

REGIONE PIEMONTE

CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

COMUNE DI LUSERNETTA

COMMITTENTE'

PONTEVECCHIO S.R.L.

PROGETTO

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO

**in zona D2 e limitrofe del P.R.G.C. VIGENTE E P.R.G.C. ADOTTATO
PER NUOVO STABILIMENTO PRODUTTIVO ACQUE MINERALI "PONTEVECCHIO S.R.L."**

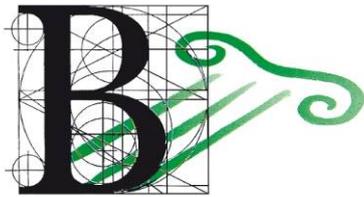
OGGETTO

RELAZIONE DI INVARIANZA IDRAULICA

DATA **12/2022**

INTEGRAZIONE 12/05/2023

ELAB. **E07_INT**



STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

STUDIO DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DOTT. ING.

CLAUDIO BADARIOTTI

VIA REGIS, 1 10064 PINEROLO -TO

Tel. 0121 397818 - Fax 0121 395009

E-MAIL badariotti@studiobadariotti.it

PEC claudio.badariotti@ingpec.eu

IL RICHIEDENTE

IL GEOLOGO



INDICE

1	ANALISI DI INVARIANZA IDRAULICA.....	2
1.1	PREMESSE	2
1.2	ANALISI IDROLOGICA	4
1.3	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE.....	9

1 ANALISI DI INVARIANZA IDRAULICA

1.1 PREMESSE

La presente analisi è finalizzata alla verifica delle caratteristiche idrologiche ed idrauliche dell'area di intervento, in particolare alla porzione che sarà interessata dalla prevista realizzazione delle strutture connesse al nuovo stabilimento produttivo acque minerali, al fine di poter garantire le condizioni di invarianza idraulica. Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione. Per invarianza idrologica, invece, si intende il principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricati dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelli preesistenti all'urbanizzazione. Il criterio dell'invarianza prevede pertanto che il deflusso risultante dal drenaggio di un'area debba rimanere invariato dopo una qualunque trasformazione d'uso del suolo all'interno dell'area stessa.

Ogni intervento che provoca impermeabilizzazione dei suoli ed aumento della velocità di corrivazione deve essere associato ad azioni correttive volte a mitigarne gli effetti; tali azioni sono da rilevare essenzialmente nella realizzazione di volumi di invaso finalizzati alla laminazione; se la laminazione è attuata in modo da mantenere inalterati i colmi di piena prima e dopo la trasformazione, si parla di invarianza idraulica delle trasformazioni di uso del suolo.

Di fatto l'unico modo per garantire l'invarianza delle trasformazioni urbanistiche consiste nel prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante una laminazione, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione d'uso del suolo da non urbanizzato a urbanizzato. Trasformando l'uso del suolo si realizza infatti una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi; nei terreni naturali i piccoli invasi sono costituiti dalle irregolarità della superficie e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua.

L'impermeabilizzazione delle superfici a seguito di un'urbanizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata). L'impermeabilizzazione del suolo, oltre a generare un rilevante aumento dei volumi di deflusso e delle relative portate al picco, complice anche la diminuzione dei tempi di corrivazione, aumenta l'aliquota del deflusso superficiale a spese dell'evaporazione e della ricarica delle falde.

Le misure finalizzate all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica sono, in ordine decrescente di priorità:

- il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni;
- l'infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del P.R.G.C.;
- lo scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con limiti di portata;
- lo scarico in fognatura, con limiti di portata.

Il sito produttivo si estende all'interno della Zona D2, che presenta una superficie complessiva di 20.724 m². Le superfici in progetto, all'interno della Zona D2, risultano essere così suddivise:

- Superfici impermeabili:

<i>Superfici impermeabili (Area cortile)</i>	<i>m²</i>
Pavimentazione cortile	7.865
Interrato	120
TOTALE	7.985

Tabella 1

<i>Superfici impermeabili (Fabbricato)</i>	<i>m²</i>
Fabbricato + Platee + Futuro magazzino	9.106
TOTALE	9.106

Tabella 2

- Superfici semipermeabili:

<i>Superfici semipermeabili (Fabbricato)</i>	<i>m²</i>
Tetto verde	2.089
Aiuola	80
TOTALE	2.169

Tabella 3

1.2 ANALISI IDROLOGICA

La previsione quantitativa delle piogge intense è stata effettuata attraverso la determinazione dell'equazione di possibilità pluviometrica, analizzando la relazione che intercorre tra l'altezza di precipitazione e la 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 comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a \cdot t^n$$

dove:

$h(t)$ = altezza di pioggia espressa in mm:

t = durata della pioggia espressa in ore;

a, n = coefficienti della curva di pioggia.

