

CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA
COMUNE DI SALA BOLOGNESE

COMPARTO D73 – VARIANTE NON SOSTANZIALE AL PUA

IN ATTUAZIONE DELL'ACCORDO TERRITORIALE PER LO SVILUPPO DELLE AREE PRODUTTIVE SOVRACOMUNALI DELL'ASSOCIAZIONE TERRE D'ACQUA IN VARIANTE ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE AI SENSI DELL'ART. 34 DEL DLGS 267/2000 E DEGLI ARTT. 60 e 61 DELLA L.R. 24/2017



**Progettazione
e Direzione Lavori**

Via Piave 178 |10014
Caluso TO
info@progecasrl.it
www.progecasrl.it



**Urbanistica e progettazione
opere di urbanizzazione**

The Blossom Avenue
Partners, Corso Italia,
13, 20122, Milano,
tbapartners@pec.it

Proponente

Kryalos SGR S.p.A., Via Cordusio n. 1, Milano

Componente ambientale

TEA consulting, Via G. B. Grassi, 15 - 20157 Milano,

Commessa

620_2020

Scala

Data

11/12/2020

Tavola

5.3

Nome file

620_TAV5.3_Rer. Inq. idro e idra_rev01_R0X

Tipo file

DOC

| Agg.to N. | Data | Descrizione | Redatto | Verif. | Approv. |
|-----------|------------|-------------------|---------|--------|---------|
| 0 | 07/10/2020 | Prima emissione | TBA | TBA | MC |
| 1 | 11/12/2020 | Seconda emissione | TBA | TBA | MC |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Relazione di inquadramento idrologico-idraulico



CITTA' METROPOLITANA DI BOLOGNA COMUNE DI SALA BOLOGNESE (BO)

COMPARTO D73 – VARIANTE NON SOSTANZIALE AL PUA
IN ATTUAZIONE DELL'ACCORDO TERRITORIALE PER LO SVILUPPO DELLE AREE PRODUTTIVE
SOVRACOMUNALI DELL'ASSOCIAZIONE TERRE D'ACQUA IN VARIANTE ALLA
PIANIFICAZIONE URBANISTICA COMUNALE AI SENSI DELL'ART. 34 DEL DLGS 267/2000 E
DEGLI ARTT. 60 e 61 DELLA L.R. 24/2017

Studi specialistici
5.3 Relazione di inquadramento idrologico-idraulico

Dicembre 2020

Redatto da: Ing. Massimo Moi

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 3 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 4 |
| 3 | INQUADRAMENTO PROGETTUALE | 10 |
| 4 | VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO | 12 |
| 5 | MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA..... | 16 |
| | 5.1 <i>PRINCIPI GENERALI.....</i> | <i>16</i> |
| | 5.2 <i>ANALISI DEI DATI IDROLOGICI.....</i> | <i>16</i> |
| | 5.3 <i>IETOGRAMMA DI PROGETTO.....</i> | <i>21</i> |
| | 5.4 <i>DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PRELIMINARE</i> | <i>24</i> |
| | 5.5 <i>NORMATIVA REGIONALE EMILIA ROMAGNA IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA.....</i> | <i>27</i> |
| | 5.6 <i>DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE INVASO DI LAMINAZIONE E RECETTORI FINALI</i> <i>28</i> | |
| | 5.7 <i>PIANO DI MANUTENZIONE DELLE RETI</i> | <i>31</i> |

Allegati

1. Planimetria generale rilievo topografico e sezioni canali
2. Planimetria generale - invarianza idraulica

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce aggiornamento ed integrazione della relazione di inquadramento idrologico – idraulico elaborata nel Settembre 2020 in riferimento al futuro intervento di un nuovo insediamento logistico presso l’area sita nel comune di Sala Bolognese (BO) in via Filippo Turati - comparto D7.3.

Tale aggiornamento si è reso necessario al fine di ottemperare alla richiesta della Città Metropolitana di Bologna che con riferimento al proprio parere (prot. in ingresso Comune di Sala Bolognese Codice AOO: SALABOLO - Reg. nr.00123580229/2020 del 108/11/2020) rilasciato nell’ambito istruttorio di approvazione della variante del PUA comparto D7.3 Sala Bolognese richiedeva di aggiornare la relazione di inquadramento idrologico – idraulico in relazione alle misure previste per la riduzione del rischio derivante dalle alluvioni ed in relazione al tema dell’invarianza idraulica.

Ai fini delle successive valutazioni si è fatto riferimento anche ai seguenti parere positivi rilasciati dagli enti in relazione alle tematiche di carattere idraulico:

- Parere Regione Emilia Romagna 28/10/2020
- Parere HERA prot. in uscita prot.n.96294-36330 del 13.11.2020

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|---------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 3 di 32 |

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area in oggetto è ubicata nel Comune di Sala Bolognese (BO) in Via Filippo Turati. Da un punto di vista catastale l'area risulta inquadrata all'interno del Foglio 53, mappali: 63, 64, 109, 213, Foglio 55, mappali: 116 e Foglio 56, mappali: 9, 195, 205, 206, 208, 487, 488, 360, 361, 494.

L'area presenta una superficie totale pari a circa 98.000 mq ed attualmente risulta destinata ad utilizzo agricolo inserita in un contesto in parte urbanizzato a destinazione industriale-commerciale, in parte verde-agricolo. Si presenta interamente pianeggiante con una quota media di circa 24-25 m s.l.m., come desumibile dalla Cartografia Tecnica Regionale della Emilia Romagna (Elemento n. 220044).

Di seguito si riporta una fotografia aerea di dettaglio dell'area (**Figura o**), estratto carta tecnica regionale (**Figura 2**) e stralcio di mappa catastale (**Figura 3**).

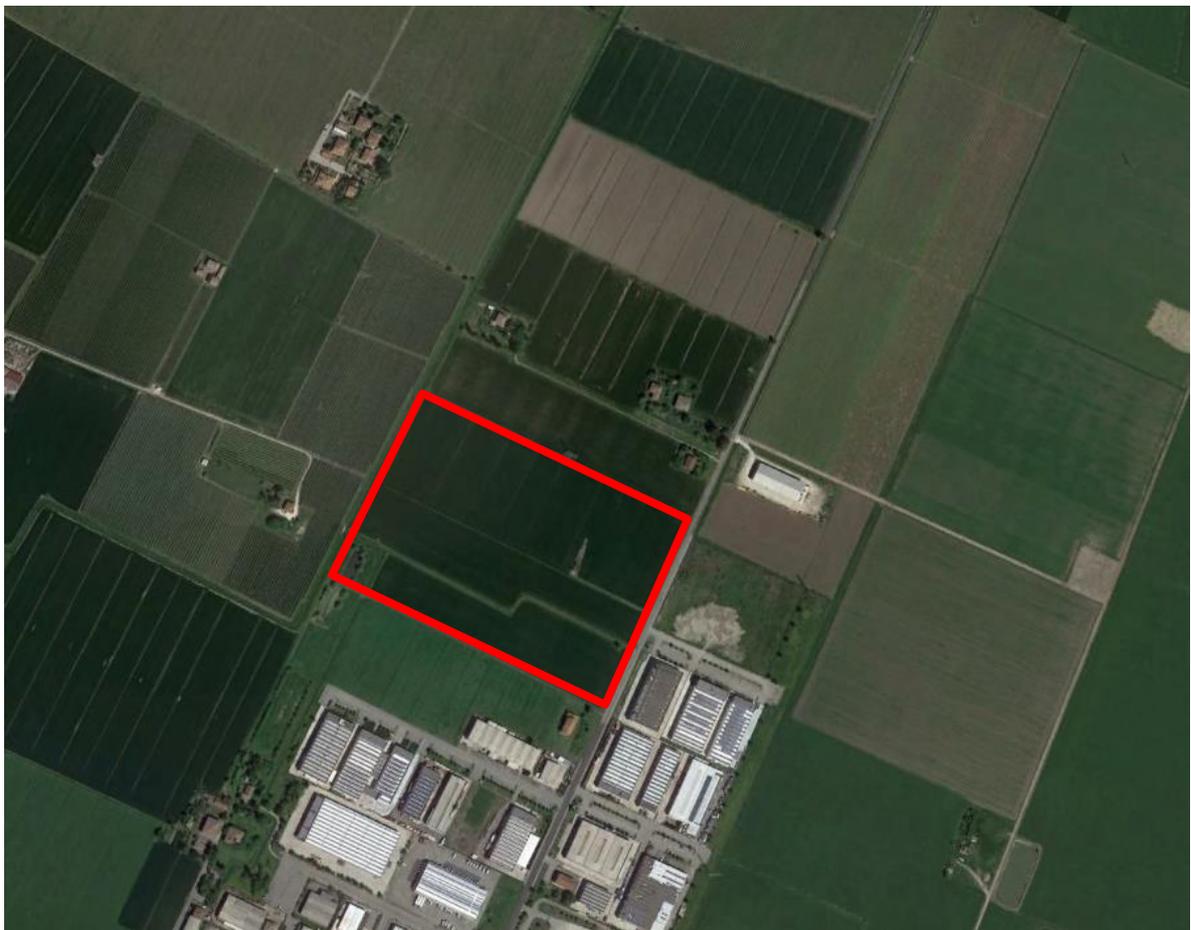


Figura o – Foto aerea con identificazione dell'area in oggetto

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|---------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 4 di 32 |

Di seguito si riporta una fotografia aerea di dettaglio dell'area (**Errore. L'origine riferimento on è stata trovata.**), estratto carta tecnica regionale e stralcio di mappa catastale.

