

**PROGETTO DELLE OPERE DI URBANIZZAZIONE**  
**PER LA REALIZZAZIONE**  
**di UNA GRANDE STRUTTURA UNITARIA**  
**P.P. AREA COMMERCIALE - VIA DELL'INDUSTRIA F3**

localizzazione:

**VIA DELL'INDUSTRIA, 41012 CARPI (MO)**

committente:

**SIGN. RA ANNOVI BRUNELLA**  
**SIG.RA RUSTICHELLI ALESSANDRA**  
**SIG. RUSTICHELLI ENRICO**  
**SOGET S.R.L.**  
**DOTT. ROCCA MAURO**

soggetto proponente:

**SILE COSTRUZIONI S.r.l.**

denominazione tavola:

**PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI MECCANICI**  
**RELAZIONE IDRAULICA ACQUE METEORICHE**

scala del disegno:

-

data:

**APRILE 2017**



PROGETTO ARCHITETTONICO:

**GIAN LUCA MONTANARI Architetto**

VIALE DARFO DALLAI 2/A - 41012 CARPI (MO)  
TEL. E FAX 059 9111887 E-MAIL: [info@mngmstudio.com](mailto:info@mngmstudio.com)  
PEC: [gianluca.montanari@archiworldpec.it](mailto:gianluca.montanari@archiworldpec.it)  
WEB SITE: [www.mngmstudio.com](http://www.mngmstudio.com)  
ISCRIZIONE ALBO ARCHITETTI MODENA N.440  
ISCRIZIONE COLLEGI D'ARQUITECTES DE CATALUNYA BARCELONA N.30.229-5  
PARTITA IVA: 02498620364

PROGETTO IMPIANTI:



**SERVING srl**  
**SERVIZI DI INGEGNERIA**

Via Galimberti n° 8 D - 24124 BERGAMO Tel. 035-362780 C.F. - P.IVA 02459210163 Email: [studio@falettizenucchi.it](mailto:studio@falettizenucchi.it) - PEC: [serving@arubapec.it](mailto:serving@arubapec.it)

**M-RT-AM**



## INDICE

1	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	2
2	PREMESSA.....	2
3	INDAGINE IDROLOGICA SULLE PIOGGE INTENSE.....	3
4	METODOLOGIA DI CALCOLO .....	4
5	CALCOLO PORTATA DI COLMO.....	6
6	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI.....	8
7	DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE .....	10
8	DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO VASCA .....	11

## 1 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Il lotto in oggetto è delimitato a Ovest da via dell'Industria, a Nord del Centro Commerciale del Borgo Gioioso, a Sud e ad Est da aree agricole.

Il bacino, ad oggi completamente destinato ad uso agricolo ed ha pendenza naturale in direzione Sud-Nord, nell'immagine seguente viene evidenziata l'area d'intervento che complessivamente copre una superficie pari a circa 4.9 ha.



Figura 1: Inquadramento satellitare del comparto e rete viaria al contorno

## 2 PREMESSA

La presente relazione è accompagnatoria alla relazione generale relativa alle opere di urbanizzazioni del nuovo piano particolareggiato Area Commerciale di via dell'Industria nel Comune di Carpi (MO) e descrive i criteri di dimensionamento delle opere idrauliche necessarie per lo smaltimento delle acque meteoriche delle aree di seguito individuate.

Sulla base dei contenuti delle tavole di progetto, è possibile indicare, all'interno della superficie fondiaria dei singoli lotti, le principali destinazioni e utilizzi delle aree: oltre alla superficie lorda di pavimento, sono indicati gli spazi di pertinenza degli edifici, quelli destinati ai percorsi di uso pubblico, al verde, alla viabilità e ai parcheggi.

	tetto comparto A	tetto comparto B	tetti cabina enel	asfalto	parcheggi drenanti	aree verdi	aree pedonali	ciclopedonale	totali	ha
bacino	5020,00	6132,00	102,00	12234,63	8868,00	15328,00	1960,37	1195,00	50840,00	5,084

Sono compresi nel calcolo delle superfici la nuova rotatoria e il nuovo tratto di strada di accesso al Centro "Borgogioioso".