Per l'analisi di frequenza delle piogge intense, si è fatto riferimento a quanto riportato nell' "Atlante delle piogge intense in Piemonte – ARPA Piemonte (2015)". Tali parametri, che nella forma riportata nell'Atlante dell'ARPA Piemonte risultano indipendenti rispetto al tempo di ritorno, derivano da un'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette, attraverso un'interpolazione spaziale con il metodo di "Kriging" adottando un reticolo a maglia di 250x250 m. Oltre ai parametri "a" ed "n", è stato determinato anche il fattore moltiplicatore "KT" da adottare per il tempo di ritorno analizzato, pari a 50 anni. I valori significativi, relativi alla cella identificata, all'interno della quale ricade il lotto di intervento, sono elencati nelle immagini e nella tabella che seguono. *Figure 1, 2 e 3 e Tabella 4.*



Figura 1: cella di riferimento adottata (dati ARPA Piemonte).

Atlante piogge intense in Piemonte (GUMBEL)

Comune di Lusernetta (lat: 4962459.95 , lon: 361155.45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 27.21 n: 0.44



CSV Excel

Fattore di crescita KT

K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0.931	1.301	1.546	1.781	2.084	2.312	2.539

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni							
	2	5	10	20	50	100	200	
10 minuti	11.3	15.8	18.8	21.7	25.4	28.1	30.9	
20 minuti	15.5	21.7	25.8	29.7	34.8	38.6	42.4	
30 minuti	18.6	26	30.9	35.6	41.7	46.3	50.8	
1 ora	25.3	35.4	42.1	48.4	56.7	62.9	69.1	
3 ore	41.2	57.5	68.3	78.7	92.1	102.2	112.2	
6 ore	55.9	78.1	92.8	106.9	125.2	138.8	152.5	
12 ore	76	106.1	126.1	145.2	170	188.6	207.1	
24 ore	103.2	144.1	171.2	197.2	230.9	256.1	281.3	

Figura 2: valori relativi alle piogge di assegnato tempo di ritorno con distribuzione Gumbel (dati ARPA Piemonte).

