

COMMITTENTE



EUROCOMPANY S.R.L.

Via Faentina, 280 Godo - 48026 Russi (RA) Italy
Tel 0544416711 Fax 0544414230

Italo Zani

FIRMA



PROGETTO ARCHITETTONICO

Antonio Ravalli Architetti



FIRMA



PROGETTO STRUTTURE E IMPIANTI

F&M Ingegneria



FIRMA

F&M Ingegneria Spa
Via Belvedere 8/10
30035 - Mirano (VE)



EC-MULTIFUNZIONALE

COD.

Ier001a

TITOLO

Relazione idrologico idraulica

Via Faentina, 280 Godo - 48026 Russi (RA) Italy LUOGO

03-lug-18 DATA

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE	2
2. INQUADRAMENTO IDRAULICO.....	4
3. NORMATIVA E PIANIFICAZIONE IDRAULICA	5
4. CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE	10
5. INVARIANZA IDRAULICA	13
6. QUOTE DI PROGETTO	20

1. INTRODUZIONE

La presente relazione descrive e verifica le opere idrauliche relative al progetto esecutivo della rete di smaltimento acque meteoriche all'intervento "Centro Polifunzionale Eurocompany" in località Godo di Russi (RA), nell'area compresa tra via Faentina nord e la linea ferroviaria Faenza-Ravenna sul lato sud.

Il documento analizza e valuta la compatibilità idraulica del suddetto intervento comprensivo di:

- Lotto Fase 1: Nuova area svago per dipendenti dell'adiacente ditta Eurocompany s.r.l., comprensiva di edificio spogliatoi, con campo sportivo polifunzionale e relativo parcheggio auto;
- Lotto Fase 2: Nuovo edificio industriale ditta Eurocompany s.r.l. (produzione frutta secca) e nuovo piazzale di ampliamento del parcheggio sud esistente lato ferrovia.

Nell'area del lotto Fase 1 saranno predisposti gli interventi ed i manufatti di laminazione necessari alla compatibilità idraulica del lotto completo di Fase 1+Fase2.

Per ulteriori verifiche e dettagli della rete scolante di progetto si potrà fare riferimento al progetto dell'ampliamento di Lotto Fase 2.

Come recapito finale delle acque meteoriche si individua il fosso esistente a sud lungo la ferrovia, in particolare ci si attesterà subito a monte dell'inizio del fosso, su un pozzetto da realizzare sul collettore acque bianche DN800 esistente sotto al parcheggio esistente.

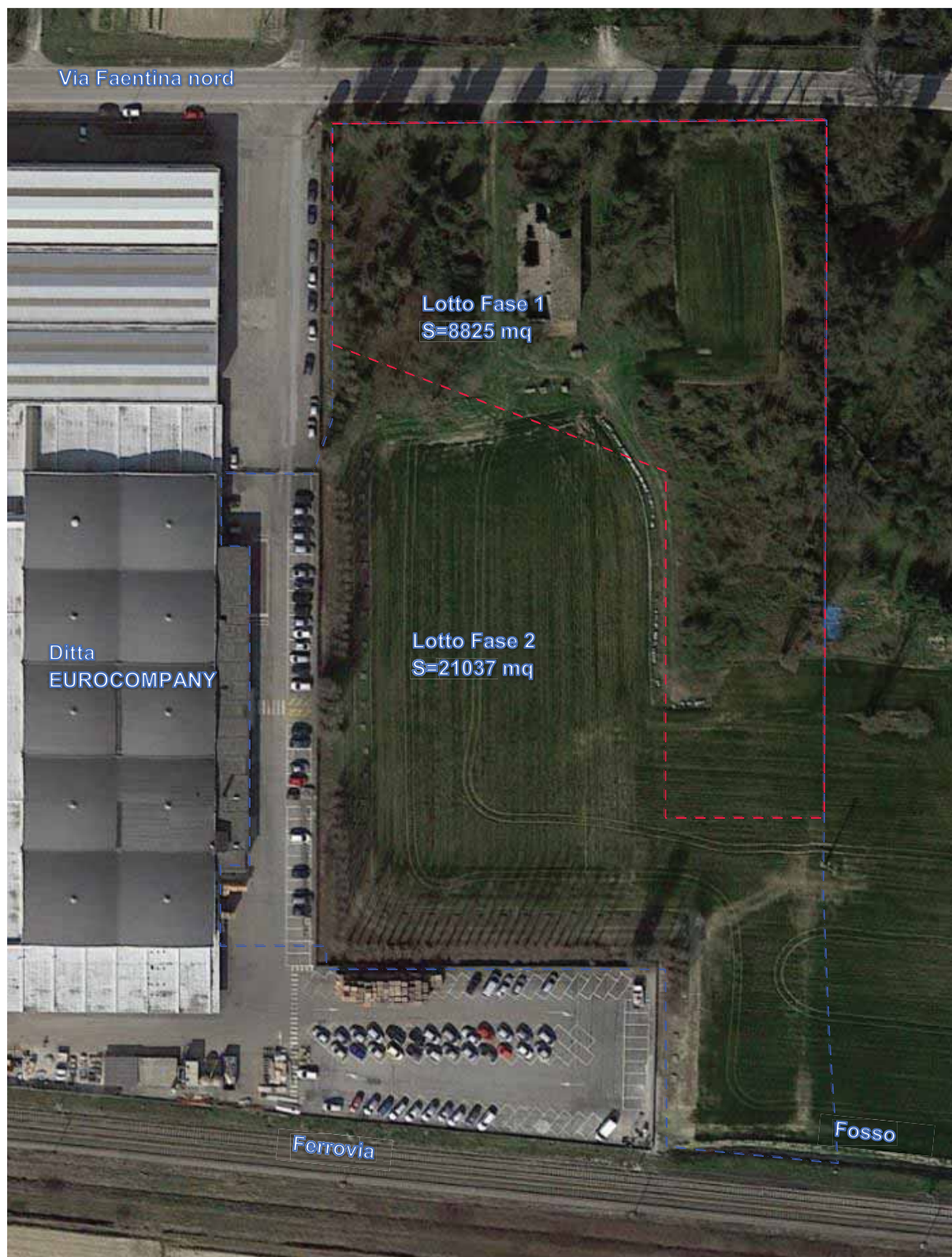


Figura 1: Vista aerea dell'area d'intervento (Lotto Fase 1 + Lotto Fase 2)