In considerazione della presenza di falde acquifere superficiali, che limitano le quote massime di scavo per la posa dei collettori di scarico e della notevole estensioni delle reti, si rende necessario realizzare il seguente schema di smaltimento:

- Raccolta acque meteoriche suddivisa per lotti con reti del tipo a gravità verso vasche di laminazione, con pendenza dello 0,1%;
- Convogliamento al recapito finale con tubazione a gravità previo interposizione di pozzetto di raccolta con valvola di ritegno tra la vasca di laminazione e la tubazione.

La vasca di laminazione sarà costituita da un invaso artificiale ricavato davanti alla zona nord del comparto verso via dell'Industria opportunamente modellata per ottenere il volume richiesto; il recapito finale è previsto nello scatolare 1500x750 mm esistente a servizio del Centro "Borgogioioso"; secondo il principio dell'invarianza idraulica la portata massima fissata dal Consorzio è pari a 20 l/s per ha.

La seguente relazione ha per oggetto:

- Il calcolo del volume utile della vasca di laminazione
- Il dimensionamento delle tubazioni di raccolta e di invio ai recapiti finali

### 3 INDAGINE IDROLOGICA SULLE PIOGGE INTENSE

Per poter determinare la curva di possibilità climatica, occorre analizzare gli afflussi meteorici conseguenti a piogge di breve durata e di forte intensità.

Per poter analizzare il fenomeno occorre individuare le relazioni tra l'altezza di pioggia  $h$  e la durata  $t$  delle piogge di un prescelto tempo di ritorno  $T$ .

Il regime delle piogge intense è stato sintetizzato attraverso la determinazione delle curve di possibilità pluviometriche. Tali curve possono essere espresse dalla seguente espressione:

$$h (Tr) = a (Tr) * t^n (Tr)$$

dove:

$h (Tr)$  è l'altezza massima probabile di precipitazione (mm) ad un tempo di ritorno  $Tr$  (anni), relativa ad un evento meteorico di durata  $t$  (ore);

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

La presente relazione consente di trovare un'altezza di pioggia che difficilmente possa essere eguagliata o superata.

Per la valutazione della curva di possibilità pluviometrica è stata utilizzata la seguente tabella desunta dallo studio idrologico ed idraulico redatto per il Consorzio dal Prof. Alberto Martinelli dove:

- Tempo di ritorno per ambiti residenziali extra-urbani – Tr 10 anni;
- Tempo di ritorno per ambiti residenziali urbani – Tr 25 anni;
- Tempo di ritorno per ambiti industriali – Tr 50 anni;
- Tempo di ritorno per edifici di importanza strategica – Tr 100 anni.

Tabella con curva di possibilità climatica ragguagliata per il comprensorio (durata di pioggia 1-72 ore)

tempo di ritorno	bassa pianura		media pianura		alta pianura	
	a	n	a	n	a	n
10	43,27	0,21	49,12	0,23	56,85	0,17
25	51,44	0,21	58,93	0,23	69,09	0,17
50	57,5	0,21	66,21	0,23	78,16	0,16
100	63,5	0,21	73,44	0,23	87,16	0,16

Nel caso in esame si è assunto un tempo di ritorno pari a  $Tr = 50$  anni per la media pianura e conseguentemente si assumerà nei calcoli successivi quale valore del coefficiente a il valore di 66,21 e per n il valore di 0,23.

## 4 METODOLOGIA DI CALCOLO

Il calcolo delle portate delle acque meteoriche è stato realizzato utilizzando il metodo della corrivazione che calcola la portata massima al colmo per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione  $t_c$  che è il tempo necessario alla pioggia caduta nel punto più lontano del bacino per raggiungere la sezione di chiusura.

La portata al colmo è data da:

$$Q = \varphi * i * S / 360 \text{ (m}^3\text{/s);}$$

dove:

Q = portata massima al colmo (m<sup>3</sup>/s);

$\varphi$  = valore del coefficiente di afflusso del bacino;

i = intensità media della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione  $t_c$  (mm/h);

S = superficie del bacino (ha).

