



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI NUOVI IMPIANTI SPORTIVI E SPAZI PUBBLICO - RICREATIVI IN CODIGORO

Progetto Preliminare Adegumento alle osservazioni

PROGETTO ARCHITETTONICO

Arch. Sergio Vendrame
Arch. Emanuela Barro
Arch. Marco Munarin

PROGETTO URBANISTICO

Urb. Raffaele Gerometta

PRIME INDICAZIONI SICUREZZA

Ing. Lino Pollastri

COLLABORATORI

Arch. Matteo Zambon
Arch. Margherita Dal Vera
Dott. Massimiliano Mattiello

VISTO:

Direttore Tecnico
Arch. Mario Zuccotti

R.U.P.

Arch. Alessandro Ghirardini

RELAZIONE IDRAULICA

DATA: Dicembre 2015

SCALA:

REVISIONE:

Percorso file

ALL.

C



MATE Soc. Coop.va
C.F./P.IVA 03419611201
pec mateng@legalmail.it
mateng@mateng.it

Sede legale e operativa
Via S. Felice 21
40122 Bologna (BO)
T +39 051 29 12 911
F +39 051 23 97 14

Sede operativa:
Via Treviso 18
31020 S. Vendemiano (TV)
T +39 0438 41 24 33
F +39 0438 42 90 00

INDICE

| | |
|--|----|
| Premessa | 2 |
| 1. Quadro normativo di riferimento | 3 |
| 2. Inquadramento dell'area oggetto dell'intervento | 3 |
| 3. Descrizione generale dello stato di fatto..... | 3 |
| 4. Indagini e caratterizzazioni dell'ambito di progetto..... | 4 |
| 5. Descrizione degli interventi di progetto..... | 8 |
| 6. Dati quantitativi | 8 |
| 7. Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – Prot.N.3877, Deliberazione n.61, “Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni” | 9 |
| 8. Calcolo del volume di compensazione idraulica..... | 11 |
| 9. Tipologia di invasi realizzabili | 13 |
| 10. Schema di rete di raccolta acque meteoriche e delle opere di compensazione idraulica... | 17 |

Premessa

Con Determinazione n. 327 del 31.07.2015 del Responsabile del Settore Servizi Tecnici, il Comune di Codigoro ha conferito a MATE S.C. l'incarico di redazione del presente "Progetto Preliminare per la Realizzazione di nuovi impianti sportivi e spazi pubblico ricreativi in Codigoro", alle condizioni e modalità specificate nel medesimo documento.

L'intervento consiste nella riqualificazione di una ampia area urbana, a ridosso del centro storico e strettamente collegata alla piazza principale del Comune, mediante la demolizione degli edifici esistenti, la costruzione di una nuova palestra e di spazi a carattere sportivo esterni, nonché di parcheggi pubblici, aree a verde attrezzato e di uno spazio polifunzionale, utilizzabile per eventi di diversa natura.

L'area interessata dal progetto è di 13.697 mq. ed è attualmente in proprietà dell'Istituto Salesiano della Beata Vergine di San Luca.

Il progetto preliminare, completo di piano particellare di esproprio, sarà posto a base della dichiarazione di pubblica utilità, preordinata all'esproprio delle aree da parte dell'Amministrazione Comunale.

Gli spazi esterni sono infine individuati come "area di ammassamento" dal vigente Piano di Protezione Civile comunale.

L'incarico prevede la demolizione degli edifici e delle sistemazioni esterne esistenti, la costruzione di una nuova palestra, di un campo da tennis all'aperto, di aree verdi attrezzate, di un parcheggio e di una area polifunzionale, che possa accogliere il mercato, la fiera annuale od altri tipi di eventi.

La presente relazione di compatibilità idraulica ha lo scopo di dimostrare l'insussistenza di aggravio di rischi sul territorio a seguito della realizzazione delle opere, aggravio che può avvenire per uno o più dei seguenti motivi:

- intrusione di elementi estranei nella sezione idraulica di un corso d'acqua limitrofo alle opere, con incremento dei livelli di piena e possibilità di esondazione;
- sottrazione di volumi utili alla laminazione delle piene ed incremento dei picchi di piena a valle;
- accelerazione della corrente e riduzione dei meccanismi di laminazione dinamica in alveo, in caso di opere realizzate nell'alveo di un corso d'acqua;
- possibilità di erosione di materiale o manufatti ad opera della corrente e incremento di carico di detriti nella corrente a valle;
- deviazione di percorsi idraulici di piena verso elementi sensibili.

1. Quadro normativo di riferimento

- Autorità del Bacino del fiume PO – PAI Delta del PO, approvato con D.P.C.M. 13 novembre 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale 31 marzo 2009, n. 75
- Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – Prot.N.3877, Deliberazione n.61, “Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l’applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni”;
- Comune di Codigoro – Piano Strutturale Comunale adottato con Del. C.C. n°49 del 07/08/2008 approvato con Del. C.C. n°49 del 29/03/2011.

2. Inquadramento dell’area oggetto dell’intervento

L’area su cui è previsto l’intervento di progetto è situata a poca distanza Piazza Giacomo Matteotti, cuore del comune di Codigoro. Fa parte di un complesso di proprietà dell’Istituto Salesiano della Beata Vergine di S. Luca, composto da palestra, campo da calcio con pista di atletica, un piccolo edificio contenente gli spogliatoi ed un campetto minore utilizzato per giocare a pallavolo e basket, con fondo in cemento. Completano il compendio delle scuole per l’infanzia ed il collegio salesiano.

3. Descrizione generale dello stato di fatto

L’area oggetto di intervento al momento risulta utilizzata solo dalla scuola per l’infanzia.