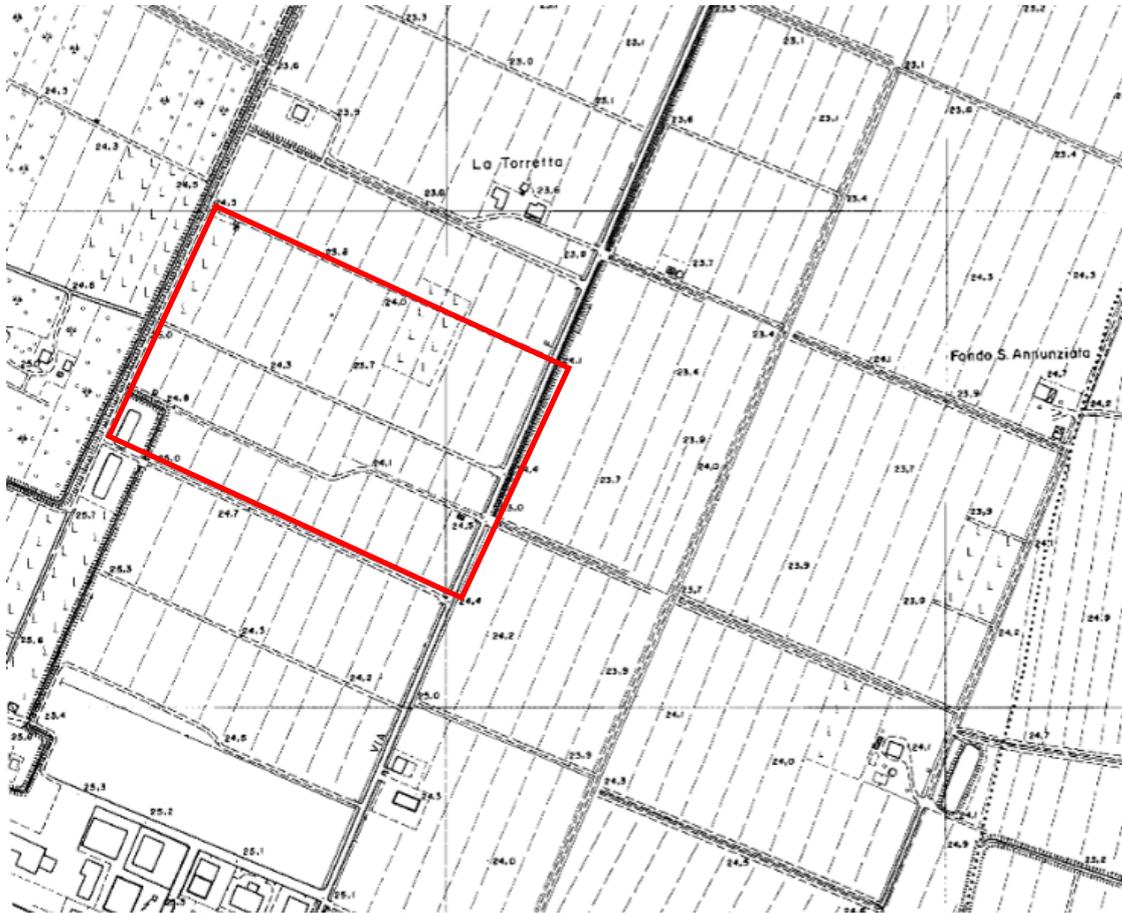


Figura 1 – Stralcio della CTR dell'Emilia Romagna - Elemento 220044

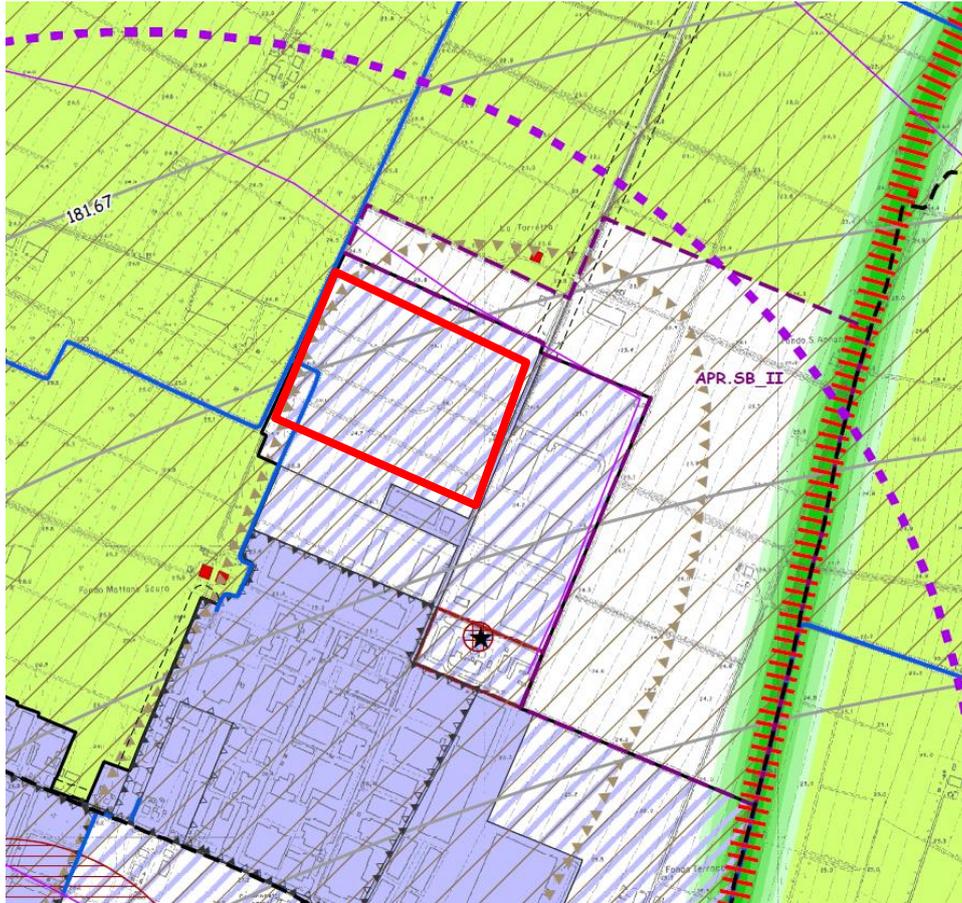


Figura 1 – Stralcio della mappa catastale

Come indicato nel Piano strutturale Comunale (PSC) approvato con deliberazione del consiglio comunale n. 27/2011, tavola 1b, l'area in oggetto risulta inquadrata come "ambiti prevalentemente a destinazione produttiva in corso di attuazione".

Lungo i propri confini l'area è caratterizzata dalla presenza di fossi irrigui mentre lungo il confine nord ovest risulta presente il canale collettore acque basse bagnetto appartenente al reticolo idrografico minore come visibile nelle figure 5 e 6.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|---------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico-idraulico | Novembre 2020 | 6 di 32 |



-  Ambiti a prevalente destinazione produttiva in corso di attuazione (Art. 31 NTA PSC)
-  Reticolo idrografico minore
-  Aree potenzialmente inondabili (Art. 61 NTA PSC)
-  Elettrodotti (Art. 72 NTA PSC)
-  Dossi e paleodossi (Art. 58 NTA PSC)
-  Ambiti agricoli di rilievo paesaggistico (ARP)
-  Ambiti di possibile trasformazione urbana per usi produttivi (APR) (Art. 34 NTA PSC)

Figura 2 – Stralcio Tavola 1b – PSC Sala Bolognese

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|---------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 7 di 32 |