Il tempo di corrivazione è dato da:

$$t_c = t_{ar} + t_r;$$

dove:

$t_{ar}$  = tempo di accesso in rete (s);

$t_r$  = tempo di rete (s);

Il tempo di accesso in rete varia con la pendenza dell'area, la natura della stessa e con l'altezza di pioggia precedente l'evento critico di progetto; il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre compreso entro l'intervallo di 5–15 minuti.

Nel nostro caso vista l'estensione delle aree scolanti viene assunto pari a  $t_{ar} = 10$  minuti.

Il tempo di rete  $t_r$  può essere stimato come rapporto tra la lunghezza L del punto più lontano e la velocità che si assume in prima approssimazione; quindi  $t_r$  risulta pari a  $t_r = L/V$ .

Ove la lunghezza L non sia lineare si assume  $L = \sqrt{1,5 * A}$  con A = area del bacino scolante

Il valore di  $\phi$  (coefficiente di afflusso del bacino) è valutato con la formula;

$$\phi = \phi_{imp} * IMP + \phi_{perm} * (1-IMP)$$

dove:

$\phi_{perm}$  = valore del coefficiente di afflusso per aree permeabili;

$\phi_{imp}$  = valore del coefficiente di afflusso per aree impermeabili;

IMP = è il rapporto tra le superfici impermeabili e permeabili del comparto.

Valori di  $\phi$  utilizzati:

Superficie	$\phi$
Coperture	0,9
Asfalti	0,9
Aree pedonali e ciclo	0,9
Park Drenanti	0,3
Aree a verde	0,15

## 5 CALCOLO PORTATA DI COLMO

Tabella 1 – calcolo intensità di pioggia

nome	area mq	area ha	lunghezza ( $\sqrt{1,5 * A}$ ) m	velocità m/s	tr rete min	tar accesso min	t corriv min	a	n	h=a*tc^n mm	l media mm/h
Bacino	50.839	5,0839	276,15	0,87	5,29	10	15,29	66,21	0,2300	48,34	189,71

Tabella 2 – calcolo coefficiente di deflusso

	area imp m2	area imp ha	$\phi$ imp	area perm m2	area perm ha	$\phi$ perm	area tot mq	area tot ha	l imp aimp/atot	l perm 1-(l imp)	$\phi$
Coperture	11.254	1,1254	0,9	0	0	0	11.254	1,1254	1	0	0,9
Asfalti	12.234	1,2234	0,9	0	0	0	12.234	1,2234	1	0	0,9
Aree pedonali	3.155	0,3155	0,9	0	0	0	3.155	0,3155	1	0	0,9
Park drenanti	0	0	0	8.868	0,8868	0,3	8.868	0,8868	0	1	0,3
Aree a verde	0	0	0	15.328	1,5328	0,15	15.328	1,5328	0	1	0,15
<b>Totale</b>	<b>26.643</b>	<b>2,6643</b>	<b>0,9</b>	<b>24.196</b>	<b>2,4196</b>	<b>0,205</b>	<b>50.839</b>	<b>5,0839</b>	<b>0,524</b>	<b>0,475</b>	<b>0,569</b>

Tabella 3 – calcolo portata di colmo

nome	area	area	coefficiente deflusso	Intensità di pioggia	portata colmo	portata colmo
	mq	ha	$\phi$	mm/h	mc/s	l/s
Coperture	11.254	1,1254	0,90	189,71	0,535	535,00
Asfalti	12.234	1,2234	0,90	189,71	0,581	581,00
Aree pedonali	3.155	0,3155	0,90	189,71	0,150	150,00
Park drenanti	8.868	0,8868	0,3	189,71	0,140	140,00
Aree a verde	15.328	1,4528	0,15	189,71	0,121	121,00
<b>Totale</b>	<b>50.839</b>	<b>5,0839</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,527</b>	<b>1.527,00</b>

## 6 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DEI COLLETTORI

Il dimensionamento dei collettori delle acque meteoriche è stato fatto secondo le seguenti scelte:

Materiale tubazioni: PVC  
Coefficiente di scabrezza  $K_s = 93$

La portata garantita da un collettore è stata calcolata con la seguente espressione:

$$Q = A * K_s * R^{2/3} * i^{1/2}$$

dove

A = area netta interna della tubazione utilizzata;  
Ks = coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strikler;  
R = raggio idraulico della tubazione;  
i = pendenza della tubazione.