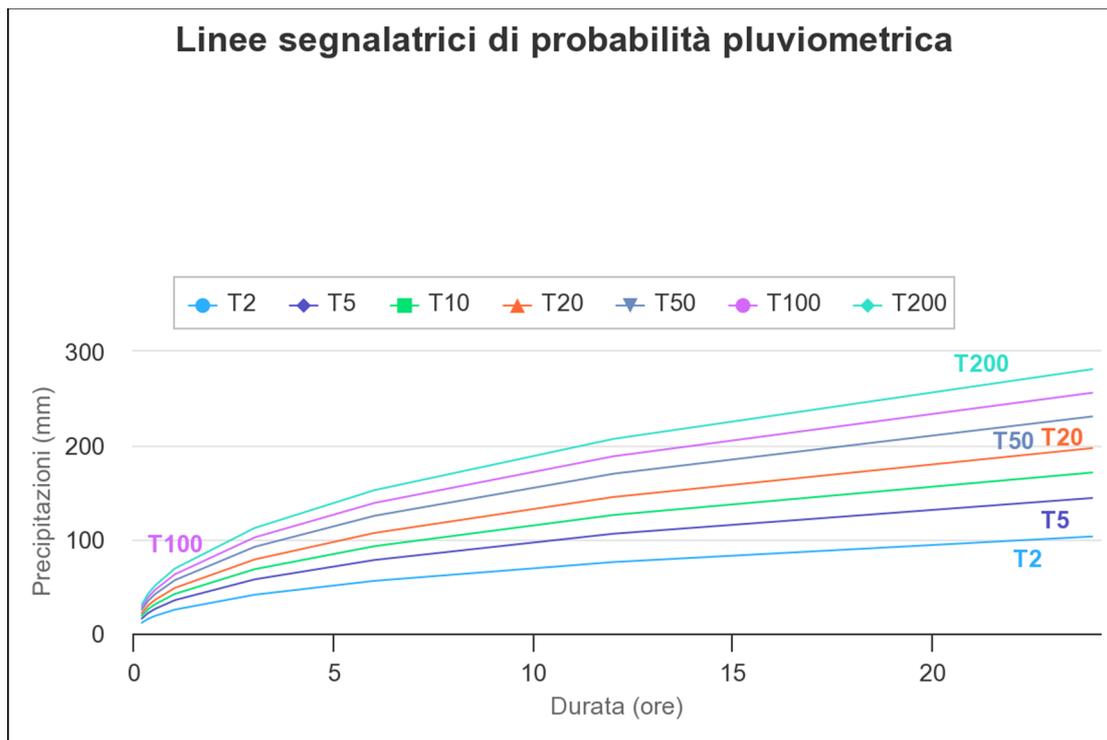


Figura 3: linee segnalatrici di probabilità pluviometrica con distribuzione Gumbel (dati ARPA Piemonte).

Cella ARPA Piemonte	Parametri a ed n		Fattore di crescita KT
Coordinate	a	n	50 anni
Lat: 4662459.95 Lon: 361155.45	27,21	0,44	2,084

Tabella 4: parametri della pioggia critica per la cella ARPA Piemonte sottesa al settore territoriale in esame.

Il tempo di corrivazione t_c può essere determinato considerando il percorso idraulico più lungo della rete di collettamento delle acque meteoriche fino alla sezione di chiusura. La valutazione del tempo di corrivazione comporta la conoscenza di due parametri fondamentali, il tempo di accesso alla rete t_a ed il tempo di rete t_r . Il primo rappresenta il tempo necessario alle gocce di pioggia per raggiungere il collettore più vicino, il secondo identifica il tempo di percorrenza all'interno della canalizzazione fino alla sezione di chiusura.

Per quanto riguarda il tempo di accesso alla rete, in funzione delle dimensioni e delle caratteristiche delle aree di drenaggio, è possibile assumere i seguenti valori:

Superficie scolante	t_a (min)
Area cortile + Fabbricato	10

Tabella 5: tempo di accesso alla rete.

Il tempo di rete può invece essere determinato empiricamente mediante la seguente formula:

$$t_r = \frac{L_{\max}}{1,5 \cdot V_p}$$

in cui L_{\max} è lo sviluppo del percorso idraulicamente più lungo e V_p è la velocità di progetto del flusso nelle rete di collettamento. E' possibile pervenire alla determinazione del parametro L_{\max} , conoscendo l'area sottesa alla rete di collettamento, attraverso la relazione:

$$L_{\max} = (1,5 \cdot A)^{\frac{1}{2}}$$

Superficie scolante totale (m ²)	L_{\max} (m)	V_p (m/s)	t_a (min)	t_r (min)	t_c (min)	t_c (ore)
(Area cortile + Fabbricato) 19.260	170,0	1,0	10,0	1,89	≈ 12	≈ 0,20

Tabella 6: determinazione del tempo di corrivazione per le aree in esame.

La pioggia critica, calcolata per una precipitazione breve ed intensa con tempo di ritorno di 50 anni, risulta pertanto essere pari a:

$$h(t) = KT \cdot a \cdot t^n = 2,084 \cdot 27,21 \cdot 0,20^{0,44} = 27,9 \text{ mm (Area cortile + Fabbricato)}$$

Per la valutazione della portata pluviale si è fatto riferimento al metodo di calcolo cinematico lineare o della corrivazione. In questo metodo si assume il concetto che le gocce di pioggia cadute nello stesso istante in punti differenti del bacino impieghino tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura e che l'apporto di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena sia direttamente proporzionale all'intensità di pioggia rilevata nel punto, in un tempo t antecedente il passaggio della piena: tale tempo è caratteristico di ogni singolo punto e costante per ogni evento meteorico. E' quindi possibile definire il tempo di corrivazione t_c caratteristico del bacino che rappresenta il tempo necessario affinché una goccia di pioggia caduta nel punto più lontano dall'area di scolo riesca a giungere la sezione di chiusura. Le condizioni più gravose per il funzionamento della rete

di scolo si raggiungono quando il tempo di pioggia t_p è pari al tempo di corrivazione t_c .