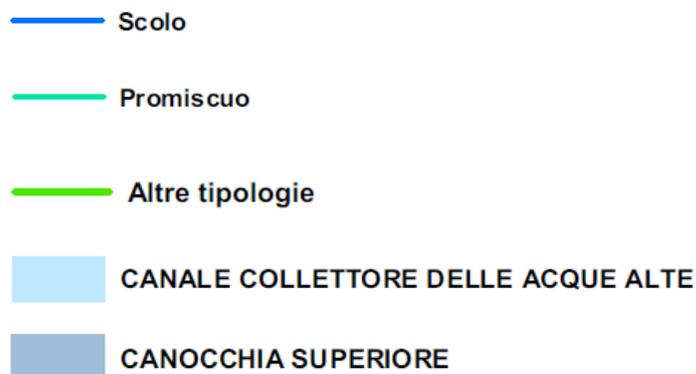
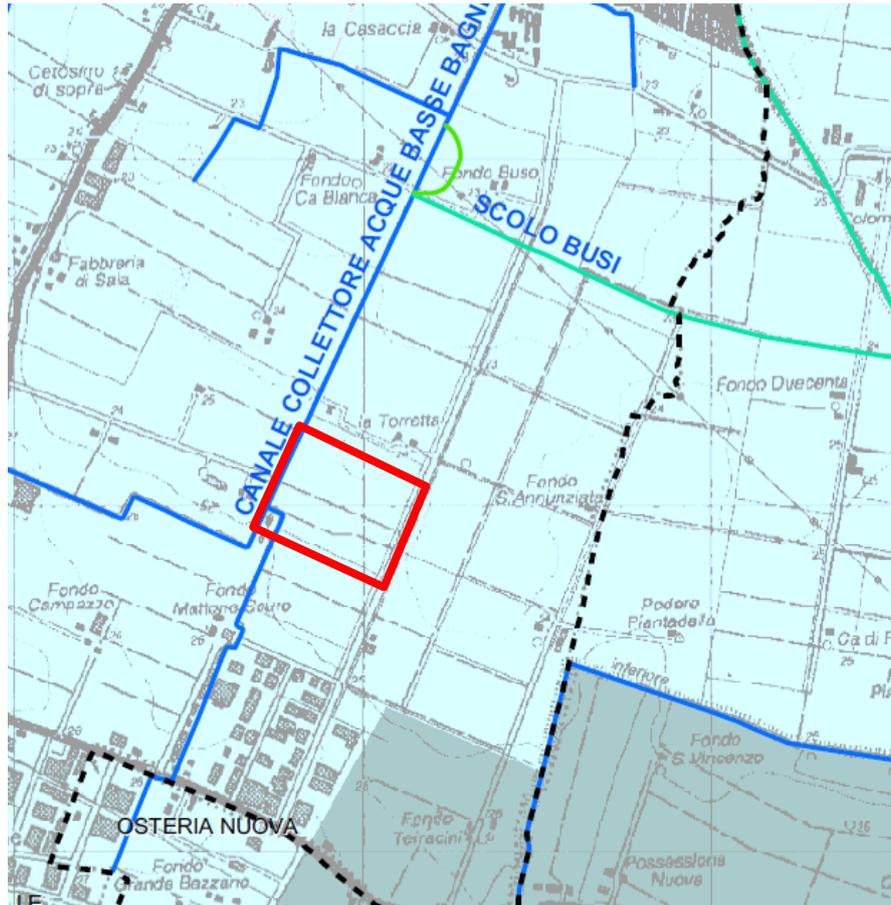
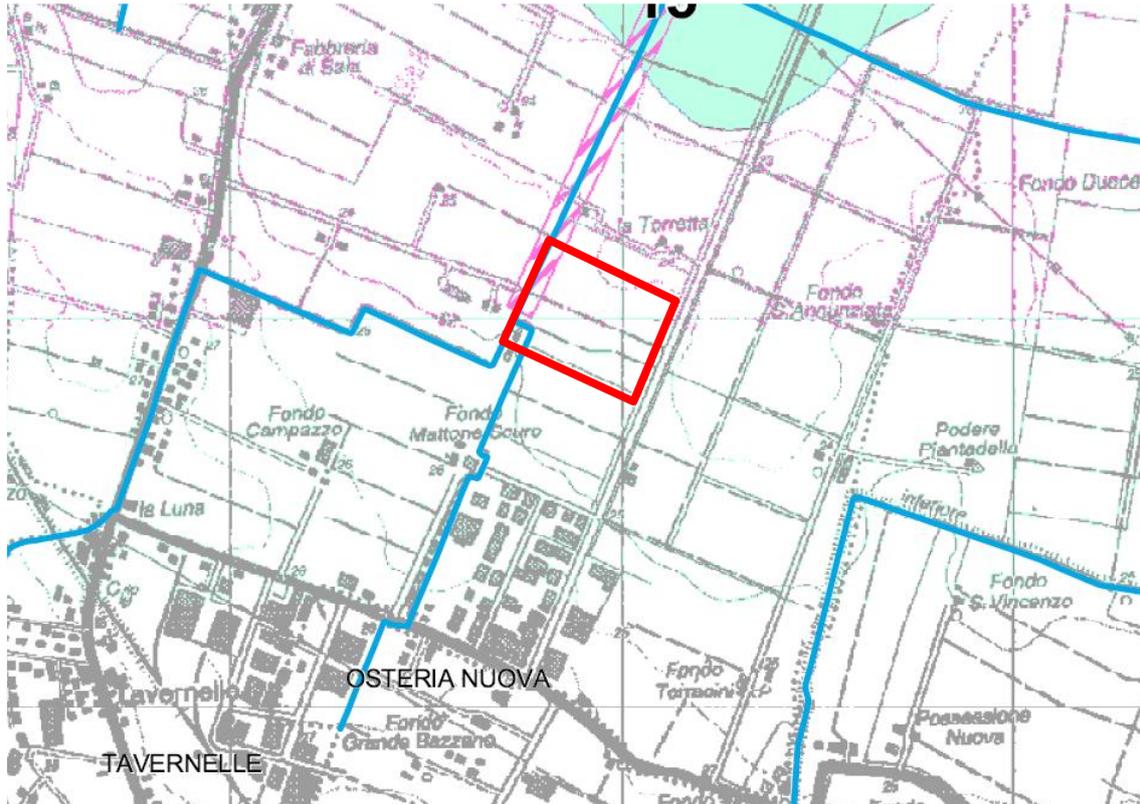


Figura 3 - Idrografia - Stralcio Tavola Sistema naturale ambientale PSC Sala Bolognese

Dal punto di vista dei rischi naturali l'area d'interesse e le aree circostanti risultano essere "potenzialmente inondabili" (vedi stralcio Tavola seguente).

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|---------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 8 di 32 |



- Aste dei corsi d'acqua principali
- Reticolo idrografico - Bonifica Reno Palata
- Depuratori
- Casse di espansione realizzate
- Casse di espansione in progetto o in corso di realizzazione
- Chiaviche principali (Consorzio di Bonifica Reno Palata)
- Impianti idrovori (Consorzio di Bonifica Reno Palata)
- Aree morfologicamente depresse a deflusso idrico difficoltoso
- Aree morfologicamente depresse e/o a debolissima pendenza
- Linea di possibile sormonto arginale per piene con tempo di ritorno di 100 anni.
- Emergenze idrauliche (Consorzio di Bonifica Reno Palata)

Figura 4 - Criticità idrauliche - Stralcio Tavola Sistema naturale ambientale PSC Sala Bolognese

3 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

L'area in oggetto, ha una superficie territoriale pari a circa 98.000 mq. Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo insediamento logistico la cui capacità finale risulta pari a circa 21500 mq. Circa 2900 mq saranno destinati a parcheggio pubblico mentre circa 43.000 mq saranno destinati a parcheggio privato.

Si prevede la realizzazione di superfici filtranti a verde per una superficie di circa 12.000 mq a servizio delle opere pubbliche e circa 12.500 mq a servizio delle opere private. Di seguito si riporta relativo masterplan di progetto.



Committente

The Blossom Avenue Partners
Corso Italia, 13
20122 – Milano

Documento

PUA Ambito D7-3
Comune di Sala Bolognese (BO)
Relazione di inquadramento idrologico-
idraulico

Data stampa

Novembre 2020

Pagina

10 di 32

DATI DI PROGETTO

 Superficie territoriale98.300 mq

 Superficie fondiaria.....82.348 mq

Superficie Complessiva (SC) di progetto a dest. logistica.....28.533 mq < 29.806 mq

VERIFICATO

di cui

 Magazzino.....21.456 mq

 Locale ricarica batterie.....660 mq

 Uffici - spogliatoi.....1.940 mq

 Pensilina.....4.447 mq

 Guardania.....30 mq

Standard reperiti dal progetto.....14.760 mq > 14.745 mq VERIFICATO

di cui

 Parcheggi pubblici.....2.930 mq
per un complessivo di 87 posti auto (82+5 disabili)

 Verde pubblico.....11.830 mq
(compresa vasca di laminazione)

 Vasca di laminazione

 Cabina Enel

 Strada campestre a servizio della manutenzione della vasca di laminazione (larghezza 3 m)

 Area accesso cabina elettrica pavimentazione in calcestre

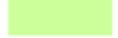
Parcheggi pertinenziali minimi richiesti = 1 posto auto/addetti/turno

Addetti/turno = 70

 Parcheggi pertinenziali reperiti:
70 posti auto

VERIFICATO

 Area di pertinenza privata (piazzale).....41.679 mq

 Area di pertinenza privata (Verde privato).....12.650 mq

Superficie verde permeabile minima (Requisito APEA) = 25% ST = 24.575 mq

Verde pubblico 11.830 mq

Area di pertinenza privata (Verde privato) 12.650 mq

Stalli con superficie semi permeabile in area pubblica 1027*50%=513 mq

Stalli con superficie semi permeabile in area privata 864*50%=432 mq

 Superficie Verde permeabile.....25.425 mq > 24.575 mq **VERIFICATO**

 Stalli con superficie semi permeabile

Figura 5 – Master Plan di progetto

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 11 di 32 |

4 VALUTAZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO

In merito alla classificazione dell'area rispetto al PGRA e considerato che l'area medesima ricade in zona P₃ in relazione al reticolo principale ed in zona P₂ in relazione al reticolo secondario è stato effettuato specifico approfondimento in relazione al rischio idraulico derivante dalla presenza in adiacenza all'area degli scoli Sacerno e C.C.A.B. Bagnetto.

A tal fine in data 02/11/2020 la scrivente ha inviato al Consorzio della bonifica Renana - ente gestore dei due canali - specifica richiesta di valutazione del maggior rischio idraulico ai sensi del PGRA in merito alle opere di progetto allegando alla suddetta richiesta la Tavola progettuale dell'intervento e la Relazione di inquadramento idrologico-idraulico.

A tale richiesta il Consorzio della bonifica Renana ha risposto in data 17/11/2020 richiedendo le seguenti integrazioni documentali:

1. Rilievo plano altimetrico (quote di fondo e cigli canale) relativo alle 4 sezioni trasversali degli scoli Sacerno e C.C.A.B. Bagnetto contraddistinte con segno trasversale rosso presente nella planimetria allegata;
2. Rilievo delle quote altimetriche dei 2 ponti riportati nella planimetria allegata (quote lato monte e valle), contrassegnati con segno trasversale nero e rilievo delle caratteristiche dei ponti stessi (altezza e larghezza del tombino presente);
3. Piano quotato relativo all'area di sedime interessata dalla trasformazione urbanistica e di eventuali barriere antropiche presenti nelle immediate vicinanze della aree oggetto di valutazione PGRA (strade, rilevati, dossi, etc.).

