

PUA

PIANO

PARTICOLAREGGIATO

di iniziativa pubblica

EX MERCATO

BESTIAME

Zona Elementare 880 aree 01-04

tav **J6**

SCHEDA IDRAULICA

Assessorato Urbanistica, Pianificazione per lo sviluppo sostenibile, Politiche abitative

Dirigente

Settore Pianificazione e Sostenibilità Urbana

Ing. Maria Sergio

Dirigente

Servizio Progetti Urbani Complessi e Politiche Abitative

Ing. Michele Tropea

Servizio progetti Complessi e Politiche Abitative
Gruppo di lavoro

Gruppo di Progettazione:

Ing. Filippo Bonazzi

Geom. Nilva Bulgarelli

Arch. Lorenzo Gaio Gastaldello

Arch. Giovanna Palazzi (fino al 10/01/22)

Arch. Andrea Reggianini

Dott.ssa Silvia Sitton

Arch. Isabella Turchi

Elaborazioni grafiche:

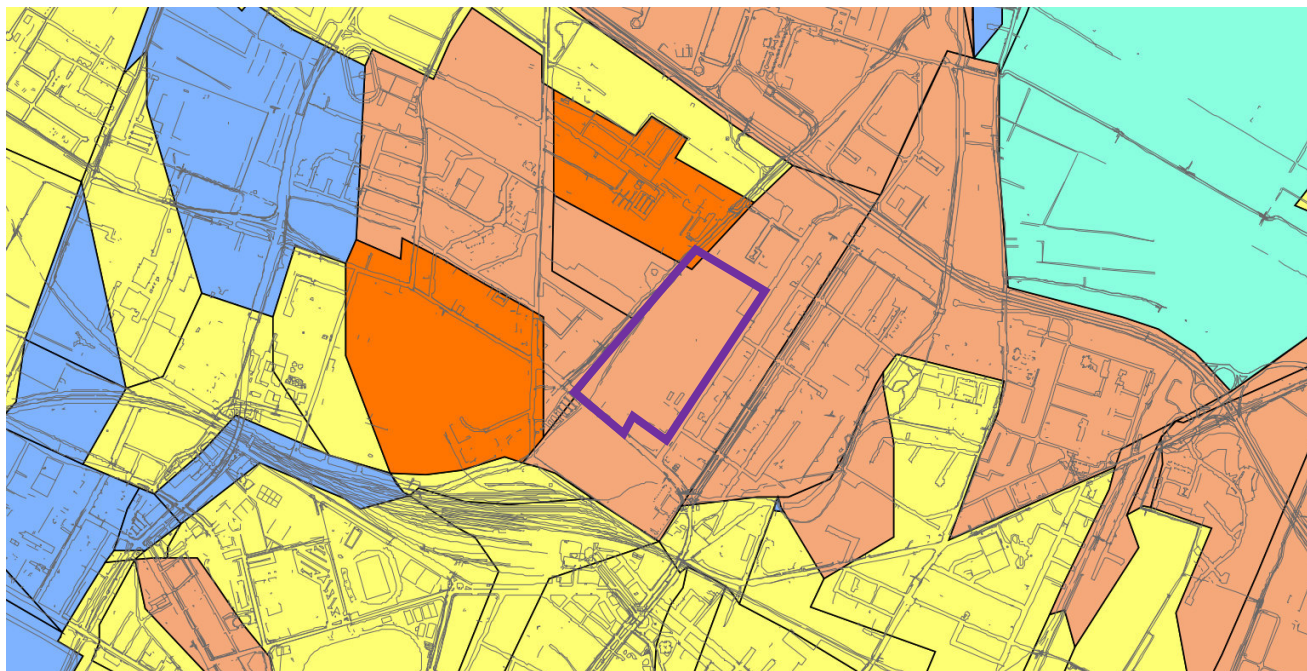
Istrutt. Tecnico Elena Alietti

Istrutt. Tecnico Anna Tavoni



SCHEDA IDRAULICA

L'area rientra nella Classe 4 di carico idraulico ed è correlata a un deflusso critico: essa "definisce un bacino e relativo tronco di chiusura già in condizioni critiche, per il quale non sono ammessi ulteriori apporti; gli eventuali interventi di sistemazione vanno valutati in base alle necessità degli insediamenti ed all'entità dei danni che tale situazione potrebbe determinare" (art. 8A.2, comma 4, RUE).



*Estratto Carta del Carico Idraulico sui Bacini, Quadro Conoscitivo PRG Modena.
In viola il perimetro indicativo del comparto. Classe vigente nel comparto: Classe 4.*

Per la gestione del rischio idraulico (art. 8A.2, comma 7-b, RUE), nell'area si applica il principio dell'attenuazione idraulica 'a3' (contesto già consolidato con estensione dell'area maggiore di 2 ettari), con riduzione di portata specifica in uscita almeno pari al 50% rispetto al valore specifico di deflusso proprio dell'area oggetto di intervento in condizioni ante-opera, (coefficiente idrometrico da determinarsi nel caso specifico sulla base delle effettive caratteristiche di stato di fatto dell'esistente). Di conseguenza si dovrà assumere $T_{rete}=20$ anni come tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche interna al comparto e $T_{vasca}=100$ anni come tempo di ritorno di riferimento per il dimensionamento della vasca di laminazione delle portate meteoriche.

