

COMUNE DI VIGNATE

CITTA' METROPOLITANA DI MILANO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE Ambito AP2 (ex PII5) del P.G.T. VIA LODI

Proprietà : A.L.E. IMMOBILIARE s.r.l

Fascicolo 8

Valutazione di compatibilità idraulica

La Proprietà

Firmato digitalmente

Il Progettista

Firmato digitalmente

Giugno 2018



studio associato

Via Giorgio e Guido Paglia, n° 21 – 24122 BERGAMO – e-mail: bergamo@eurogeo.net
Tel. +39 035 248689 – Fax +39 035 271216

REL.1-04/06/18

A.L.E. IMMOBILIARE S.R.L.

Via Nirone, 2/A – Milano



PIANO DI LOTTIZZAZIONE AMBITO AP2 EX PII 5 DEL PGT VIA LODI VIGNATE (MI)

***Sistema di recupero acque di pioggia per garantire l'invarianza
idraulica e idrologica***

Bergamo, 4 giugno 2018



Sommario

1. PREMESSA E INTRODUZIONE	3
2. SUPERFICI IMPERMEABILI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO	4
2.1 Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale	4
3. APPLICAZIONE RR4/2006	6
3.1 Dimensionamento sistema di trattamento acque provenienti dai piazzali.	7
4. DESCRIZIONE RETI FOGNARIE	9
5. PIOGGE DI PROGETTO	10
6. PROCESSI DI INFILTRAZIONE	12
6.1 Permeabilità	13
7. VERIFICA SISTEMA DI LAMINAZIONE-DISPERSIONE	14
7.1 Prestazioni del sistema di smaltimento sul suolo	14
7.2 Calcolo portata dispersione trincee	15
7.3 Verifica volumi di accumulo	16

Allegati

1. Schema separatore di olio e dissabbiatore;
2. Calcolo della curva di possibilità pluviometrica T50 e T100 (Arpa Lombardia).



1. PREMESSA E INTRODUZIONE

La presente relazione concerne le verifiche di invarianza idraulica del nuovo insediamento edilizio previsto presso il piano di lottizzazione AMBITO AP2 EX PII5 DEL PGT via Lodi a Vignate (MI).

Le acque reflue domestiche verranno recapitate nella fognatura Comunale di via Lodi.

Le acque provenienti dai piazzali verranno recapitate nella trincea drenante previa dissabbiatura e disoleatura con appositi sistemi di trattamento.

Le acque meteoriche di tutte le superfici (tetti e piazzali) sono previste con recapito in trincea di dispersione sul suolo; non si avranno apporti meteorici dal sito all'esterno.

In particolare, nella presente relazione:

- si valuta l'applicazione del Regolamento Regionale 4/2006;
- si descrivono le reti;
- si verifica il sistema di infiltrazione delle acque meteoriche garantendo pertanto il rispetto della LR 4/2016.

In riferimento alla LR 4/2016, l'intervento concerne una "nuova costruzione, compresi gli ampliamenti" - art. 3 comma 2 punto a) del Regolamento Regionale di cui alla Deliberazione n° X/6829 del 30/6/2017 (d'ora in poi RR).

Le misure di invarianza idraulica ed idrologica, rispetto alla situazione naturale, verranno applicate alla intera superficie interessata dall'intervento, pari a 8.787 m².

Il territorio comunale ricade in area A di cui all'art. 7 comma 3 punto a) aree A, ovvero alta criticità idraulica, aree che comprendono i territori dei Comuni elencati nell'allegato C del RR.

Lo svuotamento degli invasi avverrà secondo quanto indicato dall'art. 11 comma 2 lettere e) e f).

Il tempo di ritorno delle opere per garantire l'invarianza, come previsto dall'art. 11 comma 2 del RR, è 50 anni per il dimensionamento e 100 anni per la verifica dei franchi di sicurezza.



2. SUPERFICI IMPERMEABILI E COEFFICIENTI DI DEFLUSSO

La superficie del lotto a meno delle aree espropriate per strada comunale ecc. è pari a 8.787 m².

Di questi:

- 949 m² diverranno aree verdi le cui acque meteoriche che vi recapitano verranno scaricate nella trincea drenante;
- 7.838 m² sono ricavati dalla differenza della superficie complessiva del lotto e la superficie verde e sono il complessivo delle aree impermeabili;
- 4.709 m² sono superfici massime dei tetti che si andranno ad edificare, le cui acque di pioggia andranno direttamente nella trincea drenante;
- 3.129 m² sono relativi a pavimentazioni e piazzali le cui acque meteoriche che vi recapitano verranno smaltite nel nuovo sistema di dispersione previo trattamento di dissabbiatura e disoleatura in continuo.