In data 24/11/2020 la scrivente ha inviato al Consorzio della bonifica Renana quanto richiesto. (vedi tavola in **allegato 1**). Dall'analisi delle sezioni topografiche di cui sopra e visibili in **allegato 1** emerge sinteticamente quanto segue:

- il fondo del canale C.C.A.B. Bagnetto in corrispondenza delle sezioni 3 e 4 in **allegato 1** risulta all'incirca -2,5 metri rispetto al ciglio del canale all'interno dell'area allo stato di fatto
- il fondo del canale Sacerno in corrispondenza della sezione 1 in **allegato 1** risulta all'incirca -1,8 metri rispetto al ciglio del canale all'interno dell'area allo stato di fatto

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 12 di 32 |

Allo stato di progetto il piazzale lato ovest dell'area fronte C.C.A.B. Bagnetto e canale Sacerno avrà una quota topografica di 55,5 metri slm e pertanto tale area sarà rialzata di circa 60 cm rispetto al ciglio del canale C.C.A.B. Bagnetto allo stato di fatto (54,90 metri slm). In fig. 7 e 8 si riporta dettaglio della sezione AA (fig. 6) richiamata nella tavola progettuale in **allegato 2** da cui è possibile vedere le suddette quote progettuali.

Con tale tipologia di configurazione progettuale l'area di intervento risulterà pertanto garantita rispetto a tiranti idrici in occasioni di eventi di emergenza idraulica sino a 50 cm (tenuto conto di un ulteriore franco di sicurezza di 10 cm).

Tenuto pertanto conto del fatto che allo stato di progetto non sono previsti nuovi locali interrati e che il piazzale di progetto lato ovest dell'area fronte C.C.A.B. Bagnetto e canale Sacerno sarà rialzato di circa 60 cm rispetto allo stato di fatto si ritiene che le scelte progettuali previste siano tali da gestire un'emergenza idraulica con tirante idraulico sino a 50 cm.

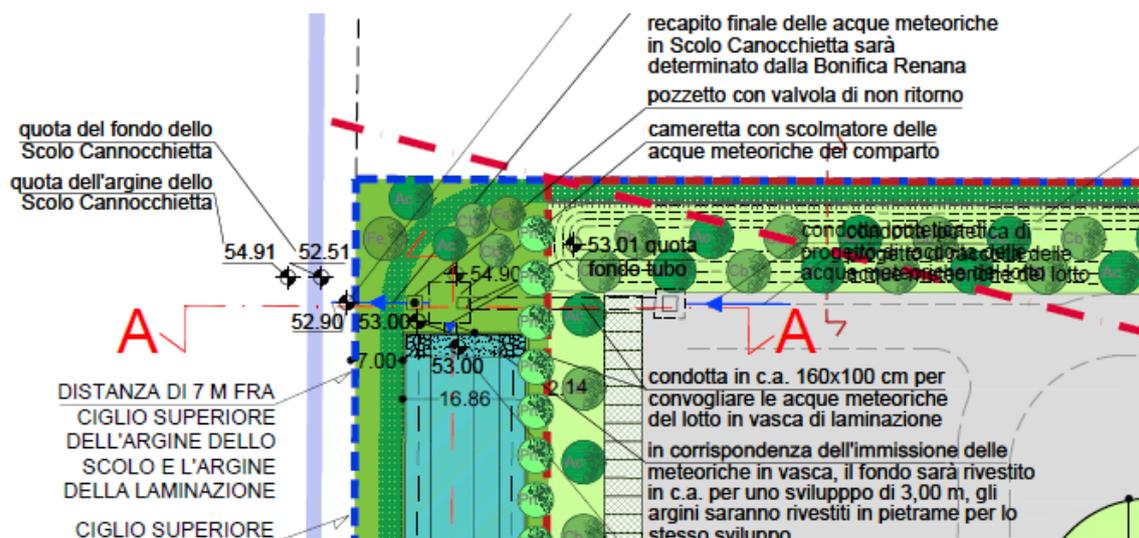


Figura 6 - Sez AA

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico-idraulico | Novembre 2020 | 13 di 32 |

SEZIONE A-A
sc 1/100



Figura 7 - Dettaglio sezione A-A lato piazzale di progetto - quota 55,50 m slm

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 14 di 32 |

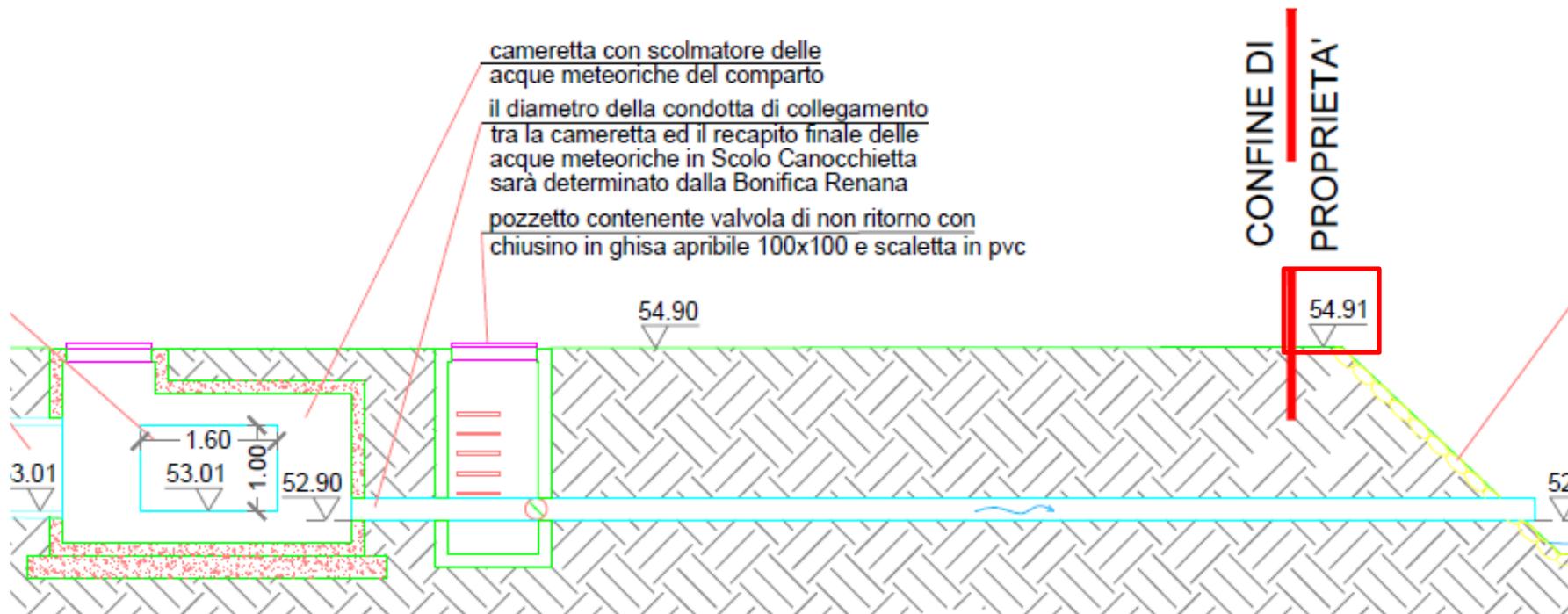


Figura 8 - Dettaglio sezione A-A lato canale C.C.A.B. Bagnetto - quota 54,91 m slm

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 15 di 32 |

5 MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA

5.1 PRINCIPI GENERALI

Il principio di invarianza idraulica ed idrologica ha lo scopo ultimo di garantire, per mezzo di adeguate strategie progettuali, l'ottenimento di un drenaggio urbano sostenibile, ed in particolare un sistema di gestione delle acque meteoriche urbane, costituito da un insieme di strategie, tecnologie e buone pratiche volte a ridurre i fenomeni di allagamento urbano, a contenere gli apporti di acque meteoriche ai corpi idrici ricettori mediante il controllo «alla sorgente» delle acque meteoriche, e a ridurre il degrado qualitativo delle acque. In particolare:

- a) Invarianza idraulica: principio in base al quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione;
- b) invarianza idrologica: 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.

Sulla base dei suddetti principi vengono pertanto progettati i sistemi di drenaggio.

5.2 ANALISI DEI DATI IDROLOGICI

L'analisi delle precipitazioni estreme si basa sull'acquisizione delle serie temporali contenute negli annali idrologici (anno, 1 h, 3h, 6 h, 12h, 24h) e sull'analogia del concetto di tempo di ritorno Tr (Tr : intervallo di tempo medio in cui una certa intensità di precipitazione si ripete) dall'analisi empirica a quella probabilistica. La scelta di tale parametro dipende dal tipo di opera in progetto e/o verifica. Il calcolo della sollecitazione pluviometrica si basa sull'applicazione della teoria della probabilità e dell'analisi statistica. Si vuole determinare, per ogni durata, la corrispondenza tra quantili (assegnati tempi di ritorno) e altezza di precipitazione.

$$Tr = \frac{m}{1 - Fr(H < h^*)} = \frac{m}{1 - P(H < h^*)}$$

Per ogni durata si cercherà di interpolare i dati ad una distribuzione di probabilità. La famiglia di curve candidata per questo scopo è la Curva dei valori estremi di tipo 1, o curva di Gumbel:

$$P[H < h; a, b] = e^{-e^{-\frac{h-a}{b}}} \quad \text{con } -\infty < h < \infty$$

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 16 di 32 |

b è un parametro di forma, a un parametro di posizione.