Come parametri idrologici di riferimento ai fini del dimensionamento delle reti di drenaggio delle acque meteoriche si assumono i seguenti valori, validi per la città di Modena (art. 8A.2, comma 10, RUE).

a, n_1 , n_2

ovvero

$h(d,T) = ad^{n_2}$

con:

d = durata in ore della pioggia

h = altezza pioggia in millimetri

T (anni)	Coeff. "a"	Coeff. " n_1 "	Coeff. " n_2 "
2	24,1	0,3665	0,2793
5	33,0	0,3384	0,2718
10	39,0	0,3272	0,2687
20	44,7	0,3193	0,2664
50	52,1	0,3118	0,2643
100	57,6	0,3074	0,2630

La verifica della rete di fognatura del lotto viene realizzata adottando il metodo Cinematico (o metodo della Corrivazione). Una volta individuati i parametri caratteristici della rete e il bacino contribuente, viene calcolata la portata al colmo in uscita dal bacino, con la seguente formula.

$$Q_{SE} = \varphi \cdot i \cdot A_{tot} \quad [l/s]$$

Variabili:

φ = coefficiente di deflusso ponderale medio [$0 < \varphi < 1$]

i = intensità oraria della pioggia di verifica [mm/h]

A_{tot} = area totale del bacino [m²]

Per il calcolo di φ è stato attribuito un coefficiente di deflusso ad ogni superficie orizzontale (più una superficie è permeabile, minore è il suo coefficiente di deflusso) identificando le seguenti categorie: superfici non permeabili ($\varphi=0,85$), superfici semi permeabili ($\varphi=0,70$), superfici permeabili ($\varphi=0,15$), superfici coperte ($\varphi=0,80$).

Il coefficiente di deflusso caratteristico dell'area nello scenario ante operam e post operam viene ricavato come media delle categorie di permeabilità pesate rispetto alla loro estensione.

L'analisi è finalizzata alla riverifica del dimensionamento della vasca di laminazione già realizzata nel comparto e avente una capacità di 4.150 metri cubi. Per lo scenario ante-operam si fa riferimento al primo Piano Particolareggiato approvato nel comparto nel 2004.

Superfici di comparto	ANTE OPERAM [mq]				POST OPERAM [mq]			
	Sup. coperta	Non Perm.	Semi Perm.	Perm.	Sup. coperta	Non Perm.	Semi Perm.	Perm.
Edifici	6.400		10.350		29.100			
Strade+park+percorsi+piazze			47.650			69.100	17.250	
Aree verdi				74.000				22.950
TOTALE 138.400 mq	6.400	-	58.000	74.000	29.100	69.100	17.250	22.950

Per il calcolo di i è necessario definire la massima altezza di pioggia h attraverso la curva di possibilità pluviometrica che esprime la relazione fra le altezze di pioggia h e la loro durata d , per un assegnato periodo di ritorno T (espressione a due parametri):

$$h_{t,T} = a \cdot d^n \quad [mm]$$

Variabili:

a, n = parametri caratteristici di cui alla tabella precedente.

Da cui si può ricavare il valore dell'intensità oraria della pioggia di verifica:

$$i_{t,T} = a \cdot d^{n-1} \quad [mm/h]$$

Per il calcolo della portata Q è necessario considerare la durata d corrispondente all'evento "critico", che si verifica quando:

$$t_p = t_c = d \quad [h]$$

Variabili:

t_p = durata della pioggia [h]

t_c = tempo di corrivazione [h]

Il tempo di corrivazione è il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino ed è stato calcolato sommando il tempo di accesso alla rete t_a al tempo di rete t_r . Il tempo di accesso alla rete è il tempo di percorrenza delle aree scolanti sino al punto di immissione nella rete e può essere stimato come valore costante¹. Il tempo di rete è il rapporto tra la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo L_{max} e la velocità di deflusso di riferimento V_d , che viene assunta pari a 0,5 m/s, mentre la lunghezza L_{max} [m] viene calcolata in funzione delle caratteristiche specifiche del lotto.

	Ante operam	Attenuazione 50%	Post operam
φ Coefficiente di deflusso	0,41		0,70
t_a [min]	10		10
L_{max} [m]	530		530
t_c tempo di corrivazione [min]	27,7		27,7
Estensione [ha]	13,84		13,84
Qu, max [l/s]	1.195	597	2.051
Coeff. Udometrico [(l/s)/ha]	86	43	148

Dati riepilogativi della portata in uscita massima nei diversi scenari.