L’area, di forma trapezoidale, è delimitata verso nord ovest da un distributore di carburante, verso nord est dalla cortina di edifici residenziali a due piani prospicienti via Amendola, verso sud est dagli immobili del collegio salesiano e verso sud ovest da Viale Giovanni XXIII.

Il collegamento tra l’area ed il centro cittadino è garantito da Viale Giovanni XXIII, che lambisce l’area di intervento ed è dotata di marciapiede e parcheggi in linea su ambo i lati, oltre che di pista ciclabile in sede propria. L’accesso principale avviene da questa strada, all’angolo nord ovest del terreno, in prossimità della palestra esistente.

L’edificio ha forma rettangolare e copertura arcuata, in buona parte rivestita da elementi in cemento amianto. È inutilizzato ed il suo adeguamento, dal punto di vista dei materiali, impiantistico e soprattutto antisismico, richiederebbe interventi profondi, costosi e comunque con esiti non definitivi.

Un secondo accesso è posto a nord ovest dell’area, da via Amendola. La zona tra palestra ed accessi è interamente pavimentata, in parte con manto bituminoso, in parte con masselli autobloccanti in cls, che costituivano il parcheggio a servizio della palestra stessa.

Tutta l’area circostante il centro storico è caratterizzata da parcheggi pubblici, più o meno grandi, ma molto diffusi. Durante la vita quotidiana del comune, quindi, non si riscontrano problemi di questa natura, che invece si possono rilevare durante il mercato settimanale, la fiera annuale od altri eventi che occupano una o più piazze, utilizzate come parcheggi. In tali momenti, infatti, vi è la concomitanza di due elementi negativi: da una parte l’aumento dell’affluenza di persone, richiamate dagli eventi in corso; dall’altra la diminuzione di posti auto disponibili, in quanto occupati dai banchi del mercato o dalle giostre della fiera, ad esempio.



ortofoto dell'area di intervento e dell'area urbana circostante

Preliminarmente alla stesura del progetto è stato condotto uno studio dell'intorno, principalmente su tre argomenti, esemplificati dagli schemi grafici sotto riportati.

Gli argomenti oggetto di analisi sono stati:

la relazione tra l'area di progetto ed il centro storico;

le aree verdi e sportive esistenti, i collegamenti pedonali e la relazione con l'area di progetto;

il sistema dei parcheggi e la relazione con l'area di progetto.

4. Indagini e caratterizzazioni dell'ambito di progetto

L'area di intervento è a nord del Po di Volano e a sud del Canale Galvano, in una zona di paleoalveo caratterizzata da medie qualità geotecniche, con valori di resistenza del terreno alla punta compresi tra 10 e 25 kg/cm².

L'area non è classificata tra quelle storicamente allagate e non risulta depressa rispetto alle aree circostanti. I terreni sono poco permeabili.

Relazione di compatibilità idraulica

L'ambito di intervento ricade tra le aree caratterizzate da litologie che facilitano il ristagno delle acque; pertanto, ai sensi dell'art. 2.17 delle NT del PSC, commi 2 e 3 valgono le seguenti indicazioni:

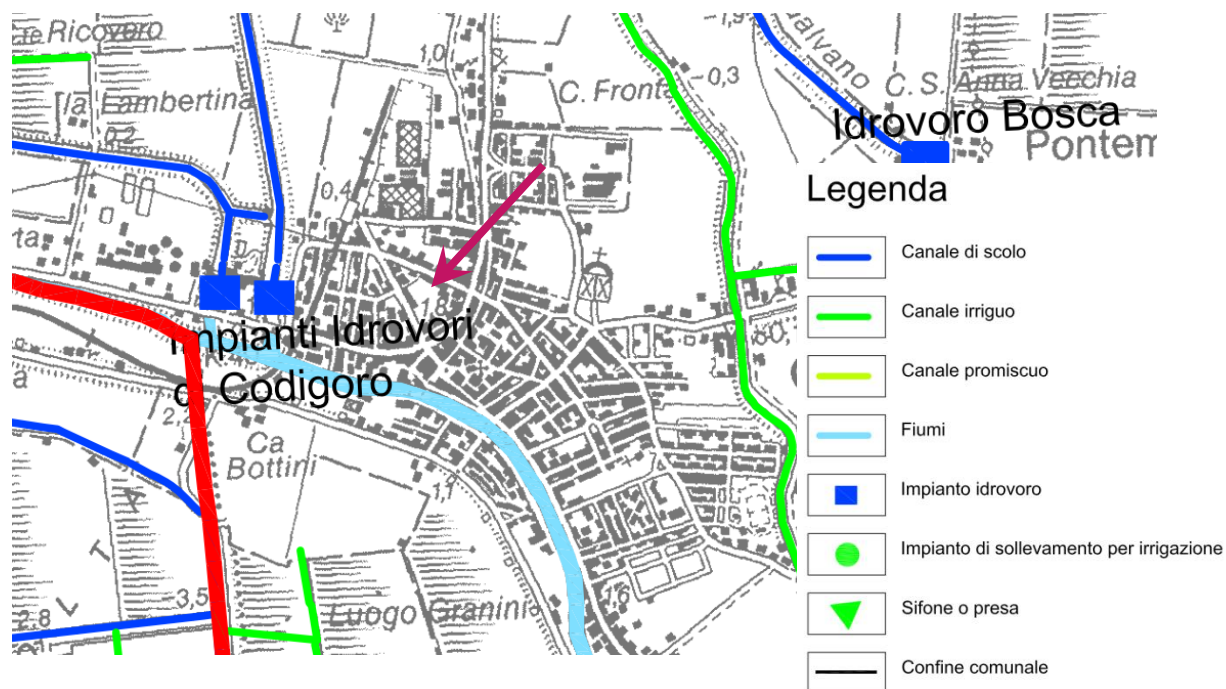
" 2. Nelle aree sulle quali sono individuati i caratteri di cui sopra (zone di catino, aree storicamente allagate, aree caratterizzate da litologie che facilitano il ristagno delle acque), gli interventi di nuova costruzione di edifici sono soggetti alla preventiva effettuazione di studi idrogeologici e idonee campagne geognostiche tali da definire le prescrizioni attuative per la riduzione del rischio di allagamento. 3. Tali studi sono da effettuare nel quadro delle indagini geologiche e geotecniche che accompagnano i Piani Urbanistici Attuativi; nel caso di intervento edilizio diretto sono da effettuare nel quadro delle indagini geotecniche per il progetto edilizio".