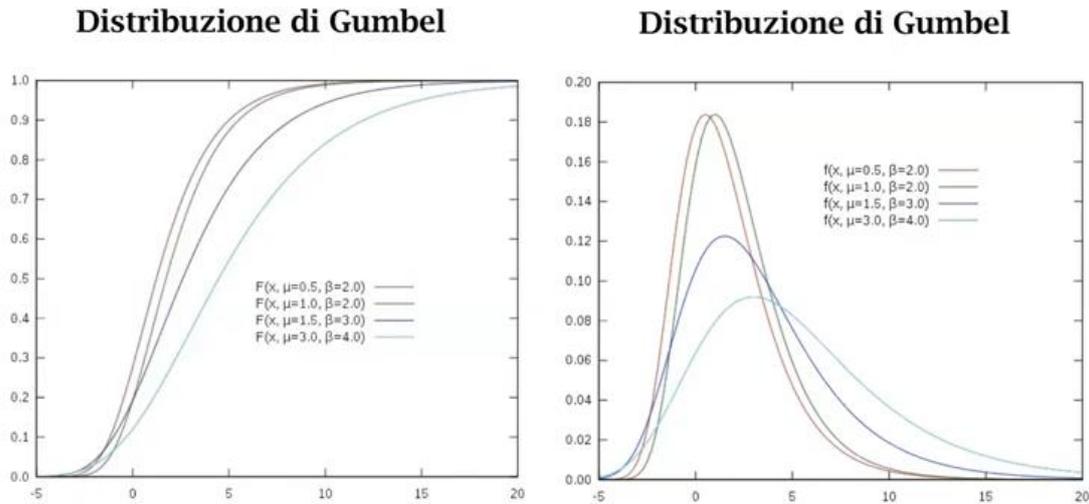


Figura 7 – Probabilità e densità di probabilità secondo Gumbel

Per adattare la famiglia di curve di Gumbel ai dati si usano dei metodi di adattamento dei parametri. I metodi a cui si fa riferimento sono:

- il metodo dei minimi quadrati;
- il metodo dei momenti;
- il metodo della massima verosimiglianza.

Le curve di possibilità pluviometrica sono curve che, per un assegnato tempo di ritorno (T_r), forniscono l'altezza di precipitazione per un'assegnata durata:

$$h(t_p, T_r) = a(T_r)t_p^n$$

con $n > 0$ e $n < 1$

Per ogni durata interpolo una distribuzione di probabilità ai dati. Con la distribuzione di probabilità, assegnato il tempo di ritorno:

$$P[H < h] = 1 - \frac{m}{T_r}$$

Otengo la probabilità.

Con il valore della probabilità ed invertendo la curva di probabilità, ottengo il valore di altezza di precipitazione corrispondente a quella durata e a quella di probabilità.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico-idraulico | Novembre 2020 | 17 di 32 |

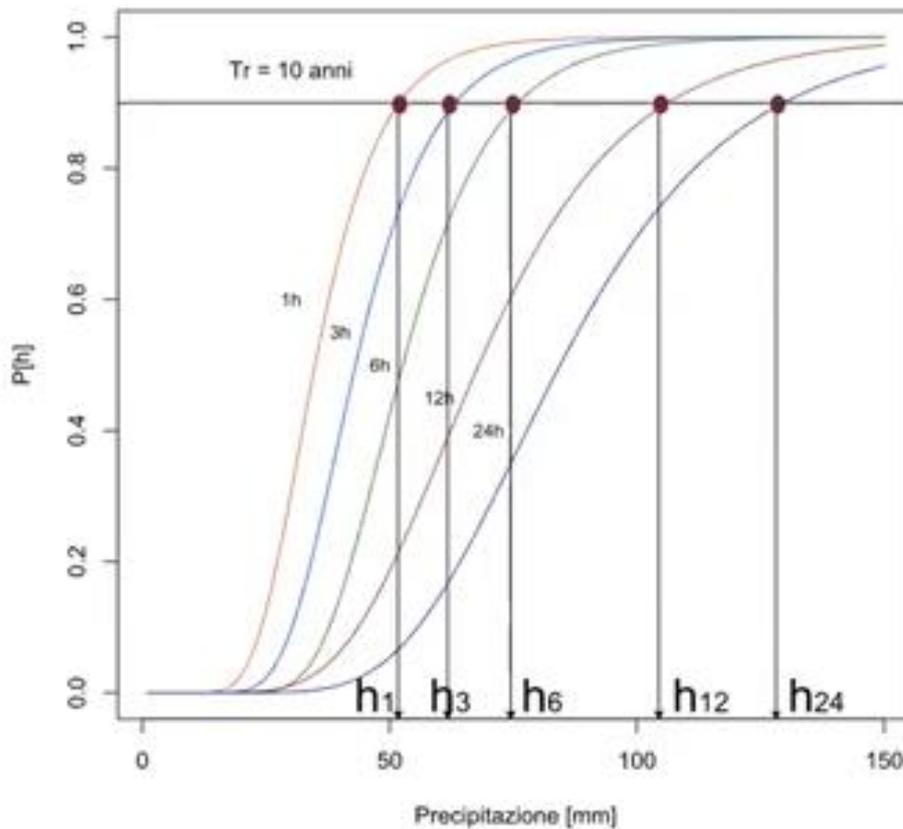


Figura 8 – Schema concettuale estrapolazione casi critici per Curva Possibilità Climatica

Con un metodo di regressione ottengo le curve di possibilità pluviometrica. Per l'elaborazione dei dati statistico-probabilistica, trattandosi di un livello preliminare di progettazione, vengono utilizzate, per le valutazioni successive, n. 10 serie di dati desunte dagli Annali Idrologici per la stazione pluviometrica più prossima alla zona dell'intervento (Stazione pluviometrica di riferimento: Padulle di Sala Bolognese). Per l'estrapolazione delle curve per durate di pioggia inferiori ad 1 ora, nelle zone in cui non sono fruibili osservazioni per durate inferiori a un'ora, come nel nostro caso, bisogna far riferimento a dati relativi ad altre stazioni (Stazione Pluviometrica : Bologna). Si considereranno i valori di Tr da adottare nei problemi applicativi che si dovranno affrontare in fase di progettazione definitiva.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 18 di 32 |

| ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL (d>1h) | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|------|
| • Durata della pioggia critica (ore) | | | | | | | | |
| Anno | 1 Ora | 3 Ore | 6 Ore | 12 Ore | 24 Ore | | | |
| 2009 | 22,80 | 30,00 | 33,60 | 38,60 | 54,80 | | | |
| 2010 | 21,60 | 27,80 | 29,60 | 35,20 | 45,00 | | | |
| 2011 | 34,20 | 34,80 | 35,00 | 39,20 | 41,60 | | | |
| 2012 | 13,60 | 22,40 | 26,00 | 28,80 | 38,20 | | | |
| 2013 | 23,80 | 25,00 | 28,20 | 36,20 | 37,00 | | | |
| 2014 | 35,80 | 39,40 | 39,60 | 39,60 | 40,60 | | | |
| 2015 | 20,40 | 22,40 | 37,20 | 52,40 | 57,20 | | | |
| 2016 | 27,20 | 44,80 | 44,80 | 44,80 | 44,80 | | | |
| 2017 | 27,20 | 27,20 | 27,40 | 39,60 | 61,20 | | | |
| 2018 | 48,40 | 50,60 | 69,20 | 69,40 | 73,80 | | | |
| • $h=a*t^n$ | | | | | | | | |
| Tr | 1 | Ora | 3 Ore | 6 Ore | 12 Ore | 24 Ore | a | n |
| 2 | | 25,39 | 31,29 | 35,70 | 40,74 | 46,48 | 25,39 | 0,19 |
| 10 | | 39,65 | 46,90 | 52,14 | 57,97 | 64,45 | 39,65 | 0,15 |
| 30 | | 48,26 | 56,27 | 62,00 | 68,31 | 75,26 | 48,26 | 0,14 |
| 50 | | 52,20 | 60,55 | 66,50 | 73,03 | 80,20 | 52,20 | 0,14 |
| 100 | | 57,50 | 66,32 | 72,56 | 79,39 | 86,86 | 57,50 | 0,13 |
| 200 | | 62,80 | 72,06 | 78,60 | 85,72 | 93,50 | 62,80 | 0,13 |