Per la determinazione della portata di progetto è possibile adottare la seguente espressione, derivante dall'applicazione del metodo della corrivazione:

$$Q = \frac{h(t)}{t_c} \cdot c \cdot A$$

dove:

Q = portata di dimensionamento (l/s);

c = coefficiente di deflusso;

A = superficie del bacino (m²);

$\frac{h(t)}{t_c}$ = intensità di pioggia con durata pari a quella del tempo di corrivazione (l/s m²).

Il deflusso da una superficie interessata da precipitazioni meteoriche dipende, oltre che dall'intensità della pioggia, anche dalla dimensione e dalle caratteristiche della superficie che raccoglie le acque. Il tipo di rivestimento superficiale determina in prima linea il coefficiente di deflusso, che definisce la proporzione di precipitazione che partecipa alla formazione del deflusso ($\leq 1,0$). Si è pertanto condotta una suddivisione della superficie interessata dalle nuove opere in progetto, in modo tale da assegnare a ciascuna di esse lo specifico coefficiente di deflusso ricavato dalla letteratura.

<i>Suddivisione per tipologia di superficie esistente</i>	<i>Dimensioni (m²)</i>	<i>Coefficiente di deflusso</i>	<i>Coefficiente di deflusso totale</i>
Superficie Zona D2 (Permeabile)	19.260	0,20	0,20

Tabella 7: valori del coefficiente di deflusso, in configurazione stato di fatto, adottato per le successive determinazioni.

<i>Suddivisione per tipologia di superficie in progetto</i>	<i>Dimensioni (m²)</i>	<i>Coefficiente di deflusso</i>	<i>Coefficiente di deflusso totale (media ponderata)</i>
Superficie area cortile (Impermeabile)	7.985	1,00	1,00
Superficie fabbricato (Impermeabile)	9.106	1,00	0,90
Superficie fabbricato (Semipermeabile)	2.169	0,50	

Tabella 8: valori del coefficiente di deflusso, in configurazione di progetto, adottati per le successive determinazioni.

Dai valori della pioggia critica è possibile infine determinare l'intensità di pioggia efficace:

$i = 27,9 \text{ mm/m}^2$ per un tempo di 1 h

da cui

$$i = (27,9 \text{ mm/m}^2 / 3600 \text{ s}) \cdot c = (0,0078 \text{ l/s m}^2) \cdot 0,20 = \underline{0,0016 \text{ l/s m}^2} \text{ (Stato di fatto)}$$

$$i = (27,9 \text{ mm/m}^2 / 3600 \text{ s}) \cdot c = (0,0078 \text{ l/s m}^2) \cdot 0,90 = \underline{0,0070 \text{ l/s m}^2} \text{ (Fabbricato)}$$

$$i = (27,9 \text{ mm/m}^2 / 3600 \text{ s}) \cdot c = (0,0078 \text{ l/s m}^2) \cdot 1,00 = \underline{0,0078 \text{ l/s m}^2} \text{ (Area cortile)}$$

Le portate di progetto, in configurazione stato di fatto e di progetto, possono quindi calcolarsi in relazione ai parametri ottenuti:

$$Q = \frac{h(t)}{t_c} \cdot c \cdot A = 0,0016 \cdot 19.260 = \underline{30,8 \text{ l/s} = 0,0308 \text{ m}^3/\text{s}} \text{ (Stato di fatto)}$$

$$Q = \frac{h(t)}{t_c} \cdot c \cdot A = 0,0070 \cdot 11.275 = \underline{78,9 \text{ l/s} = 0,0789 \text{ m}^3/\text{s}} \text{ (Fabbricato)}$$

$$Q = \frac{h(t)}{t_c} \cdot c \cdot A = 0,0078 \cdot 7.985 = \underline{62,3 \text{ l/s} = 0,0623 \text{ m}^3/\text{s}} \text{ (Area cortile)}$$

Per quanto attiene alle aree di intervento, esterne alla perimetrazione della Zona D2, in particolare per le aree parcheggi ad uso pubblico previsti nelle aree C1A e C9, verrà garantita l'invarianza idraulica mediante la realizzazione di pavimentazioni permeabili (es.: blocchetti forati).