I valori generati nello scenario post operam (2.051 l/s) sono maggiori dei limiti di scarico che si ricavano dall'applicazione del principio dell'attenuazione idraulica con riduzione di portata specifica in uscita almeno pari al 50% (597 l/s). Di conseguenza si impone la necessità di predisporre un volume di invaso. Il volume minimo utile viene ricavato come media dei risultati ottenuti dall'applicazione di due metodi, quello 'dell'Invaso' (Moriggi e Zampaglione) e quello 'Cinematico' (Alfonsi e Orsini) in riferimento ad un evento critico con un tempo di ritorno di 100 anni.

Metodo 'dell'invaso'

Con il metodo 'dell'Invaso' si ipotizza che la portata che esce dalla vasca sia costante e pari a $Q_{u,max}$, la durata critica t_{cv} di riempimento della vasca ed il volume di invaso si ricavano dalle seguenti formule.

$$t_{cv} = \frac{1}{C} \cdot \left(\frac{Q_u}{n \cdot \varphi \cdot S \cdot a} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad [\text{h}]$$

$$C = \frac{0,165 \cdot n}{\frac{1}{m} + 0,01} - \frac{\frac{1}{m} - 0,1}{30} + 0,5$$

$$m = \frac{Q_e}{Q_u}$$

$$W = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_{cv}^n \cdot \left[0,95 - \left(\frac{1}{m} \right)^{2/3} \right]^{3/2} \quad [\text{m}^3]$$

Variabili:

W = volume della vasca [m^3]

φ = coefficiente di deflusso

S = superficie del bacino [m^2]

t_{cv} = durata critica di riempimento della vasca [h]

Q_e = portata in entrata massima [m^3/h]

Q_u = portata in uscita massima [m^3/h]

a, n = parametri della curva di possibilità climatica (con a in [m/h^n])

¹ Valori indicativi (Fair, 1966): centri urbani intensivi con frequenti caditoie $t_a < 5'$, centro commerciali con basse pendenze $t_a = 10' \div 15'$, aree residenziali estensive con caditoie non frequenti $t_a > 20'$.

Di seguito sono riportati i risultati del dimensionamento preliminare. Per il calcolo della portata massima in entrata Q_e è stato applicato il metodo della corrivazione in riferimento ad un tempo di ritorno di 100 anni.

φ	0,70
$S [m^2]$	138.400
TR	100 anni
$a [mm/h^n]$	57,6
n	0,3074
$Q_{e,TR100} [m^3/s]$	2,6676
$Q_u [m^3/s]$	0,5975
$t_{cv} [h]$	0,87
$W [m^3]$	2452

Dati riepilogativi, metodo dell'Invaso.

Metodo 'cinematico'

Con il metodo 'Cinematico' la durata critica t_{cv} si ricava esplicitando la seguente equazione.

$$n \cdot \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_{cv}^{n-1} + (1 - n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \left(\frac{t_{cv}^{-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} \right) - Q_u = 0$$

Variabili:

- φ = coefficiente di deflusso
- S = superficie del bacino [m^2]
- t_{cv} = durata critica di riempimento della vasca [h]
- t_c = tempo di corrivazione [h]
- Q_u = portata in uscita massima [m^3/h]
- a, n = parametri della curva di possibilità climatica (con a in [m/h^n])

Una volta ricavata la durata critica t_{cv} , il volume di invaso si ricava dalla seguente formula.

$$W = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t_{cv}^n + t_c \cdot Q_u^2 \cdot \left(\frac{t_{cv}^{1-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} \right) - Q_u \cdot t_{cv} - Q_u \cdot t_c \quad [m^3]$$

Variabili:

- W = volume della vasca [m^3]
- φ = coefficiente di deflusso
- S = superficie del bacino [m^2]
- t_{cv} = durata critica di riempimento della vasca [h]
- t_c = tempo di corrivazione [h]
- Q_u = portata in uscita massima [m^3/h]
- a, n = parametri della curva di possibilità climatica (con a in [m/h^n])

Di seguito sono riportati i risultati del dimensionamento preliminare.

φ	0,70
$S [m^2]$	138.400
TR	100 anni
$a [mm/h^n]$	57,6
n	0,3074
$Q_u [m^3/s]$	0,5975
$t_{cv} [h]$	0,89
$W [m^3]$	2864

Dati riepilogativi, metodo Cinematico.

Dimensionamento del volume di invaso

In conclusione, con l'applicazione del metodo dell'Invaso si ottiene un volume di 2.452 metri cubi, col metodo 'Cinematico' un volume di 2.864 metri cubi. In prima approssimazione il volume di invaso del comparto si ricava dalla media di questi valori e corrisponde ad un volume di **2.658 metri cubi**. Il valore stimato è ampiamente inferiore alla capacità massima della vasca di laminazione esistente.

Tecnico incaricato
ing. Filippo Bonazzi