Tabella 1 – Curve di possibilità climatica in forma tabellare

Curva possibilità pluviometrica

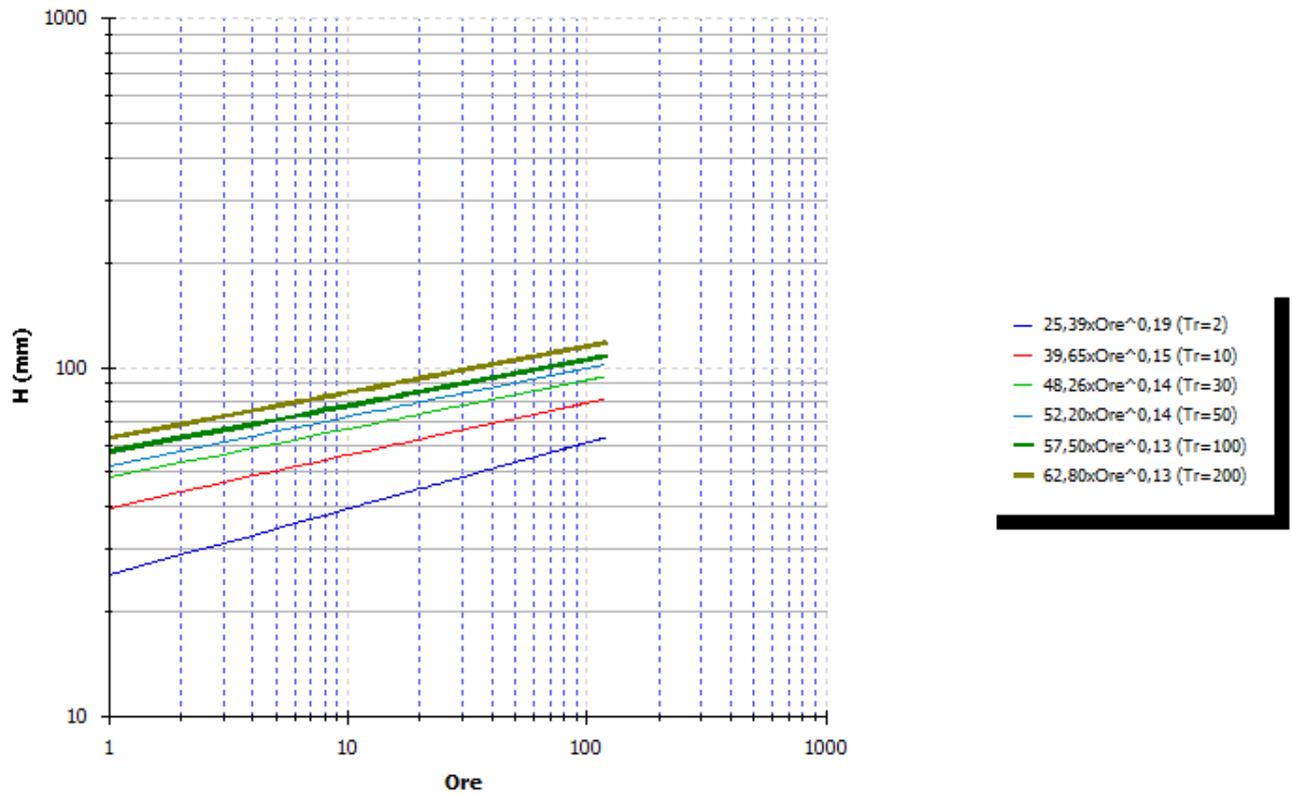


Figura 10 – Curve di possibilità climatica in forma grafica

5.3 IETOGRAMMA DI PROGETTO

Per l'applicazione dei modelli afflussi-deflussi in fase di progettazione possono utilizzarsi serie pluviometriche costituite da:

- ietogrammi isolati;
- serie temporali;
- serie spazio-temporali continue.

Gli ietogrammi e le serie temporali possono essere :

- storici;
- sintetici.

Gli ietogrammi storici vengono utilizzati per ricostruire gli idrogrammi di piena reali allo scopo di:

- tarare un modello di trasformazione afflussi-deflussi;
- valutare la portata nella sezione di chiusura con modello tarato.

Nei consueti problemi di dimensionamento o nella verifica in condizioni estreme del comportamento di un'opera si ricorre solitamente al tracciamento di ietogrammi sintetici. Di seguito si riportano la simulazione di alcuni ietogrammi sintetici di comune uso nella pratica progettuale con $T_r = 10$ anni:

- ietogramma rettangolare;
- ietogramma triangolare;
- ietogramma Chicago.

Si sono assunti valori rappresentativi dei parametri come 20 minuti per la durata di pioggia (come suggerito alcuni Autori in letteratura: tempo di pioggia maggiore del tempo di corrivazione del bacino in esame) e 0,5 per il valore del parametro di posizione del picco (r).

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 21 di 32 |

| SCALA DELLE PORTATE | | | | |
|---------------------|---------|--|---|---|
| t (min) | t (ore) | ietogramma costante - intensità (mm/ora) | ietogramma triangolare - intensità (mm/ora) | ietogramma chicago - intensità (mm/ora) |
| 1 | 0,017 | 100,878 | 10,088 | 15,818 |
| 2 | 0,033 | 100,878 | 30,263 | 17,389 |
| 3 | 0,05 | 100,878 | 50,439 | 19,346 |
| 4 | 0,067 | 100,878 | 70,615 | 21,857 |
| 5 | 0,083 | 100,878 | 90,79 | 25,207 |
| 6 | 0,1 | 100,878 | 110,966 | 29,927 |
| 7 | 0,117 | 100,878 | 131,141 | 37,134 |
| 8 | 0,133 | 100,878 | 151,317 | 49,69 |
| 9 | 0,15 | 100,878 | 171,493 | 78,25 |
| 10 | 0,167 | 100,878 | 191,668 | 714,161 |
| 11 | 0,183 | 100,878 | 191,668 | 714,161 |
| 12 | 0,2 | 100,878 | 171,492 | 78,25 |
| 13 | 0,217 | 100,878 | 151,317 | 49,69 |
| 14 | 0,233 | 100,878 | 131,141 | 37,134 |
| 15 | 0,25 | 100,878 | 110,966 | 29,927 |
| 16 | 0,267 | 100,878 | 90,79 | 25,207 |
| 17 | 0,283 | 100,878 | 70,615 | 21,857 |
| 18 | 0,3 | 100,878 | 50,439 | 19,346 |
| 19 | 0,317 | 100,878 | 30,263 | 17,389 |
| 20 | 0,333 | 100,878 | 10,088 | 15,818 |

Tabella 2 – Ietogrammi di progetto sintetici in forma tabellare

— letogramma Costante — letogramma Triangolare — letogramma chicago

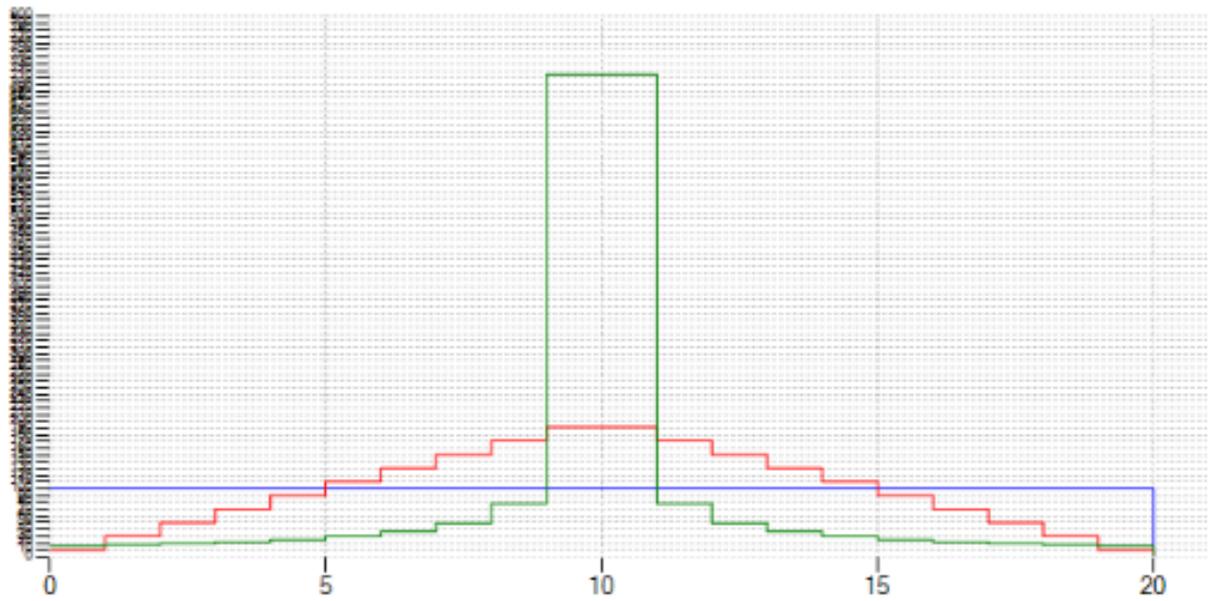


Figura 11 – letogrammi di progetto sintetici in forma grafica

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 23 di 32 |

5.4 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO PRELIMINARE

Per la valutazione preliminare della rete di drenaggio a servizio dell'intervento e dell'effetto dell'urbanizzazione in termini di portata meteorica da gestire, si procede all'applicazione di modelli afflussi-deflussi a parametri globali. Tali modelli di calcolo di prima approssimazione restituiscono le portate in sezioni specifiche utilizzando operatori idrologici che simulano il comportamento dell'intero bacino.

Il modello matematico è la formula "razionale" che correla la portata al colmo critica nella sezione con l'intensità di pioggia.

$$Qc = C i(T_r, \theta_c)S$$

Con C coefficiente "runoff" e $i(T_r, \theta_c)$ l'intensità di pioggia correlata al tempo di ritorno e alla durata critica.