Nella cartografia di Piano del PAI del fiume Po l'intero comune di Codigoro risulta classificato tra le aree esondabili in condizioni di piena catastrofica (fascia C2) ed è classificato a rischio moderato R1. Nella Fascia C2 il PAI Delta persegue l'obiettivo di individuare e attuare l'insieme delle azioni necessarie a non aumentare la vulnerabilità del territorio e a produrre misure di incentivazione ai fini di una riduzione della vulnerabilità stessa (cfr. art. 5, comma delle NT del PAI). Nelle aree classificate come Fascia C2, l'art. 1.6.3 delle NT del RUE rinvia alla disciplina contenuta nelle NTA del PAI Delta, in particolare l'articolo 11 e s. m. i.. A tal proposito l'art. 11, comma 2 stabilisce che "Laddove le previsioni degli strumenti urbanistici e delle loro varianti facciano riferimento ai territorio della Fascia C2, l'approvazione di detti strumenti è subordinata ad una verifica di coerenza con le finalità e i contenuti del presente Piano, con particolare riferimento all'Allegato 5 alla Relazione generale "Analisi del rischio residuale", nonché con le indicazioni dei Piani di protezione civile di cui all'Art. 7".

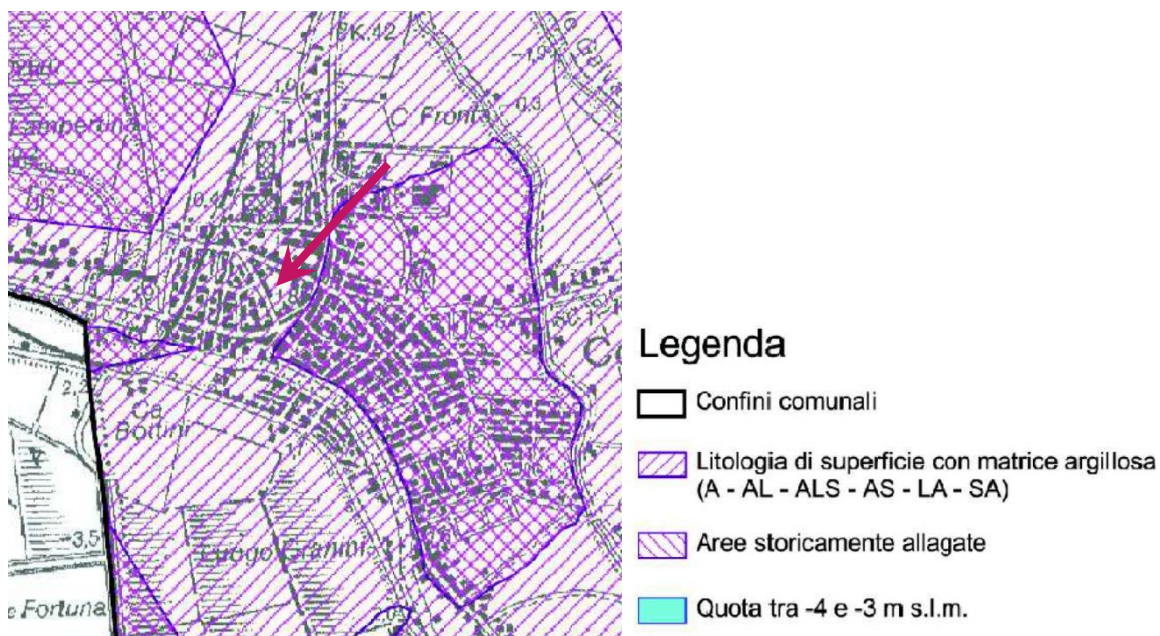
Si ritiene che l'intervento oggetto della presente progettazione preliminare sia compatibile con le condizioni idrogeologiche del territorio e con la normativa idraulica vigente.

L'intervento non dovrà sottrarre di volumi utili alla laminazione delle piene ed incremento dei picchi di piena a valle. Per questo motivo saranno previste misure di compensazione idraulica, come si vedrà nel seguito della presente relazione.