2.1 Calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale

In base all' art. 11 della RR punto d, i coefficienti da utilizzare per il calcolo del coefficiente di deflusso sono:

- $f_i = 1$ per superfici impermeabili;
- $f_i = 0,7$ per pavimentazioni drenanti;
- $f_i = 0,3$ per aree verdi.

Applicando i coefficienti alle nostre aree avremo:

- superficie verde $949 \text{ m}^2 * 0,3 = 284,7 \text{ m}^2$
- superficie impermeabile $7838 \text{ m}^2 * 1 = 7.838 \text{ m}^2$

Totale superficie impermeabile equivalente = 8122,7 m²



Foto 1: Ubicazione dell'area di intervento.



3. APPLICAZIONE RR4/2006

Le attività previste nel nuovo insediamento produttivo non rientrano nelle seguenti tipologie (art. 3 comma 1 lettera a RR4/2006) di attività:

- 1) industria petrolifera;
- 2) industria chimica;
- 3) trattamento e rivestimento metalli;
- 4) concia e tintura pelli e cuoio;
- 5) produzione pasta carta, carta e cartone;
- 6) produzione pneumatici;
- 7) aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio fibre tessili;
- 8) produzione calcestruzzo;
- 9) aree intermodali;
- 10) autofficine;
- 11) carrozzerie.

Non vi vengono svolte attività di deposito di rifiuti, centro di raccolta e trasformazione rifiuti, deposito di rottami e di veicoli destinati alla demolizione (art. 3 comma 1 lettera b RR4/2006).

Non si effettua carico e distribuzione carburanti (art. 3 comma 1 lettera c RR4/2006).

Non si effettua il deposito, il carico, lo scarico, il travaso e la movimentazione in genere di sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/2006 (art. 3 comma 1 lettera d RR4/2006).

Attualmente con le conoscenze sulle attività che prenderanno spazio all'interno degli insediamento non rientrano pertanto nella disciplina del RR 4/2006.

N.B. Se Taluni spazi saranno insediati da attività di cui all'elenco sopra riportato, sarà da prevedere una vasca di prima pioggia riferita alle superfici eventualmente occupate da tali ditte che intercetti una portata pari a 5 mm/m² che sarà da pompare in fognatura nera.

Considerato che lo smaltimento delle acque meteoriche avverrà tramite trincee di infiltrazione sul suolo e che potranno aversi sulle strade polveri e solidi da usura



pneumatici e perdite da automezzi di carburanti e lubrificanti, si prevede di trattare le acque provenienti dai piazzali con un processo di dissabbiatura-disoleatura UNI EN 858 classe I, prima di immettere tali acque nella trincea drenante.

Gli scarichi degli insediamenti civili, quelli ad essi assimilabili e quelli produttivi sono disciplinati dal D.L. n° 152/06 e successive modifiche.

La legge prevede incombenze diversificate a seconda della tipologia di recapito e fissa il limite massimo della concentrazione di idrocarburi totali in 5 mg/l (per emissione in acque superficiali) e 10 mg/l (per emissione in fognatura) (Tab.3 All.5).

Materia di realizzazione, certificazione e dimensionamento dei separatori oli, il riferimento è la direttiva italiana UNI EN 858/I e II, atta a determinare le nozioni di grandezza nominale, efficacia, qualità, manutenzione, principi costruttivi e marcatura/certificazione.

Il 1° luglio 2013 è stato emanato il regolamento Eu 305/2011 (immediatamente cogente in tutti i Paesi membri EU senza bisogno di un decreto nazionale di recepimento) che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione.

I separatori oli dovranno essere accompagnati dalla “dichiarazione di prestazione” del produttore ove saranno indicati i requisiti e prestazioni dell'impianto e riportare la marcatura CE (Il tutto come indicato nel regolamento 305/2011 e nella norma UNI EN 858).

3.1 Dimensionamento sistema di trattamento acque provenienti dai piazzali.

La determinazione della grandezza nominale dei separatori (l/s) avviene in conformità a quanto previsto dalle norme DIN 1999 ed UNI EN 858, secondo la seguente formula di calcolo:

$$GN \text{ separatore oli} = Q_r \times F_d$$

In cui:

Q_r = portata in l/s, pari al prodotto della superficie scolante (in m^2) per il coefficiente di piovosità in l/($s \cdot m^2$). Tale coefficiente può essere pari a: 0.010, 0.015, 0.020 o 0.030.



In assenza di precise disposizioni si può usare il valore 0.015.

Fd = fattore di densità, dipendente dal tipo di liquido leggero (per stazioni di servizio Fd =1).

Nel caso in oggetto le superfici scolanti hanno una estensione di 3.129 m².

$$3.129 \text{ m}^2 \times 0.015 \text{ l/s/m}^2 = \text{GN } 65 \text{ l/s}$$

Lo schema del separatore di olio e dissabbiatore è allegato (Allegato 1).