Nel caso di bacini urbanizzati la quota di infiltrazione può essere desunta attraverso l'applicazione di regole pratiche che calcolano il coefficiente di deflusso ϕ , inteso come:

$$\phi = \frac{\text{Volume deflusso}}{\text{Volume afflusso totale}}$$

Nel nostro caso, trattandosi di un bacino "urbano" le cui superfici impermeabili e permeabili sono chiaramente individuabili, si può procedere al calcolo del coefficiente di deflusso attraverso una media ponderale.

$$\phi = \phi_{imp} \frac{S_{imp}}{S} + \phi_{perm} \left(1 - \frac{S_{imp}}{S}\right)$$

| Tempo di ritorno (anni) | ϕ_{imp} | ϕ_{perm} |
|-------------------------|--------------|---------------|
| < 2 | 0,60 ÷ 0,75 | 0,00 ÷ 0,15 |
| 2 ÷ 10 | 0,65 ÷ 0,80 | 0,10 ÷ 0,25 |
| >10 | 0,70 ÷ 0,90 | 0,15 ÷ 0,30 |

Tabella 3 – Coefficienti di deflusso in relazione al tempo di ritorno di progetto

Elaborando i dati di progetto di seguito riportati e utilizzando un tempo di ritorno (Tr) opportuno per il dimensionamento della rete di drenaggio (Tr = 10 anni) , calcolato il coefficiente di deflusso medio pari a 0,65, si ottiene la portata massima al colmo in uscita dal bacino "urbano". Per il calcolo della sollecitazione pluviometrica sono stati utilizzati i dati pluviometrici relativi alla Stazione di Bologna in quanto non reperibili dati di durata inferiore ad un'ora per la stazione di Sala Bolognese (dati relativi agli scrosci meno sensibili a variazioni di spazialità). Per la valutazione del tempo di corrivazione del bacino si è assunto un tempo pari a 15 minuti comprensivo sia del tempo di traslazione del percorso più lungo che del tempo di entrata.

| ELABORAZIONE SERIE PLUVIOMETRICA METODO DI GUMBEL (d<1h) | | | | | | | |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|------|------|
| • Durata della pioggia critica (ore) | | | | | | | |
| Anno | 10 min | 15 min | 20 min | 30 min | 45 min | | |
| 1971 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1972 | 10,20 | 13,40 | 15,40 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1973 | 0,00 | 11,00 | 15,00 | 17,20 | 0,00 | | |
| 1974 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 32,00 | 0,00 | | |
| 1975 | 0,00 | 0,00 | 12,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1976 | 10,60 | 12,20 | 0,00 | 13,60 | 0,00 | | |
| 1977 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 19,80 | 0,00 | | |
| 1978 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 18,20 | | |
| 1979 | 0,00 | 0,00 | 16,40 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1980 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1981 | 11,40 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1982 | 0,00 | 0,00 | 28,00 | 32,00 | 0,00 | | |
| 1983 | 0,00 | 0,00 | 21,00 | 0,00 | 0,00 | | |
| 1984 | 0,00 | 19,00 | 0,00 | 24,20 | 0,00 | | |
| 1985 | 0,00 | 0,00 | 14,00 | 0,00 | 20,60 | | |
| 1986 | 0,00 | 0,00 | 14,00 | 17,40 | 0,00 | | |
| 1987 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,60 | 0,00 | | |
| 1988 | 0,00 | 13,80 | 17,00 | 20,60 | 0,00 | | |
| • $h=a*t^n$ | | | | | | | |
| Tr | 10 min | 15 min | 20 min | 30 min | 45 min | a | n |
| 10 | 9,57 | 12,09 | 14,01 | 16,23 | 18,81 | 9,57 | 0,21 |

Tabella 5 – Curve di possibilità climatica in forma tabellare (d<1h)

La portata meteorica massima da gestire all'uscita dalla rete di drenaggio risulta essere:

$$Q_c = 0,51 \left[\frac{mc}{s} \right]$$

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|--------------------|---------------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 26 di 32 |

5.5 NORMATIVA REGIONALE EMILIA ROMAGNA IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA

In riferimento alla DIRETTIVA PER LA SICUREZZA IDRAULICA NEI SISTEMI IDROGRAFICI DI PIANURA NEL BACINO DEL RENO redatto dall' Autorità di Bacino del Reno (Allegato A) alla delibera 1/2 del 25-02-09 la maggior parte delle aree costituenti i bacini idrografici sono soggette a norme finalizzate ad impedire ogni incremento degli apporti d'acqua alla rete idrografica consortile indotto da modifiche dell'uso del suolo.

A tal fine la modifica dell'uso del suolo in progetto sarà subordinata alla realizzazione di interventi compensativi che garantiscano la cosiddetta "invarianza idraulica".

I contenuti della direttiva prevedono che per aree soggette a trasformazioni edilizie, siano realizzati sistemi di raccolta delle acque piovane per un volume complessivo di almeno 500 mc per ettaro di superficie territoriale, ad esclusione delle superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 27 di 32 |

5.6 DIMENSIONAMENTO PRELIMINARE INVASO DI LAMINAZIONE E RECETTORI FINALI

Per la zona in esame (Comune di Sala Bolognese), in quanto ricadente all'interno del "territorio di pianura, ... indicate nelle tavole 1.1 e 1.2 "Classificazione del reticolo idrografico e ambiti territoriali", devono essere applicate le disposizioni di cui all'art. 20 delle NTA del PAI "Controllo degli apporti d'acqua in pianura e nel territorio collinare", secondo quanto disposto dalla "Modifica all'art. 20 relativo al controllo degli apporti d'acqua delle Norme del Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del bacino del Fiume Reno", approvata con deliberazione della Giunta della Regione Emilia Romagna n. 857 del 17/06/2014 ed entrata in vigore con la pubblicazione nel BUR del 2 luglio 2014.

Secondo le disposizioni del comma 1 dell'art. 20 delle NTA modificate, al fine di non incrementare gli apporti d'acqua piovana al sistema di smaltimento e di favorire il riuso di tale acqua, i Comuni, all'interno di tali aree, prevedono "... *nelle zone di espansione, per le aree non già interessate da trasformazioni edilizie, **la realizzazione di sistemi di raccolta delle acque piovane almeno 500 metri cubi per ettaro di superficie territoriale per le aree ricadenti nel territorio di pianura***".

Nello sviluppo del progetto dell'intervento si è proceduto all'analisi delle soluzioni progettuali utili all'effetto di laminazione delle acque meteoriche. In accordo con le "Linee guida per la progettazione dei sistemi di raccolta delle acque piovane nelle reti idrografiche di pianura" (Allegato A alla deliberazione n. 1/3 del 5 marzo 2014) dell'Autorità di Bacino del Reno si è fatto riferimento alla SN superficie netta scolante espressa in metri quadri ed intesa come la superficie territoriale (ST) meno le superfici permeabili destinate a parco o a verde compatto (SV).

Le soluzioni tipologiche individuate per le pertinenze privata e pubblica sono le seguenti:

- **Scarico terminale 1 aree private - ST1** : ai fini del rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica sarà realizzata una vasca di laminazione a servizio delle aree private scavata in profondità per permettere il contenimento delle acque afferenti al canale di bonifica "Scolo Cannocchetta".

A corredo della suddetta vasca di laminazione saranno previsti gli organi di regolazione in opportuno manufatto e scarico terminale. La tubazione in uscita sarà tarata in funzione della portata Q scaricabile in accordo con l'Ente gestore del canale (Consorzio di Bonifica Reno) che saranno forniti in fase di progettazione definitiva.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico-idraulico | Novembre 2020 | 28 di 32 |

Saranno altresì previsti organi necessari a evitare il rigurgito del ricettore nel sistema di invarianza (valvole di non ritorno, paratoie, ecc...). Di seguito si riporta dettaglio del calcolo di dimensionamento della suddetta vasca di laminazione.

| | | |
|---|---------------|-----------|
| Superficie Territoriale (St) | 98300 | m2 |
| St afferente la vasca di laminazione | 91808 | m2 |
| Spermeabile totale area ST1 | 22081 | m2 |
| Spermeabile afferente la vasca di laminazione | 20110 | m2 |
| Simpermabile afferente la vasca di laminazione | 71698 | m2 |
| Volume vasca di laminazione | 3584,9 | m3 |

Considerando che il volume richiesto dalla vasca di laminazione è pari a 500 m3 per ogni 10.000 m2 di superficie netta scolante intesa come la superficie territoriale (ST) meno le superfici permeabili il volume richiesto della vasca di laminazione risulta pari a 3584 m3 .

Caratteristiche dimensionali Vasca di progetto altezza 1,7 metri

$$(1572,00 \times 1,70(h)) + (3,40 \times 1,70/2) \times 354,00 = \mathbf{3695,46 \text{ mc}} > 3584,90 \text{ mc}$$

- **Scarico terminale 2 aree pubbliche - ST2:** ai fini del rispetto del principio di invarianza idraulica ed idrologica sarà effettuato il sovradimensionamento delle condotte al fine di permettere la funzione di laminazione.

Con tale tecnica il volume di laminazione viene garantito dal volume delle condotte che trasportano le acque meteoriche dei parcheggi pubblici verso il sistema ricettore finale che sarà la fognatura pubblica su Via Turati.

Anche per questo tipo di soluzione si prevedono organi di regolazione in opportuno manufatto e lo scarico terminale dimensionato in funzione alle prescrizioni dell'Ente gestore della fognatura (HERA) che saranno forniti in fase di progettazione definitiva. Di seguito si riporta dettaglio del calcolo di dimensionamento delle suddette condotte realizzate con sistema scatolare in cemento armato.

| | | |
|---|--------------|-----------|
| Superficie Territoriale (St) | 98300 | m2 |
| St afferente la condotta di laminazione | 6492 | m2 |
| Spermeabile totale area ST2 | 1974 | m2 |
| Spermeabile afferente la condotta di laminazione | 1668 | m2 |
| Simpermabile afferente la vasca di laminazione | 4824 | m2 |
| Volume condotta di laminazione | 241,2 | m3 |

Considerando che il volume richiesto dalla condotta di laminazione è pari a 500 m³ per ogni 10.000 m² di superficie netta scolante intesa come la superficie territoriale (ST) meno le superfici permeabili il volume richiesto della condotta di laminazione risulta pari a 241 m³.

Caratteristiche dimensionali condotta di laminazione:

Scatolare in c.a.=1,50x0,50 m

Sviluppo della condotta: 342,00 m

Volume di laminazione dei parcheggi pubblici di progetto:

$(1,50 \times 0,50) \times 324,00 = \mathbf{243,00 \text{ mc}} > 241,20 \text{ mc}$

In **allegato 3** si riporta planimetria di progetto.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 30 di 32 |

5.7 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE RETI

La manutenzione sarà fondamentale per garantire il mantenimento in efficienza delle strutture e degli elementi realizzati per le funzioni di drenaggio delle acque meteoriche; servirà ad assicurare alle strutture stesse un periodo di vita più lungo, permettendo di intervenire periodicamente nell'individuazione di eventuali malfunzionamenti che, se trascurati, ne potrebbero pregiudicare irrimediabilmente le funzioni.