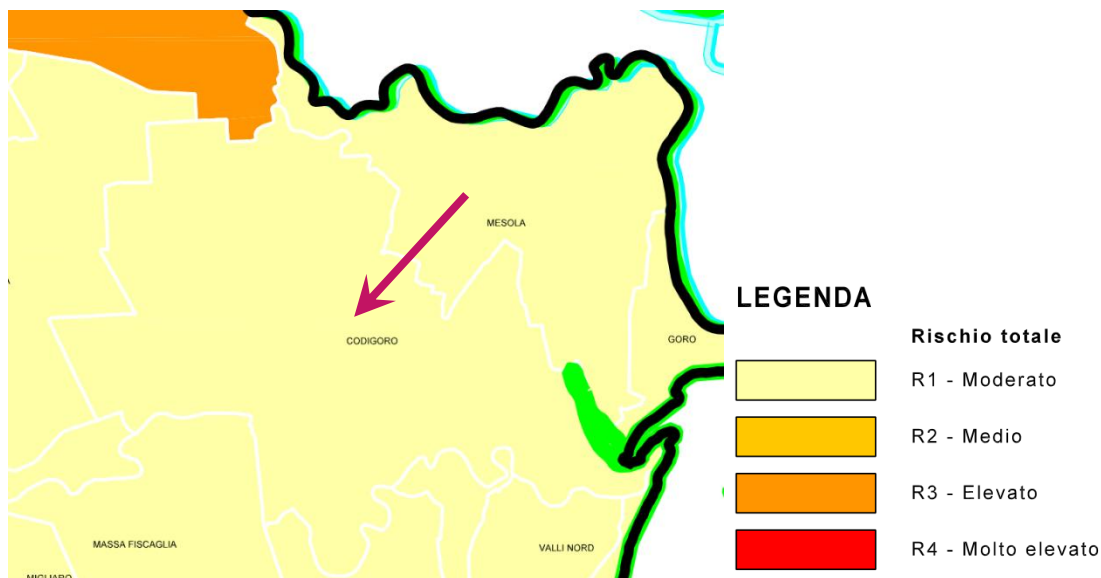
Carta del sistema di bonifica – Piano Strutturale Comunale



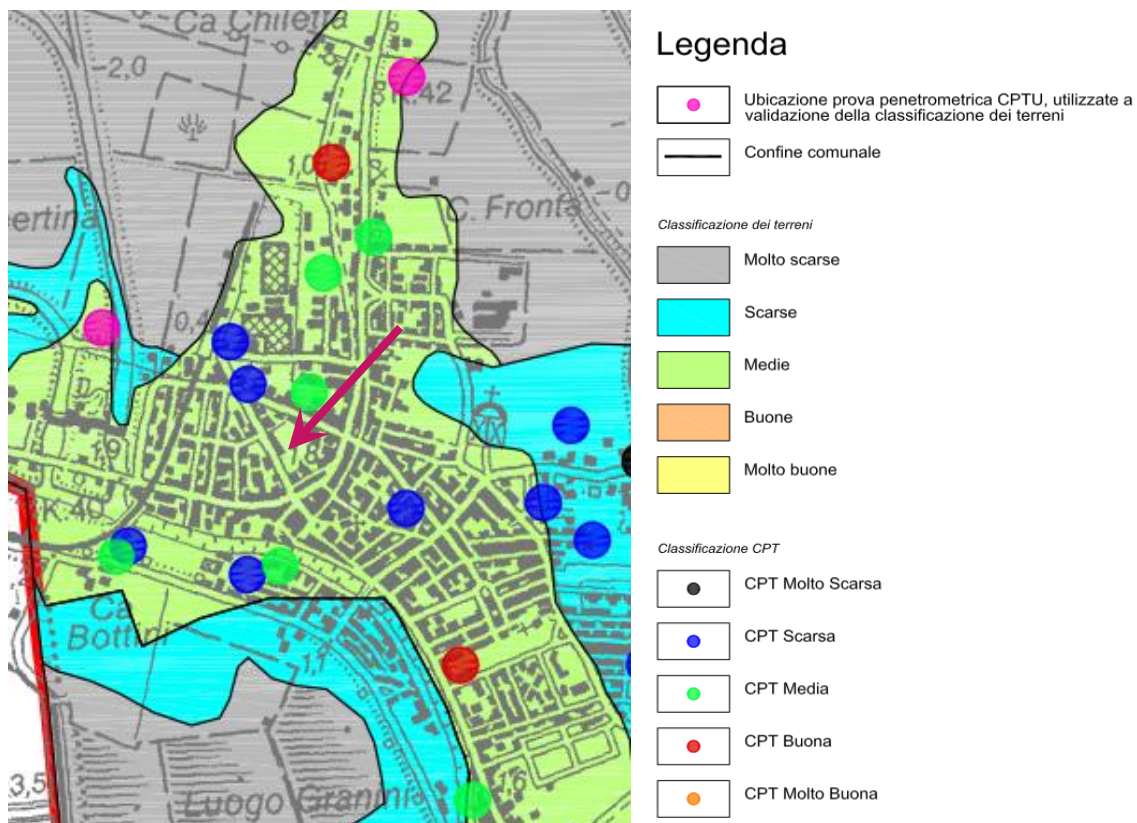
Carta delle criticità idrauliche – Piano Strutturale Comunale



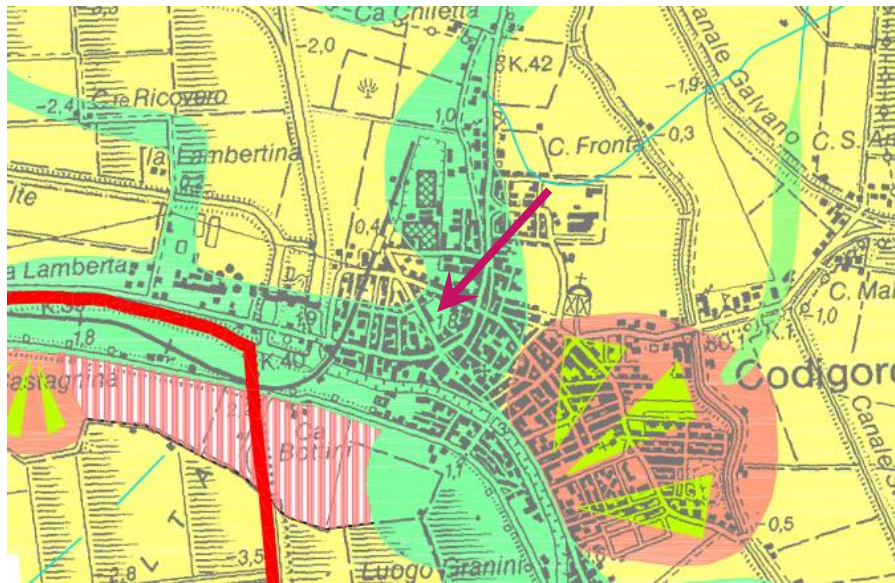
AdBPO - PAI – Cartografia di Piano – Tav 6 –III Rischio idraulico e idrogeologico