4. DESCRIZIONE RETI FOGNARIE

Si riassumono le reti fognarie:

TABELLA 1: SCHEMA RETI FOGNARIE

denominazione	note
Rete meteorica tetti insediamento produttivo	I pluviali saranno collegati alle rete di convogliamento acque che andrà a scaricare direttamente nella trincea drenante.
Rete meteorica pavimentazioni e piazzali esterni	Concerne la rete di raccolta acque piovane dai piazzali. Si prevede la dissabbiatura-disoleatura in impianti UNI EN 858 classe I per intensità di pioggia di 30 mm/h prima della infiltrazione nel suolo tramite trincea drenante.
Rete meteoriche coperture	Diretta a sistema di dispersione sul suolo
Rete acque reflue domestiche	Raccoglie gli scarichi dei servizi igienici, delle docce e degli spogliatoi e recapita nella fognatura comunale di via Lodi.



5. PIOGGE DI PROGETTO

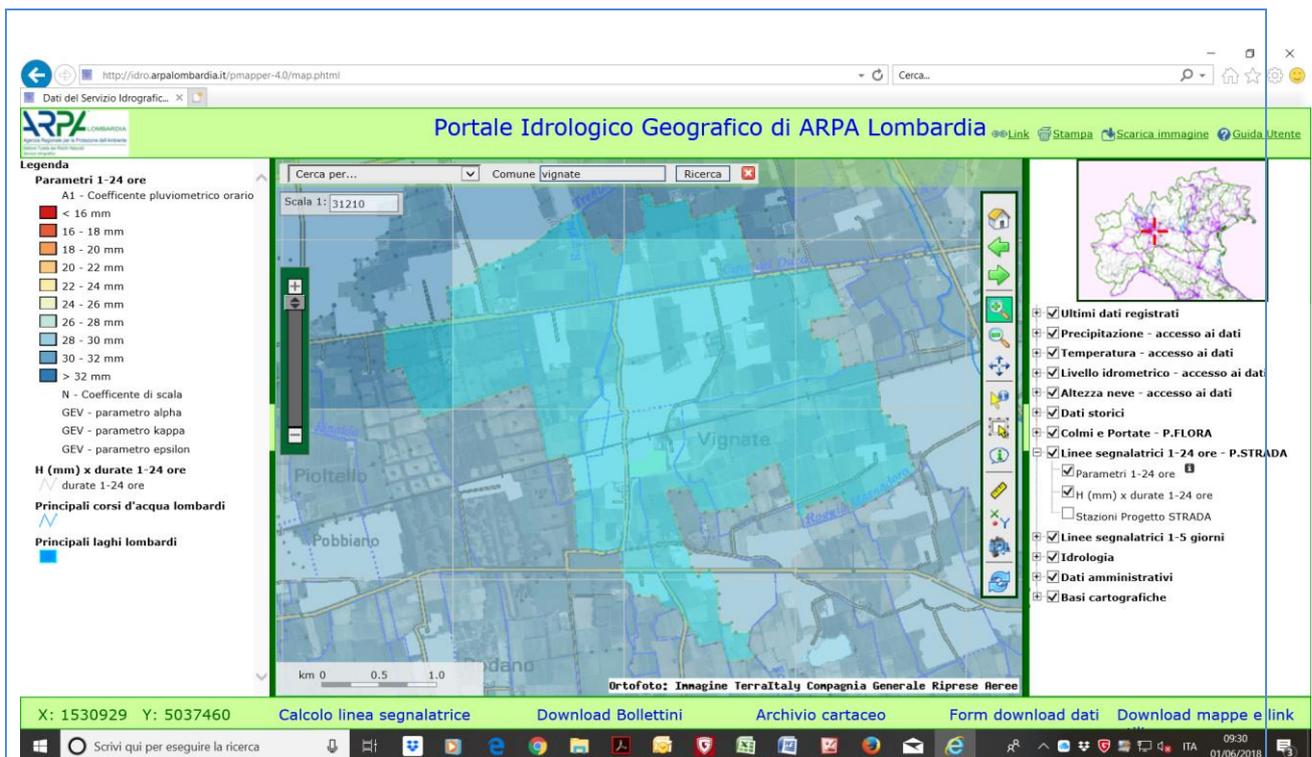
Le piogge intense sono caratterizzate da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica che consentono di determinare le altezze di pioggia per ogni durata di pioggia e per diversi tempi di ritorno T (numero di anni in cui mediamente viene superata l'altezza di pioggia alla relativa durata).

Tali curve hanno la seguente forma: $h_T(t) = a t^n$

dove:

- t = durata di pioggia;
- $h_T(t)$ = altezza di pioggia di durata "t" per il tempo di ritorno T in mm;
- a, n = parametri costanti della curva di possibilità pluviometrica (CPP) per il tempo di ritorno T.

Di seguito si riportano i dati relativi alla Curva di possibilità pluviometrica CPP del sito in esame forniti dal Portale Idrologico Geografico di Arpa Lombardia.