Conseguentemente, tratto per tratto, si sono ipotizzati diametri e le pendenze delle tubazioni che garantiscano una portata superiore o al limite uguale a quella calcolata con la metodologia di calcolo sopra descritta.

Si allega tabella che riporta per una serie di diametri di tubazioni e pendenze le portate che le stesse garantiscono.

Sulle tavole di progetto sono riportati i diametri delle tubazioni da impiegare nei vari tratti, le pendenze da adottare, le quote di fondo tubo delle stesse, nonché le quote di posa dei manufatti vari.

	<b>SN4</b>			0,10%
D Est	Spessore	D int	RIEM	mc/s
160	4	0,152	50%	0,003017
160	4	0,152	60%	0,004053
160	4	0,152	70%	0,00505
160	4	0,152	80%	0,005897
160	4	0,152	90%	0,006144
200	4,9	0,1902	50%	0,005485
200	4,9	0,1902	60%	0,007368
200	4,9	0,1902	70%	0,009183
200	4,9	0,1902	80%	0,010723
200	4,9	0,1902	90%	0,011172
250	6,2	0,2376	50%	0,009928
250	6,2	0,2376	60%	0,013337
250	6,2	0,2376	70%	0,016621
250	6,2	0,2376	80%	0,019408
250	6,2	0,2376	90%	0,020221
315	7,7	0,2996	50%	0,018423
315	7,7	0,2996	60%	0,02475

315	7,7	0,2996	70%	0,030844
315	7,7	0,2996	80%	0,036017
315	7,7	0,2996	90%	0,037525
400	9,8	0,3804	50%	0,034824
400	9,8	0,3804	60%	0,046784
400	9,8	0,3804	70%	0,058304
400	9,8	0,3804	80%	0,068081
400	9,8	0,3804	90%	0,070932
500	12,3	0,4754	50%	0,063104
500	12,3	0,4754	60%	0,084777
500	12,3	0,4754	70%	0,105651
500	12,3	0,4754	80%	0,123369
500	12,3	0,4754	90%	0,128534
630	15,4	0,5992	50%	0,116972
630	15,4	0,5992	60%	0,157146
630	15,4	0,5992	70%	0,19584
630	15,4	0,5992	80%	0,228682
630	15,4	0,5992	90%	0,238256
710	17,4	0,6752	50%	0,160833
710	17,4	0,6752	60%	0,216071
710	17,4	0,6752	70%	0,269273
710	17,4	0,6752	80%	0,31443
710	17,4	0,6752	90%	0,327593
710	17,4	0,6752	100%	0,321666

Per gli scatolati in cemento prefabbricato è stata usata la medesima formula con i seguenti valori:

Materiale tubazioni: Cemento  
Coefficiente di scabrezza  $K_s = 75$

			0,10%
L (m)	H (m)	RIEM	mc/s
1	0,5	50%	0,179591
1	0,5	60%	0,233112
1	0,5	70%	0,28946
1	0,5	80%	0,348089
1	0,5	90%	0,40859
1	0,5	100%	0,47065

## 7 DIMENSIONAMENTO VASCA DI LAMINAZIONE

Il progetto della vasca di laminazione è legato alla determinazione della capacità di invaso in funzione della portata massima accettabile in uscita, atta a contenere il più critico evento meteorico di una assegnato tempo di ritorno.

Per il calcolo si è utilizzato il metodo cinematico tenendo conto di un coefficiente udometrico massimo pari a 20 l/s per ha.

DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI LAMINAZIONE DI UNA VASCA VOLANO CON METODO CINEMATICO			
<b>Dati di progetto</b>			
Tempo di ritorno	T	50	(anni)
Superficie del bacino	S	5,084	(ha)
Tempo di corrivazione	$\vartheta_c$	15,29027073	(minuti)
Coefficiente di afflusso	$\varphi$	0,569214579	(-)
Coeff. Udometrico massimo	$v$	20	
Portata uscente dalla vasca	$Q_u$	102	(l/s)
Coeff. della CPP	$a$	66,21	(mm/h <sup>n</sup> )
Esponente della CPP	$n$	0,23	(-)
<b>Relazioni di riferimento</b>			
Portata al colmo	$Q_c = S \varphi a \theta_c^{n-1}$		
Durata critica per la vasca	$n S \varphi a \theta_w^{n-1} + \frac{(1-n) t_c Q_u^2 \theta_w^{-n}}{S \varphi a} - Q_u = 0$		
Volume di massimo invaso	$W_m = S \varphi a \theta_w^n + \frac{t_c Q_u^2 \theta_w^{1-n}}{S \varphi a} - Q_u \theta_w - Q_u t_c$		
<b>Dati di calcolo</b>			
Portata al colmo	$Q_c$	1525,03	(l/s)
Durata critica per la vasca	$\vartheta_w$	81,15	(minuti)
$\vartheta_w / \vartheta_c$	$\vartheta_w / \vartheta_c$	5,31	(-)
Portata massima per $\vartheta_w$	$Q_w$	421,84	(l/s)
Rapporto di laminazione	$\eta = 1/m$	0,07	(-)
<b>Volume di calcolo della vasca</b>	<b><math>W_m</math></b>	<b>1487,96</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>
Volume unitario per ha imp.		514,17	(m <sup>3</sup> /ha)
<b>Volume di calcolo maggiorato del 10% per compensare diversi effetti di sottostima riconosciuti da diversi Autori</b>	<b><math>W_{mm}</math></b>	<b>1636,76</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>

## 8 DIMENSIONAMENTO TUBO DI SCARICO VASCA

### Dimensionamento tubo di scarico tarato vasca

La tubazione verrà convogliata nello scatolare 1500x750 mm esistente corrente su via dell'Industria nella zona dello svincolo per il centro "Borgogioioso".

Il coefficiente udometrico massimo è pari a 20 l/s per ha per cui a fronte di un'estensione di circa 5,084 ha la portata massima di scarico risulterà: 102 l/s.

La sezione del tubo di scarico dalla vasca di laminazione al cavo di scolo verrà dimensionata con la formula:

$$Q = \mu * A * \sqrt{(2g) * H}$$

Dove:

A = area netta interna della tubazione utilizzata;

$\mu$  = coefficiente di contrazione pari a 0,6;

H = la differenza di quota tra l'altezza acqua nella vasca di espansione e l'altezza acqua nel canale recettore.

### Calcolo di H

Quota livello superiore vasca di espansione: -0.709 rispetto allo 0.00

Quota inferiore tubazione in uscita dalla vasca: -1.709 rispetto allo 0.00

Quota livello superiore scatolare: -1.300 rispetto allo 0.00 (2/3 di 0,75)

Quota inferiore scatolare: -1.800 rispetto allo 0.00

Valore di H: 1,300 – 0,709 = 0,59 m

Da cui:

$$A = Q / \mu * \sqrt{(2g) * H}$$

Sostituendo il valore di portata pari a 0,1 m<sup>3</sup>/s e il valore di differenza di quota pari a 0,59 m si ottiene un'area di 0,0499 m<sup>2</sup>.

Diam esterno	Spess.	Diam. Interno	Area
160	4	152	0,0181
200	4,9	190,2	0,0283
250	6,2	237,6	0,0443
315	7,7	299,6	0,0660

Verrà utilizzato un tubo di PVC SN4 avente diametro esterno pari a 250 mm e diametro interno pari a 237 per un'area totale di 0,0443 m<sup>2</sup>.