Carta delle qualità geotecniche – Piano Strutturale Comunale







Carta Geologica – Piano Strutturale Comunale



Elementi deposizionali

| | |
|---|--|
|  | Paleoalvei dell'unità di Spina (da 3500 a 1500 anni fa) |
|  | Paleoalvei riferibili all'Unità di Modena (più recenti di 1500 anni) |
|  | Rami attivi del Delta del Po (arginati artificialmente) |

Unità stratigrafiche

| | |
|---|--|
|  | AES8a Unità di Modena (da 1500 anni all'attuale) - sedimenti fini di depressione interalvea e palude |
|  | AES8b Unità di Spina (da 3500 a 1500 anni) - sedimenti fini di depressione interalvea e palude |
|  | AES8a Unità di Modena (da 1500 anni all'attuale) - sabbie costiere |
|  | AES8b Unità di Modena (da 3500 a 1500 anni) - sabbie costiere |

5. Descrizione degli interventi di progetto

Il progetto si pone lo scopo di riconvertire e riqualificare l'area di intervento, già in buona parte dismessa, attraverso:

- la demolizione degli edifici esistenti e la bonifica dall'amianto presente sulla copertura della palestra;
- la costruzione di una nuova palestra comunale, adatta al gioco del basket e della pallavolo, dotata di spogliatoi, caratteristiche e spazi di servizio secondo normativa CONI, oltre che di spalti per un numero di spettatori inferiore a 200 persone;
- la promozione di obiettivi di contenimento energetico, sia attraverso la costruzione della palestra, dotata di un involucro performante, sia con l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile ed a basso impatto ambientale;
- la promozione di attività sportive diverse, mediante la costruzione di un campo da tennis all'aperto e prevedendo delle aree che consentano la futura integrazione del campo con altri due, realizzabili successivamente.

6. Dati quantitativi

Il dimensionamento delle singole aree e l'articolazione delle diverse funzioni è stato effettuato sulla scorta del Documento preliminare alla progettazione e dei riscontri con l'Amministrazione comunale. Di seguito sono riepilogate le superfici di progetto, suddivise per tipologia.

Relazione di compatibilità idraulica

| | |
|---|------------------|
| Spazio polifunzionale | mq 1.950 |
| Marciaiedi | mq 1.034 |
| Viale interno di accesso allo spazio polifunzionale | mq 466 |
| Stalli parcheggi | mq 975 |
| Aree di accesso e manovra parcheggi | mq 1.332 |
| Verde | mq 6.700 |
| Sup. coperta palestra e portico | mq 1.240 |
| Totale superficie area di intervento | mq 13.697 |

7. Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara – Prot.N.3877, Deliberazione n.61, “Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l’applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni”

Il comprensorio consortile è da sempre interessato da una progressiva trasformazione del territorio con vaste superfici che da uso agricolo vengono destinate ad aree urbanizzate con conseguente aumento delle superfici impermeabilizzate e incremento delle portate in afflusso alla canalizzazione demaniale.

Tale problematica comporta la necessità di valutare, secondo gli indirizzi assunti in materia dalla Regione Emilia Romagna, le continue richieste di autorizzazione allo scarico delle acque meteoriche che pervengono al Consorzio cercando di evitare il determinarsi di situazioni di saturazione o crisi del sistema di canalizzazioni in uso al Consorzio stesso.

L'esigenza di definire un metodo univoco di valutazione delle domande pervenute per l'ottenimento dell'autorizzazione allo scarico delle acque meteoriche provenienti da interventi estesi di urbanizzazione ha determinato l'apertura di un tavolo di confronto tra i Consorzi di Bonifica ferraresi e i gestori delle fognature urbane.

In seguito all'esperienza applicativa accumulata, è stata definita in 8 lt/sec per Ha. la portata massima accettabile dopo l'urbanizzazione nelle canalizzazioni, disponendo che i volumi eccedenti vengano laminati e trattenuti per essere poi comunque gradualmente smaltiti verso la rete demaniale.

E' emersa inoltre la necessità di scalare progressivamente i volumi di invaso richiesti e le portate massime accettabili nei canali di bonifica in relazione alla superficie totale del progetto di urbanizzazione: tale elemento di dettaglio determina in sintesi una riduzione dei volumi specifici di accumulo richiesti per le urbanizzazioni più limitate, compensato da un incremento della portata specifica massima accettabile nel recettore di bonifica, da ricondurre idrologicamente al rapporto tra il coefficiente udometrico e la superficie del bacino contribuente, crescente al ridursi della superficie stessa.

Alla luce di quanto detto, per tutto il comprensorio consortile sono vigenti dunque le seguenti procedure applicative:

Relazione di compatibilità idraulica

1. le opere di nuova urbanizzazione nel territorio consortile dovranno essere realizzate perseguendo il fine dell'invarianza idraulica. Il Consorzio si riserva la possibilità, a fronte di conclamate condizioni di "esubero" di potenzialità di ricezione, di permettere l'incremento delle portate di punta in ingresso alla rete.