Formulazione analitica

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

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

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

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



I dati del portale ARPA consentono di determinare il parametro “a” della CPP come prodotto tra il parametro “a₁” ed il parametro “w_T”

Per il sito in esame il parametro “a₁” vale 29,88 mm/hⁿ mentre il parametro “w_T” vale:

- per T50: 2,05
- per T100: 2,29

Il parametro “n” fornito da ARPA è relativo a piogge di durata > 1 h; per durate di pioggia < 1 h, si considera n=0,5 come previsto dall'allegato G al RR di cui alla LR 4/2016.

Per T50 si hanno i seguenti valori di “a” e “n”:

- a = 61,1 mm/hⁿ
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,29 per durate di pioggia > 1 h.

Per T100 si hanno i seguenti valori di “a” e “n”:

- a = 68,3 mm/hⁿ
- n = 0,5 per durate di pioggia < 1 h
- n = 0,29 per durate di pioggia > 1 h.

In allegato sono riportate le elaborazioni ottenute con il foglio di calcolo di Arpa Lombardia (Allegato 2).



6. PROCESSI DI INFILTRAZIONE

Dalla Relazione Geologica REL.1-23/04/18, in particolare dai capitoli 3.3.2. e 3.4, si riscontra:

- da piano campagna fino ad una profondità compresa tra 1,50 e 2,10 metri, troviamo sabbia e ghiaia sciolta/poco addensata in matrice limosa e/o argillosa;
- da 1,50/2,10 metri fino a 4,50/5,40 metri, un banco di ghiaia e sabbia con ciottoli moderatamente addensato;
- a seguire e fino 8,70/9,30 metri troviamo ghiaia sabbiosa/ghiaia con sabbia a supporto clastico e/o di matrice sabbiosa, poco addensata;
- da 8,70/9,30 metri a fine prova, ghiaia con sabbia/ghiaia sabbiosa da moderatamente addensata ad addensata
- una soggiacenza della falda freatica di almeno 4 m.

Si hanno pertanto le condizioni per poter infiltrare l'afflusso meteorico al sito.

Tale soluzione non trova controindicazioni nella qualità delle acque meteoriche in quanto:

- il 65% proverranno dalle coperture, e da aree verdi;
- il 35% proverranno dai piazzali che verranno sottoposte a dissabbiatura-disoleatura UNI EN 858 classe I;

Non vi sono controindicazioni geotecniche in quanto la zona non è oggetto di occhi pollini e cavità sotterranee.

Si ritiene di poter perseguire l'intera infiltrazione delle acque meteoriche garantendo che il sito non rilasci apporti di acque meteoriche all'esterno.



6.1 Permeabilità

Dalla Relazione Geologica di cui sopra emerge che sono state effettuate delle prove di permeabilità raggiungendo dei valori di seguito riportati:

TABELLA 2: COEFFICIENTE DI PERMEABILITÀ

	TIPO DÌ PROVA	TRATTO DÌ PROVA	FALDA m	METODO	K cm/s	K m/s
S1K1	Lefranc	Da 2,5 a 3m	4,3	Carico variabile	$1,27E10^{-2}$	$1,27E10^{-4}$
S1K2	Lefranc	Da 3,9 a 4,5	4,3	Carico variabile	$8,99E10^{-3}$	$8,99E10^{-5}$

Ne consegue che il terreno del primo sottosuolo e fino ad una profondità di circa 4,5 metri ha buona capacità di drenaggio.

Si tratta di valori di gran lunga migliorativi rispetto a quanto riportato nell'allegato F del RR e comunque supportati da un' adeguato sistema di laminazione che andremo a descrivere nei passaggi successivi.

Si ritiene corretto utilizzare la media dei valori misurati pari a circa $1,1E10^{-4}$ m/s che espressa come nell'allegato F di RR diventa 396 mm/h.



7. VERIFICA SISTEMA DI LAMINAZIONE-DISPERSIONE

Per dispersione si intende la dispersione sul suolo mediante pozzi perdenti.

La progettazione-verifica di strutture di invaso e dispersione S.I.D. delle acque meteoriche si basa sulla applicazione della equazione di continuità alle precipitazioni di forte intensità definite dalle CPP:

$$V_A(t) = V_I(t) + V_S(t)$$

dove:

- $V_A(t)$ = volume di afflusso meteorico al SID cumulato al tempo t
- $V_I(t)$ = volume infiltrato/scaricato dal SID cumulato al tempo t
- $V_S(t)$ = volume di stoccaggio nel SID cumulato al tempo t

Per il presente dimensionamento si considera un tempo di ritorno di 50 anni.