La prima e più semplice distinzione riguarda sicuramente gli interventi ordinari, da svolgersi periodicamente seguendo un calendario prestabilito, dagli interventi straordinari, necessari al ripristino delle funzioni in caso di malfunzionamento, guasto o successivamente ad eventi meteorici o di altra natura che interessino direttamente o indirettamente le strutture.

Gli interventi di manutenzione ordinaria a seguito anche di un semplice controllo visivo dello stato di efficienza degli elementi drenanti a eseguito di ogni evento meteorico che li vede coinvolti saranno:

- pulizia rifiuti;
- rimozione detriti;
- eliminazione di problemi di scorrimento e/o intasamento;
- ispezione. controllo dell'efficienza e manutenzione di eventuali componenti meccaniche (impianti di sollevamento, captazione, rilascio, ecc.).

Gli interventi di manutenzione straordinaria da svolgere successivamente al riscontro di malfunzionamenti e sempre successivamente al verificarsi di eventi straordinari che abbiano danneggiato in tutto o in parte gli impianti di drenaggio saranno:

- pulizia e smaltimento rifiuti;
- rimozione e smaltimento detriti;
- ripristino dei substrati filtranti danneggiati dal trasporto solido o da altre cause;
- risoluzione di problemi di intasamento;

Per quanto riguarda gli interventi che prevedono la rimozione dei sedimenti occorrerà prevedere adeguate operazioni di pulizia ad-hoc in relazione alle caratteristiche fisico-chimiche del sedimento e alla sua potenzialità inquinante.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|---------------|----------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 31 di 32 |

Rispetto a quanto descritto, risulta evidente che a seconda del livello e complessità degli interventi di manutenzione gli stessi potranno essere svolti da operai generici (rimozione detriti), da tecnici esperti (ripristino di impianti di sollevamento) o comunque formati a svolgere mansioni specifiche.

Nelle schede di manutenzione dovranno essere indicati anche i nomi dei progettisti e degli esecutori delle opere che potranno, in caso di dubbio, indicare la modalità migliore di intervento nel caso non sia già indicata nel programma periodico.

La manutenzione preventiva consisterà principalmente nel mantenere pulita la superficie impermeabile di piazzali nonché dei pluviali dei tetti, in particolare con rimozione e smaltimento delle foglie secche.

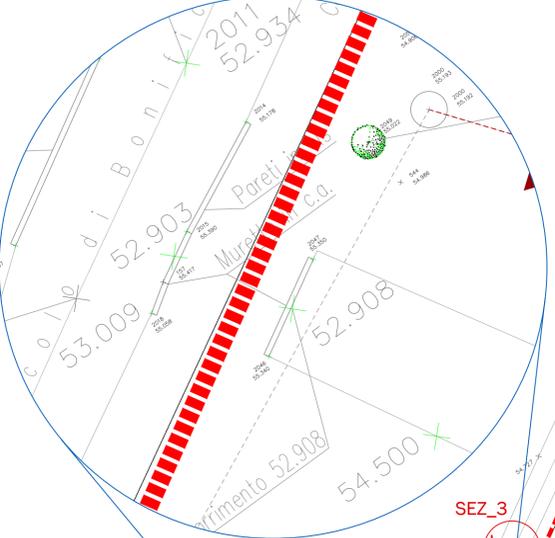
Per superfici in asfalto o calcestruzzo permeabile sarà bene pulire le superfici non solo spazzando ma saltuariamente anche aspirando, o insieme lavando ad alta pressione ed aspirando. Le attrezzature che forniscono i migliori risultati sono i macchinari per la pulizia stradale che vanno a scalzare i sedimenti accumulati e l'aspirazione di questi ultimi, liberando così le porosità superficiali del materiale. Un lavaggio a pressione manuale può comunque considerarsi efficiente. Nel tempo riparazioni di piccole dimensioni (crepe, buchi) potranno essere eseguite con materiali convenzionali.

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|--------------------|---------------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 32 di 32 |

***Allegato 1 - Planimetria generale rilievo topografico e
sezioni canali***

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|--------------------|---------------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 33 di 32 |

PONTE 2
SCALA 1:200



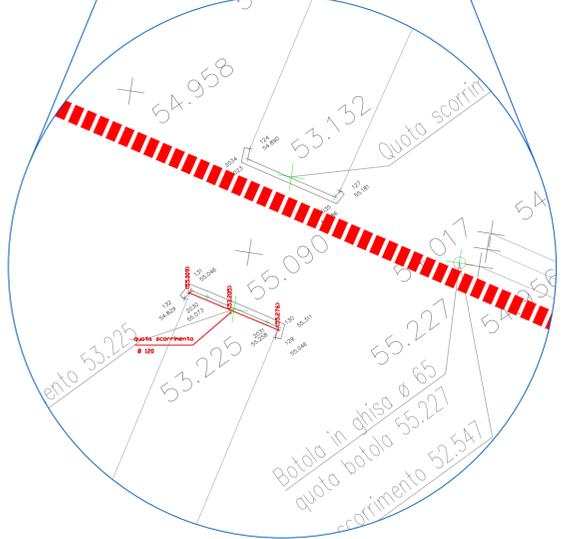
SEZ_3

SEZ_4

SEZ_2

SEZ_1

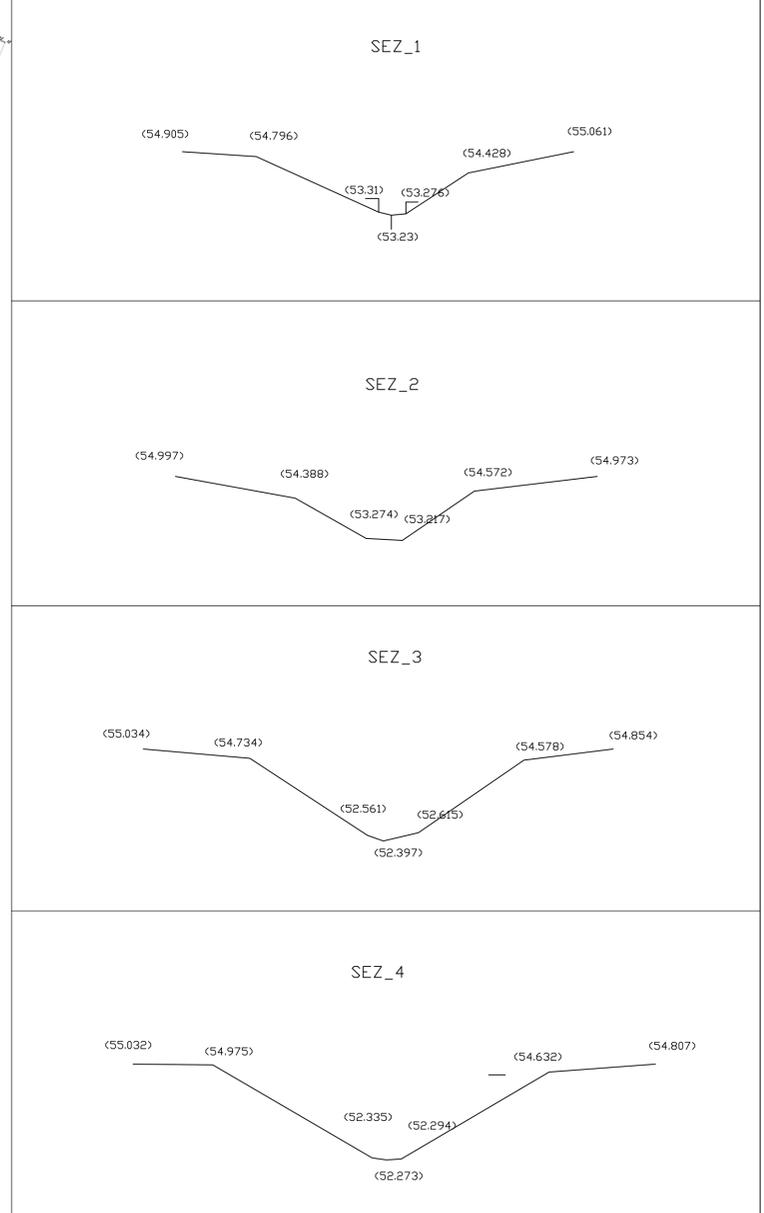
PONTE 1
SCALA 1:200



LEGENDA

- Superficie territoriale
- Rilievo

SEZIONI
SCALA 1:100



| | |
|---|--|
| Commitente: The Blossom Avenue Partners Sala Bolognese (BO) - Italy | Tav. n°: 1 |
| Progetto: COMPARTO D73 VARIANTE NON SOSTANZIALE AL PUA | Scala: 1:1000 1:200 - 1:100 Data: 11/2020 |
| Titolo: Planimetria generale rilievo topografico e sezioni canali | Revisioni: _____ _____ _____ |

| | | |
|--|---|--------------------------|
| | Te.A. Consulting S.r.l. Via Vincenzo Monti, 32 20123 Milano www.territorioambiente.com info@territorioambiente.com | Professionista: _____ |
|--|---|--------------------------|

Allegato 2 - Planimetria generale - invarianza idraulica

| Committente | Documento | Data stampa | Pagina |
|---|---|--------------------|---------------|
| The Blossom Avenue Partners Corso Italia, 13 20122 – Milano | PUA Ambito D7-3 Comune di Sala Bolognese (BO) Relazione di inquadramento idrologico- idraulico | Novembre 2020 | 34 di 32 |