1.3 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE

Come indicato in precedenza, ai fini dell'applicazione del principio di invarianza idraulica, le due misure principali, in ordine di priorità, sono rappresentate dallo stoccaggio dei volumi delle acque di deflusso superficiale in surplus rispetto a quelle in configurazione stato attuale o mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo delle acque stesse.

Rapportando i valori di portata ottenuti, alla precipitazione breve ed intensa con tempo di ritorno di 50 anni e durata pari al tempo di corrivazione della Zona D2 (12 min = 720 s), come precedentemente indicato, si ottiene:

$$\underline{30,8 \text{ l/s} \cdot 720 \text{ s} = 22.176 \text{ l} \approx 23,0 \text{ m}^3 \text{ (Stato di fatto)}}$$

$$\underline{78,9 \text{ l/s} \cdot 720 \text{ s} = 56.808 \text{ l} \approx 57,0 \text{ m}^3 \text{ (Fabbricato)}}$$

$$\underline{62,3 \text{ l/s} \cdot 720 \text{ s} = 44.856 \text{ l} \approx 45,0 \text{ m}^3 \text{ (Area cortile)}}$$

Il surplus di portata, e pertanto di volumi di acqua da dover gestire per poter garantire l'invarianza, risultano essere:

$$\underline{102,0 \text{ m}^3 - 23,0 \text{ m}^3 = 79,0 \text{ m}^3 \text{ (Fabbricato+Area cortile)}}$$

La determinazione del volume del sistema di trattamento della prima pioggia, per l'area cortile, può infine essere effettuata, adottando lo schema esemplificativo di *Figura 4*, mediante le seguenti relazioni:

$$V_{PP} = S \cdot 5 \text{ mm} \cdot C_a = 7.985 \text{ m}^2 \cdot 0,005 \text{ m} \cdot 0,9 = 36,0 \text{ m}^3$$

$$Q = S \cdot i = 7.985 \text{ m}^2 \cdot 0,0078 \text{ l/s m}^2 = 62,3 \text{ l/s}$$

$$V_{SED} = Q \cdot C_f = 62,3 \text{ l/s} \cdot 100/1000 = 6,2 \text{ m}^3$$

$$V_{DIS} = Q_P \cdot t_s = 2,00 \text{ l/s} \cdot 16,6 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} / 1000 = 2,00 \text{ m}^3$$

e infine

$$\underline{\text{Volume totale vasche} = (V_{PP} + V_{SED}) + V_{DIS} = (36,0+6,2) + 2,00 \approx 45,0 \text{ m}^3}$$

dove

- V_{PP} = volume utile vasca di prima pioggia (m^3);
- V_{SED} = volume utile vasca di sedimentazione fanghi (m^3);
- V_{DIS} = volume disoleatore (m^3);
- S = superficie scolante (m^2). Pari a 7.865;
- i = intensità di precipitazione pari a 0,0078 l/s m^2 ;
- Q = portata in seguito all'evento meteorico (l/s);
- C_f = coefficiente della quantità di fango, assunto pari a 100;
- Q_P = portata della pompa dell'impianto, assunta pari a 2,0 l/s;
- t_s = tempo di separazione per reflui con densità dell'olio < 0,85 g/cm³, assunto pari a 16,6 min.

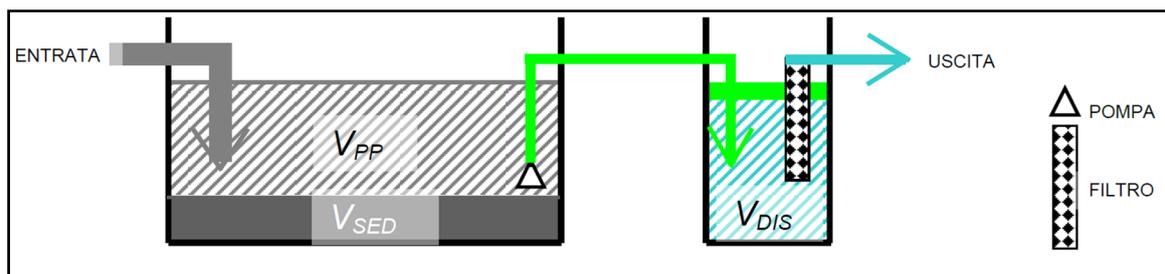


Figura 4: schema esemplificativo del sistema di trattamento delle acque di prima pioggia.