Per un determinato tempo di ritorno degli eventi di precipitazione intensa, si può calcolare il volume di accumulo da garantire $V_S(t) = V_A(t) - V_I(t)$, calcolando:

- $V_A(t)$ come prodotto tra la superficie impermeabile del bacino scolante e l'altezza di pioggia dalla curva di possibilità pluviometrica corrispondente alla durata di pioggia t;
- $V_I(t)$ come prodotto tra la portata di infiltrazione/pompaggio in fognatura e la durata di pioggia t.

La funzione $V_S(t)$ ha un massimo; il sistema di invaso-laminazione dovrà pertanto garantire le portate di dispersione ed un volume di accumulo pari almeno a tale valore massimo.

7.1 Prestazioni del sistema di smaltimento sul suolo

Il sistema di smaltimento sul suolo è costituito da una serie di trincee tipo Rigofill realizzate con elementi componibili in Polipropilene PP <http://www.pozzolineutra.com/drenaggio-laminazione-rigofill/trincee-rigofill/>.

Si prevede una serie di trincee con elementi PP di larghezza 80 cm ed altezza 180 cm per una lunghezza complessiva di 200 m; il volume dei vuoti è pari al 96%.



La portata di dispersione di ogni trincea al massimo battente viene calcolata ipotizzando che la dispersione avvenga sul fondo della stessa e nella corona circolare intorno al perimetro che si estenda oltre esso per una lunghezza pari a metà del battente idrico nella trincea stessa.

La portata di dispersione Q_i , per ogni trincea, viene valutata con la seguente formula:

$$Q_i = S_d \times k$$

S_d = superficie disperdente;

k = permeabilità verticale non satura pari a $1,1 \times 10^{-4}$ m/s.

7.2 Calcolo portata dispersione trincee

permeabilità	0,00011	m/s
lunghezza dispersore	250	m
larghezza dispersore	0,8	m
altezza massimo riempimento	1,80	m
area efficace di dispersione al max battente	650	m ²
relativa portata dispersa	71,5	l/s
portata media dispersa sino a max battente	35,8	l/s

Ipotizzando di realizzare la trincea drenante con elementi componibili in materiale plastico e carrabili tipo RigoFill il loro posizionamento sarebbe in verticale uno sopra l'altro, per una lunghezza della trincea di 250 metri.

La trincea drenate sarà da coprire su tutti e quattro i lati con un telo tessuto non tessuto per proteggerla da futuri intasamenti, e coprire con ghiaia gli interspazi tra trincea e terreno naturale.

Tali moduli hanno una altezza di 60 cm che complessivamente farebbero 1,80 metri.

La trincea, se realizzata sotto i piazzali, sarà da mantenere ad una quota di -0,80 rispetto al piano dei piazzali carrabili.

La base di appoggio di tutto l'apparato sarà pertanto a $-0,80 - 1,80 = -2,60$ rispetto al piano dei piazzali.



Ammesso che i piazzali siano realizzati all'attuale quota di campagna la base della trincea è posizionato superiormente a circa 1,40 dal livello della falda.

7.3 Verifica volumi di accumulo

In riferimento alla superficie di 8.122,7 m², a fronte di una portata media dispersa sino al massimo riempimento di 71,5 l/s, si hanno i seguenti volumi di accumulo.

TABELLA 3: VOLUMI DI ACCUMULO T50

durata minuti	durata h	h pioggia mm	volume in m ³	volume out m ³	accumulo m ³	portata in l/s
15	0,25	30,6	248,1	32,2	216,0	275,7
30	0,50	43,2	350,9	64,4	286,6	195,0
45	0,75	52,9	429,8	96,5	333,3	159,2
60	1,00	61,1	496,3	128,7	367,6	137,9
75	1,25	65,2	529,5	160,9	368,6	117,7
90	1,50	68,7	558,2	193,1	365,2	103,4
105	1,75	71,9	583,7	225,2	358,5	92,7
120	2,00	74,7	606,8	257,4	349,4	84,3



TABELLA 4: VOLUMI DI ACCUMULO T100

durata minuti	durata h	h pioggia mm	volume in m ³	volume out m ³	accumulo m ³	portata in l/s
15	0,25	34,2	277,4	32,2	245,2	308,2
30	0,50	48,3	392,3	64,4	327,9	217,9
45	0,75	59,1	480,5	96,5	383,9	177,9
60	1,00	68,3	554,8	128,7	426,1	154,1
75	1,25	72,9	591,9	160,9	431,0	131,5
90	1,50	76,8	624,0	193,1	431,0	115,6
105	1,75	80,3	652,5	225,2	427,3	103,6
120	2,00	83,5	678,3	257,4	420,9	94,2

Il volume utile di accumulo è costituito da:

- $280 \times 0,8 \times 1,80 \times 0,96 = 387 \text{ m}^3$ da invaso interno alle trincee; verificato per T = 50 anni

Considerando i volumi dei condotti, le camerette e i volumi circostanti al dreno, si stima che avremo un franco di circa 50 m^3 di volume in più stoccabile.