2, Il rispetto dell'invarianza idraulica di cui al punto 1 potrà essere perseguito attraverso interventi di mitigazione delle portate in ingresso alta rete Consorziale nel rispetto delle seguenti prescrizioni minime, che individuano la portata massima accettabile e il volume di invaso minimo richiesto per diverse fasce di estensione delle urbanizzazioni:

1. *superfici urbanizzate da 0 a 0,50 Ha.*

1.1. *Portata massima accettabile $Q_i=15$ lt/sec Ha*

1.2. *Volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 150 mc/Ha. urbanizzato e 215 mc./Ha. impermeabilizzato;*

2. *superfici urbanizzate da 0,50 a 1,00 Ha.*

1.3. *Portata massima accettabile $Q_i=12$ lt/sec Ha;*

1.4. *Volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 200 mc/Ha. urbanizzato e 285 mc./Ha. impermeabilizzato;*

3. *superfici urbanizzate oltre 1,00 Ha.*

1.5. *Portata massima accettabile $Q_i=8$ lt/sec Ha;*

1.6. *Volume minimo invasabile W_i = il valore più alto tra 350 mc/Ha urbanizzato e 500 mc./Ha. Impermeabilizzato.*

I volumi minimi di accumulo stabiliti nei punti precedenti corrispondono unicamente ad una soglia di compatibilità per il corretto funzionamento del sistema di scolo consorziale.

Resta nella facoltà e responsabilità del richiedente la progettazione e realizzazione di opere atte a garantire adeguato grado di sicurezza idraulica all'area urbanizzata.

Al Consorzio pertanto non potrà essere ascritta alcuna responsabilità in caso di verificata insufficienza del volume incamerato con conseguenti condizioni di crisi per allagamento delle aree urbanizzate.

I volumi eccedenti le possibilità di accumulo dei sistemi di fognatura, realizzati nel rispetto di quanto sopra riportato, dovranno essere smaltiti attraverso opportuni sistemi di sfioro. Per questi ultimi, finalizzati ad impedire allagamenti da esondazione nella stessa area e/o nette aree limitrofe, dovranno essere predisposte ad opera del richiedente periodiche manutenzioni e verifiche per garantirne il corretto funzionamento.

Al fine della garanzia di corretta realizzazione, in accordo con gli enti competenti, i certificati di collaudo, di abitabilità e/o agibilità, vengano subordinati all'attestazione, da parte del Consorzio, di avvenuta verifica della rispondenza delle opere di mitigazione idraulica a quanto prescritto in fase di autorizzazione.

8. Calcolo del volume di compensazione idraulica

Sulla base della tabella al capitolo 6 è evidente che gli interventi in progetto ricadono nel caso di superfici urbanizzate oltre 1,00 Ha. Quindi:

1. La portata massima accettabile $Q_i=8$ lt/sec Ha
2. Il Volume minimo invasabile W_i sarà il valore più alto tra 350 mc/Ha urbanizzato e 500 mc./Ha. Impermeabilizzato.

Sulla base del criterio di cui al punto 2:

Considerato che la superficie urbanizzata è di 13.697 m², che corrispondono a 1,37 Ha, otteniamo:
 $350 \times 1.37 = 480$ m³ di volume di laminazione

Considerato che la superficie impermeabilizzata è di 6.997 m², che corrispondono a 0,70 Ha, otteniamo: $500 \times 0.70 = 350$ m³ di volume di laminazione

Il minimo volume di laminazione è dunque pari a 480 m³.

Sulla base del criterio di cui al punto 1:

I volumi di invaso da realizzare per garantire l'invarianza idraulica nelle superfici soggette a trasformazione si possono ricavare con il metodo delle piogge per curve di possibilità pluviometrica a 2 parametri a e n .

Tale modello si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante.

Applicando uno ietogramma netto di pioggia a intensità costante, si possono calcolare, tramite l'equazione seguente, i volumi di invaso relativi ad una determinata durata τ della precipitazione:

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$
$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t \quad (1)$$

dove:

V_{inv} è il volume di invaso;

V_{out} è il volume in ingresso e V_{in} è il volume in uscita;

S la superficie scolante;

φ coefficiente di deflusso medio dell'area;

t è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata. Si ottiene dunque:

Relazione di compatibilità idraulica

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

Quindi dalla risoluzione della seguente equazione si ottiene la durata critica:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad (2)$$

Che esplicitata in t e sostituita nella (1) fornisce il massimo volume di invaso.

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Per procedere con il calcolo bisogna innanzitutto determinare il coefficiente di deflusso.

Il calcolo della superficie impermeabilizzata di possibile realizzazione, deve tener conto di quattro possibili usi del suolo:

- tetti;
- strade;
- parcheggi;
- aree verdi.

Ad ognuna di queste, è stato assegnato un diverso valore di coefficiente di deflusso:

- tetti = 0.1
- strade = 0.9
- parcheggi impermeabili = 0.9
- parcheggi semi permeabili = 0.6
- aree verdi = 0.2

Il coefficiente di deflusso medio si ottiene dalla media ponderata come esposto nella tabella seguente:

| | estensione m2 = A | coefficiente di deflusso = fi | A x fi |
|--------------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------|
| Piazza – spazio polifunzionale | 1950 | 0.9 | 1755 |
| Marciapiedi | 1034 | 0.9 | 930.6 |
| Viale interno di accesso alla piazza | 466 | 0.9 | 419.4 |
| Stalli parcheggi | 975 | 0.6 | 585 |
| Aree di accesso e manovra parcheggi | 1332 | 0.9 | 1198.8 |
| Verde | 6700 | 0.2 | 1340 |
| Sup. coperta palestra e portico | 1240 | 0.9 | 1116 |
| Totale superficie area di intervento | 13697 | coefficiente di deflusso medio | 0.536 |

Tabella riassuntiva del calcolo del coefficiente di deflusso medio

Il coefficiente di deflusso medio dell'area di intervento è quindi pari a **0.536**.

