calcolo sono stati i parametri della formula monomia della curva di possibilità pluviometrica di Thiene per un tempo di ritorno di 50 anni (Tabella 3), l'area d'intervento (25'813 m²) e i coefficienti di afflusso prima e dopo l'impermeabilizzazione. Come indicato dalla norma di riferimento il coefficiente per un'area a verde è 0.20 mentre quello individuato alla realizzazione delle opere di progetto risulta uguale a 0.88. Per procedere al calcolo è stato necessario scegliere anche l'intervallo di registrazione dati, la tipologia dello ietogramma di progetto e il metodo per la determinazione dell'IUH.

Di seguito, nella Figura 6 si riporta il risultato restituito dal codice di calcolo.

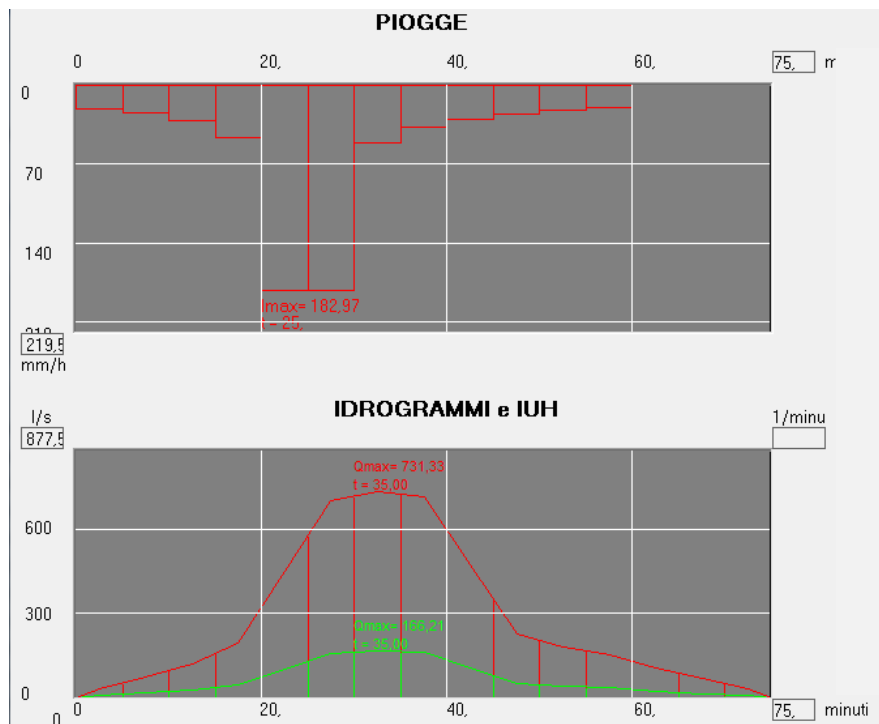


Figura 6 – Ietogramma sollecitante e Idrogrammi di piena esportati dal programma di calcolo “Urbis”

Il 50% della differenza dei volumi tra le due configurazioni analizzate risulta essere circa 495 m³, e dunque, il sistema di stoccaggio e infiltrazione di progetto, pari complessivamente ad un volume di invaso di 1'357 m³ risulta opportunamente dimensionato e verificato.

ALLEGATI

Tavola grafica Id005 – Reti acque meteoriche

Tavola grafica Id006 – Profili e particolari acque meteoriche

Milano, li 17-11-2019

Dott. Ing. Elena Arlati