Considerando tale franco andremo a coprire i volumi con Tr = 100 pari a 431 m^3

Dott. Geol. Massimo Elitropi

Dott. Ing. Giovanni Tonelli

Dott. Geol. Renato Caldarelli

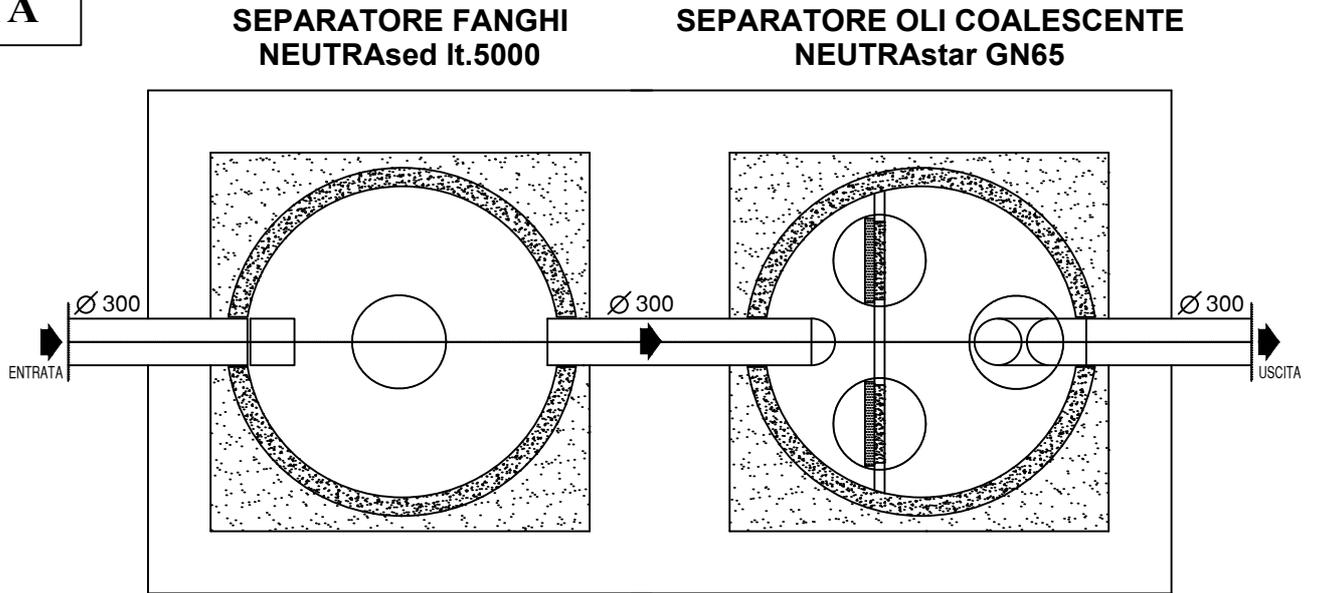
ALLEGATI

**SCHEMA SEPARATORE DI OLIO E
DISSABBIATORE**

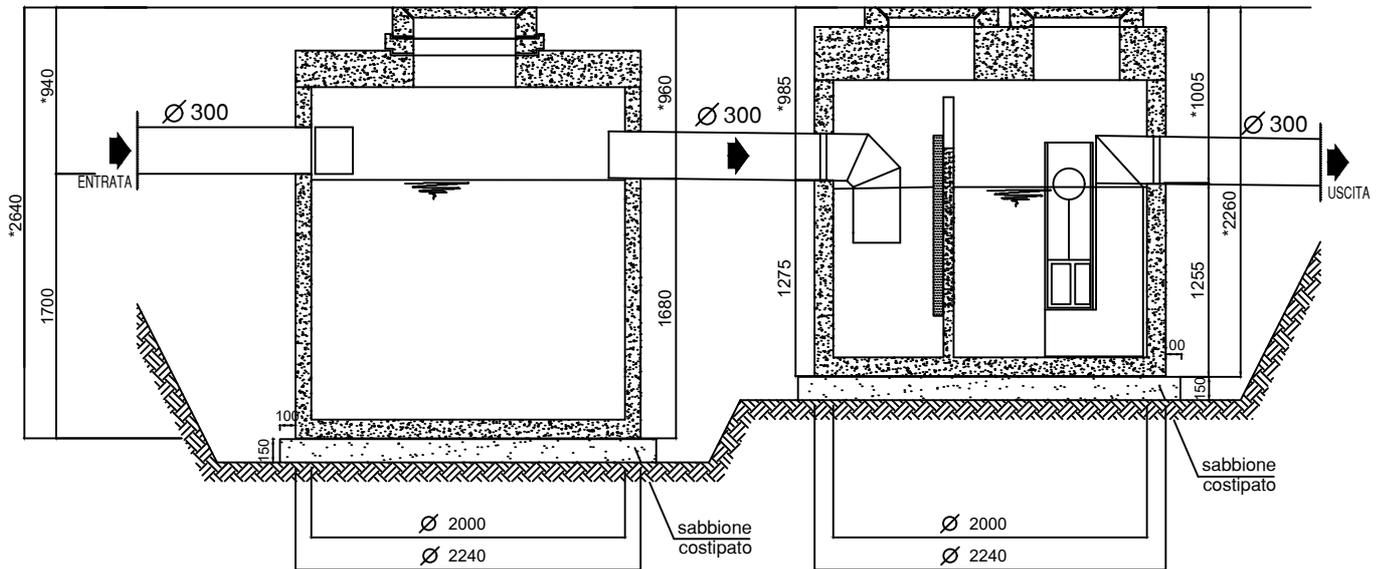
SEPARATORE FANGHI OLI COALESCENTE NEUTRAsed 5000 NEUTRAstar GN65