Relazione di compatibilità idraulica

Calcolato il coefficiente di deflusso medio dell'area, utilizzando i coefficienti $a = 63.46$, $n=0.26$, della curva di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno di 50 anni e relativa al pluviometro di Codigoro, gentilmente fornita da C.A.D.F S.p.A, il tempo critico dalla (2) risulta pari a 4.56 ore. Sostituendo in (1) il tempo critico risulta un volume di laminazione pari a 549.77 m^3 .

| | | |
|-----------------------|--------|--------|
| Q Scarico massimo | 8 | l/s Ha |
| Superficie totale | 1.37 | Ha |
| Q out | 10.96 | l/s |
| Fi | 0.54 | |
| a | 63.46 | mm/ora |
| n | 0.26 | |
| Tempo critico | 4.897 | ore |
| Volume invaso critico | 549.77 | m3 |

Sulla base dei calcoli svolti sarà quindi necessario, ai fini della compensazione idraulica, un volume di invaso di **549.77 m³**.

9. Tipologia di invasi realizzabili

Le misure compensative (volumi di laminazione) possono essere realizzate in diverse modalità, purché la somma dei volumi realizzati corrisponda al volume totale imposto dal dimensionamento.

In particolare si possono utilizzare:

- **invasi concentrati a cielo aperto (laghetti);**



Esempio laghetto a cielo aperto

Il volume deve esser contenuto all'interno dell'invaso considerando anche il franco di sicurezza di 20 cm. La vasca dell'invaso deve avere un fondo con una pendenza minima dell'1% verso lo sbocco, al fine di garantire il completo svuotamento dell'area.

Questo tipo di invaso può avere una duplice funzionalità:

- invaso temporaneo per una successiva graduale restituzione alla rete di raccolta mediante manufatto regolatore
- bacino drenante per l'infiltrazione graduale nel suolo, qualora il tipo di terreno lo consenta. In tal caso il fondo deve essere a pendenza quasi nulla, rivestito con pietrame di pezzatura 50-70mm, con geotessuto interposto tra terreno e pietrame.

Nel caso in esame, la posizione particolarmente superficiale della falda freatica non consente una funzione drenante dello stesso. La quota d'imposta del fondo dovrà esser ben valutata (superiormente alla falda) per non rischiare di perdere volumi di invaso. Sarà quindi opportuno eseguire in fase di progettazione definitiva prove piezometriche al fine di valutare tale quota. Infatti i volumi di laminazione a cielo aperto in aree con falda affiorante dovranno essere adeguatamente impermeabilizzati fino alla quota freatica massima raggiungibile nell'ambito dell'escursione annuale, affinché il volume di compenso sia realizzato al netto delle infiltrazioni dal sottosuolo verso il laghetto.

L'uscita delle portate dall'invaso verso la rete deve essere presidiata da un manufatto di controllo del tipo descritto successivamente in grado di modulare la portata uscente.

- **Invasi concentrati sotterranei**

In alternativa si possono utilizzare vasche interrato.



Le vasche possono esser in materiale plastico o in calcestruzzo per garantirne la carrabilità.

L'invaso deve avere un fondo con una pendenza minima dell'1‰ verso lo sbocco o la zona di pompaggio, al fine di garantire il completo svuotamento del vano. Il volume può essere realizzato con monovasca in cemento armato o con celle modulari in materiale plastico, previa verifica dell'adeguata resistenza meccanica e carrabilità. Lo svuotamento dell'invaso può avvenire a gravità o con stazione di pompaggio. Nel caso di svuotamento a gravità l'uscita delle portate dall'invaso verso la rete deve essere presidiata da un manufatto di controllo in grado di modulare la

portata uscente. Nel caso di svuotamento con impianto di sollevamento, la modulazione delle portate può essere effettuata tarando il quadro della pompa stessa. Deve esserci in questo caso una pompa di riserva di pari capacità.

- **Invasi diffusi**

La rete di tubazione deve contenere un volume di invaso pari a quello dato dalla formula generale calcolato a partire dal livello del punto più depresso dell'area di intervento considerando anche il franco di sicurezza di 20 cm.

Trattasi di un sovradimensionamento della rete di raccolta pluviale a sezione chiusa o aperta. Nel calcolo del volume di compenso si considera solo il contributo di canali e tubazioni principali, senza considerare le caditoie, i tubi di collegamento e i pozzetti. Qualora la posa della linea di raccolta adibita ad invaso diffuso avvenga al di sotto del massimo livello di falda, è necessaria la prova di tenuta idraulica della stessa.



- **Manufatto di regolazione delle portate allo scarico**

La sezione di chiusura della rete per lo smaltimento delle acque meteoriche dell'intervento deve essere munita di un pozzetto di collegamento alla rete di smaltimento con luce tarata tale da far sì che la portata massima in uscita verso uno scolo superficiale, laddove presente, non sia superiore al limite indicato dalle prescrizioni del Consorzio sopra riportate, ovvero 8 l/s/ha.

A tal proposito il manufatto viene realizzato a valle degli invasi compensativi descritti in quanto è il rigurgito della portata non scaricabile che permette il loro riempimento previsto da progetto.

Il manufatto consiste in un pozzetto in cemento armato munito di luce di fondo tarata per consentire il passaggio della portata concessa.