(TRATTAMENTO COSTANTE DI TUTTE LE ACQUE PIOVANE)

PIANTA



SEZIONE



CERTIFICAZIONE UNI EN 858 - Z - 54.8 - 251

ELEMENTO PIU' PESANTE DA SOLLEVARE

5130 Kg

*CHIUSINO D/400 - PER CHIUSINO B/125 DIMINUIRE DI 35 MM

LE VASCHE SONO DOTATE DI GOLFARI PER LA POSA

PER LO SCARICO ATTENERSI A TUTTE LE PRESCRIZIONI DI SICUREZZA

POZZOLI
DEPURAZIONE SRL

ANNOTAZIONI:

superficie sino a 4350 mq.

SCALA:

DATA:

TAV.:

var.

**CALCOLO DELLA CURVA DI
POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA
T50 E T100 (Arpa Lombardia)**

Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: VIGNATE
 Coordinate:

Linea segnatrice

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>
 A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29,8
 N - Coefficiente di scala 0,29
 GEV - parametro alpha 0,293
 GEV - parametro kappa -0,038
 GEV - parametro epsilon 0,818

Tempo di ritorno (anni)

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]
 Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

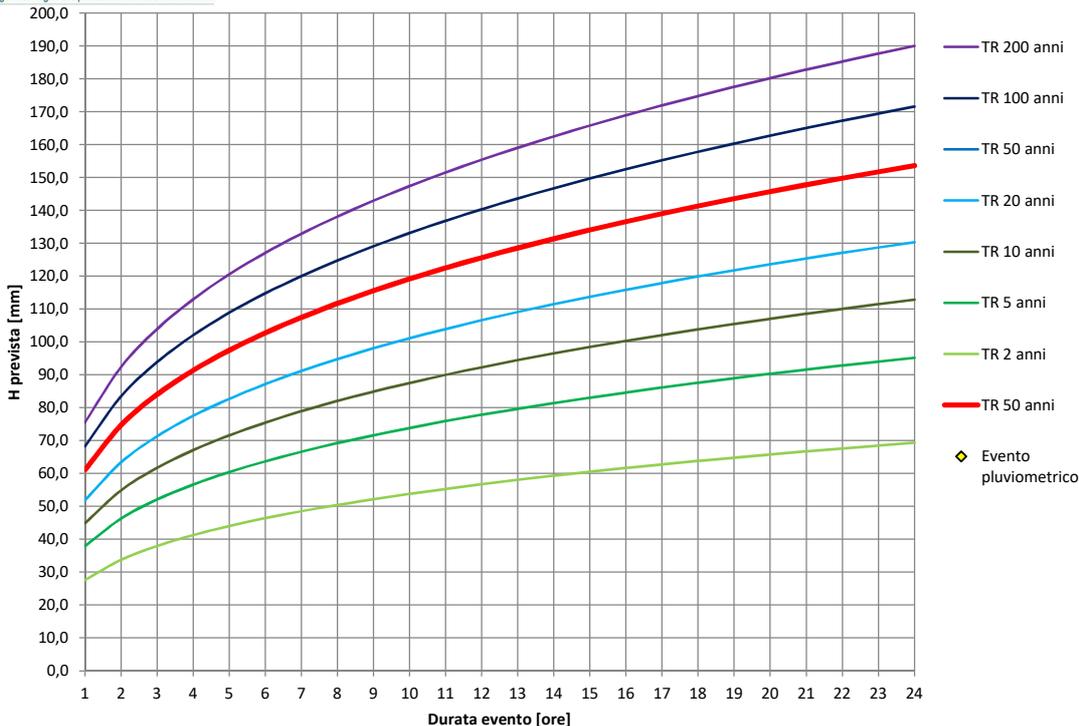
Bibliografia ARPA Lombardia:

<http://idro.arpalombardia.it/manual/Ispp.pdf>
http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,92614	1,27025	1,50637	1,73928	2,05038	2,29082	2,53683	2,05037545
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	27,6	37,9	44,9	51,8	61,1	68,3	75,6	61,1011883
2	33,7	46,3	54,9	63,4	74,7	83,5	92,4	74,7047738
3	38,0	52,1	61,7	71,3	84,0	93,9	104,0	84,0262187
4	41,3	56,6	67,1	77,5	91,3	102,0	113,0	91,3370654
5	44,0	60,4	71,6	82,7	97,4	108,9	120,6	97,4430699
6	46,4	63,6	75,5	87,1	102,7	114,8	127,1	102,733839
7	48,5	66,6	78,9	91,1	107,4	120,0	132,9	107,430621
8	50,4	69,2	82,0	94,7	111,7	124,8	138,2	111,672375
9	52,2	71,6	84,9	98,0	115,6	129,1	143,0	115,55267
10	53,8	73,8	87,5	101,1	119,1	133,1	147,4	119,137822
11	55,3	75,9	90,0	103,9	122,5	136,8	151,5	122,476717
12	56,7	77,8	92,3	106,5	125,6	140,3	155,4	125,60653
13	58,1	79,6	94,4	109,1	128,6	143,6	159,1	128,55626
14	59,3	81,4	96,5	111,4	131,3	146,8	162,5	131,349005
15	60,5	83,0	98,4	113,7	134,0	149,7	165,8	134,003494
16	61,7	84,6	100,3	115,8	136,5	152,5	168,9	136,535144
17	62,8	86,1	102,1	117,9	139,0	155,3	171,9	138,956813
18	63,8	87,5	103,8	119,8	141,3	157,8	174,8	141,279348
19	64,8	88,9	105,4	121,7	143,5	160,3	177,6	143,511995
20	65,8	90,2	107,0	123,6	145,7	162,7	180,2	145,6627
21	66,7	91,5	108,5	125,3	147,7	165,1	182,8	147,738353
22	67,6	92,8	110,0	127,0	149,7	167,3	185,3	149,744967
23	68,5	94,0	111,4	128,7	151,7	169,5	187,7	151,687827
24	69,4	95,1	112,8	130,3	153,6	171,6	190,0	153,571603

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica



Calcolo della linea segnatrice 1-24 ore

Località: VIGNATE

Coordinate:

Linea segnatrice

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

Tempo di ritorno (anni) 100

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 29,8

N - Coefficiente di scala 0,29

GEV - parametro alpha 0,293

GEV - parametro kappa -0,038

GEV - parametro epsilon 0,818

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

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

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

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

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

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

Tr	2	5	10	20	50	100	200	100
wT	0,92614	1,27025	1,50637	1,73928	2,05038	2,29082	2,53683	2,29082422
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 100 anni
1	27,6	37,9	44,9	51,8	61,1	68,3	75,6	68,2665617
2	33,7	46,3	54,9	63,4	74,7	83,5	92,4	83,4654479
3	38,0	52,1	61,7	71,3	84,0	93,9	104,0	93,8800244
4	41,3	56,6	67,1	77,5	91,3	102,0	113,0	102,048218
5	44,0	60,4	71,6	82,7	97,4	108,9	120,6	108,870278
6	46,4	63,6	75,5	87,1	102,7	114,8	127,1	114,781499
7	48,5	66,6	78,9	91,1	107,4	120,0	132,9	120,029076
8	50,4	69,2	82,0	94,7	111,7	124,8	138,2	124,768262
9	52,2	71,6	84,9	98,0	115,6	129,1	143,0	129,103601
10	53,8	73,8	87,5	101,1	119,1	133,1	147,4	133,109187
11	55,3	75,9	90,0	103,9	122,5	136,8	151,5	136,839635
12	56,7	77,8	92,3	106,5	125,6	140,3	155,4	140,336484
13	58,1	79,6	94,4	109,1	128,6	143,6	159,1	143,63213
14	59,3	81,4	96,5	111,4	131,3	146,8	162,5	146,752382
15	60,5	83,0	98,4	113,7	134,0	149,7	165,8	149,718165
16	61,7	84,6	100,3	115,8	136,5	152,5	168,9	152,546703
17	62,8	86,1	102,1	117,9	139,0	155,3	171,9	155,252362
18	63,8	87,5	103,8	119,8	141,3	157,8	174,8	157,847263
19	64,8	88,9	105,4	121,7	143,5	160,3	177,6	160,341733
20	65,8	90,2	107,0	123,6	145,7	162,7	180,2	162,744653
21	66,7	91,5	108,5	125,3	147,7	165,1	182,8	165,063719
22	67,6	92,8	110,0	127,0	149,7	167,3	185,3	167,30565
23	68,5	94,0	111,4	128,7	151,7	169,5	187,7	169,47635
24	69,4	95,1	112,8	130,3	153,6	171,6	190,0	171,581038

Linee segnatrici di probabilità pluviometrica