Poiché deve essere garantita la non ostruzione della sezione tarata, qualora il dimensionamento della portata in uscita da tale luce di fondo porti a scegliere un diametro inferiore ai 5 cm, il progettista dovrà scegliere come diametro 5 cm, pena il continuo intasamento della luce.

A meno che la rete di raccolta acqua interna non sia servita da sole caditoie a griglia è opportuno dotare il pozzetto di griglia removibile antintasamento.

Alla quota di massimo invaso va posta una soglia sfiorante di sicurezza capace di evacuare la massima portata generata dall'area con la pioggia di progetto. Tale soglia va dimensionata secondo la formula della portata effluente da una soglia sfiorante:

$$Q_{sfioro} = Cq \cdot L \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot (h - p)^{1.5}$$

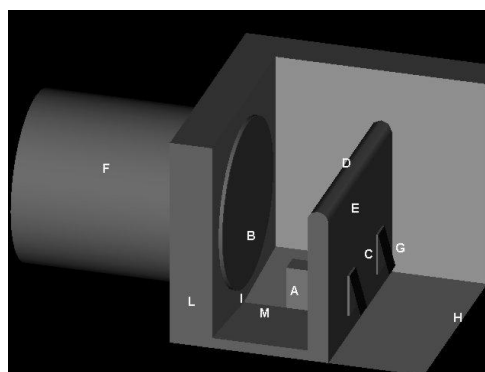
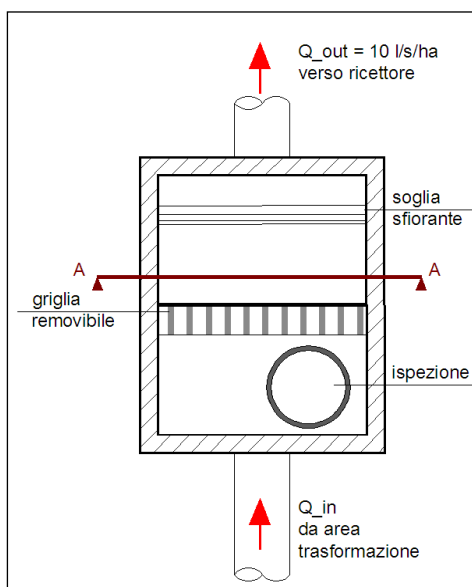
Essendo

Cq il coefficiente di deflusso pari a 0.41

(h-p) il tirante idrico sopra la soglia sfiorante

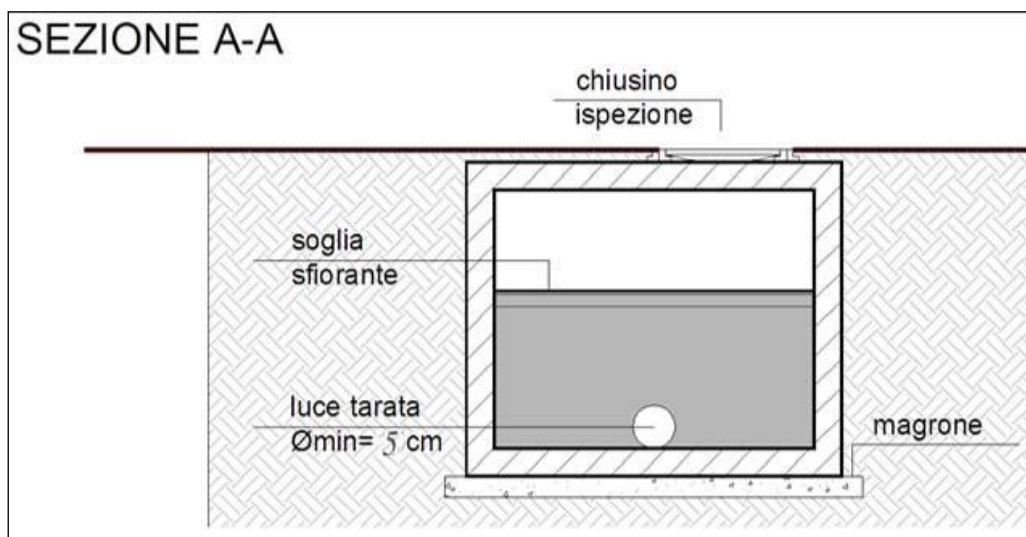
Il pozzetto deve essere ispezionabile e facilmente manutentabile.

Si allega schema costruttivo.



Schema 3D del manufatto di controllo

Pianta del manufatto di controllo



Sezione trasversale del manufatto di controllo

10. Schema di rete di raccolta acque meteoriche e delle opere di compensazione idraulica



Per limitare il pericolo di allagamenti e ridurre il carico idraulico in fognatura in tempo di pioggia è opportuno prevedere che il piano più basso dei nuovi fabbricati sia ad una quota di almeno 30 cm superiore al piano stradale. Con riferimento alla figura in alto, i pluviali e le caditoie saranno collegate alla rete di raccolta delle acque bianche (in azzurro in figura) che a sua volta sarà collegata al volume di laminazione (in verde in figura).

Il collegamento tra la rete di raccolta acque meteoriche e la rete di fognatura pubblica di via Giovanni XXIII (in arancione in figura) è presidiato da un pozzetto con bocca tarata come descritto al capitolo 9 (in rosso in figura).

I volumi eccedenti la possibilità di accumulo delle sopraccitate opere di invaso dovranno essere smaltiti attraverso opportuni sistemi di sfioro, al fine di scongiurare allagamenti da esondazione nella stessa area e/o nelle aree limitrofe. Tali sistemi dovranno essere periodicamente mantenuti in efficienza ad opera del richiedente, per garantirne il corretto funzionamento nel tempo.