2. INQUADRAMENTO IDRAULICO

L'area d'intervento si trova a sud di via Faentina nord, lungo la quale esiste un canale di bonifica tombinato (Canaletta Vecchia Godo Monte) di competenza del Consorzio di Bonifica della Romagna, mentre a sud, lungo la ferrovia, a cielo aperto a partire dal bordo parcheggio sud esistente, è presente un fosso con deflusso in direzione est verso un attraversamento sotto ferrovia che confluisce nello Scolo Gianello a sud della ferrovia.



Foto 1: Fosso di recapito esistente lungo ferrovia

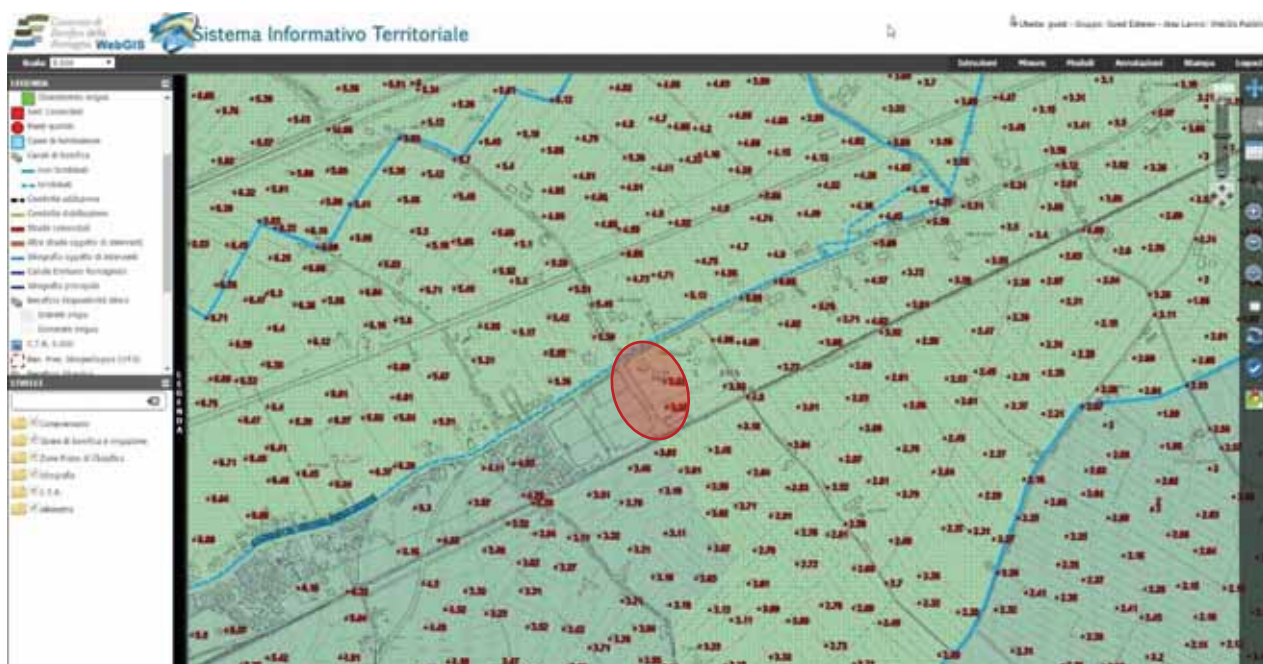


Figura 2: Idrografia esistente da mappa gis del Consorzio di Bonifica della Romagna, con localizzazione dell'area d'intervento

3. NORMATIVA E PIANIFICAZIONE IDRAULICA

La normativa vigente per quanto riguarda gli aspetti idraulici è costituita in particolare da:

- “Direttiva idraulica” del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell’Autorità Bacini Regionali Romagnoli, approvata dal C.I. con Delib. N. 3/2 del 20.10.2003, adeguata alla variante della DGR 1877/2011 e recentemente modificata dalla “Variante di coordinamento PAI-PGRA” (DGR 2112/2016) – “Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico ai sensi degli articoli 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano”.

Per quanto riguarda la gestione delle acque di “prima pioggia” invece:

- D.G.R. n. 286/2005 e D.G.R. n. 1860/2006 e loro criteri di applicazione secondo Linee Guida ARPA E.R. LG28/DT.

Per il primo aspetto, come evidenziato nell’estratto dalla mappa del P.G.R.A. regionale (Figura 3), l’area in oggetto ricade tra quelle soggette ad “Alluvioni poco frequenti M-P2” e fa parte del bacino dello “Scolo via Cupa” appartenente all’ambito territoriale “Reticolo Secondario di Pianura” e distante circa 2 km a sud della ferrovia. Il servizio tecnico competente fino al 2016 faceva riferimento all’Autorità di Bacino dei Fiumi Romagnoli, oggi incardinato presso l'Agenzia regionale per la sicurezza territoriale e la protezione civile.

Le mappe del PGRA sono state approvate dai Comitati Istituzionali delle Autorità di Bacino Nazionali il 3 marzo 2016.

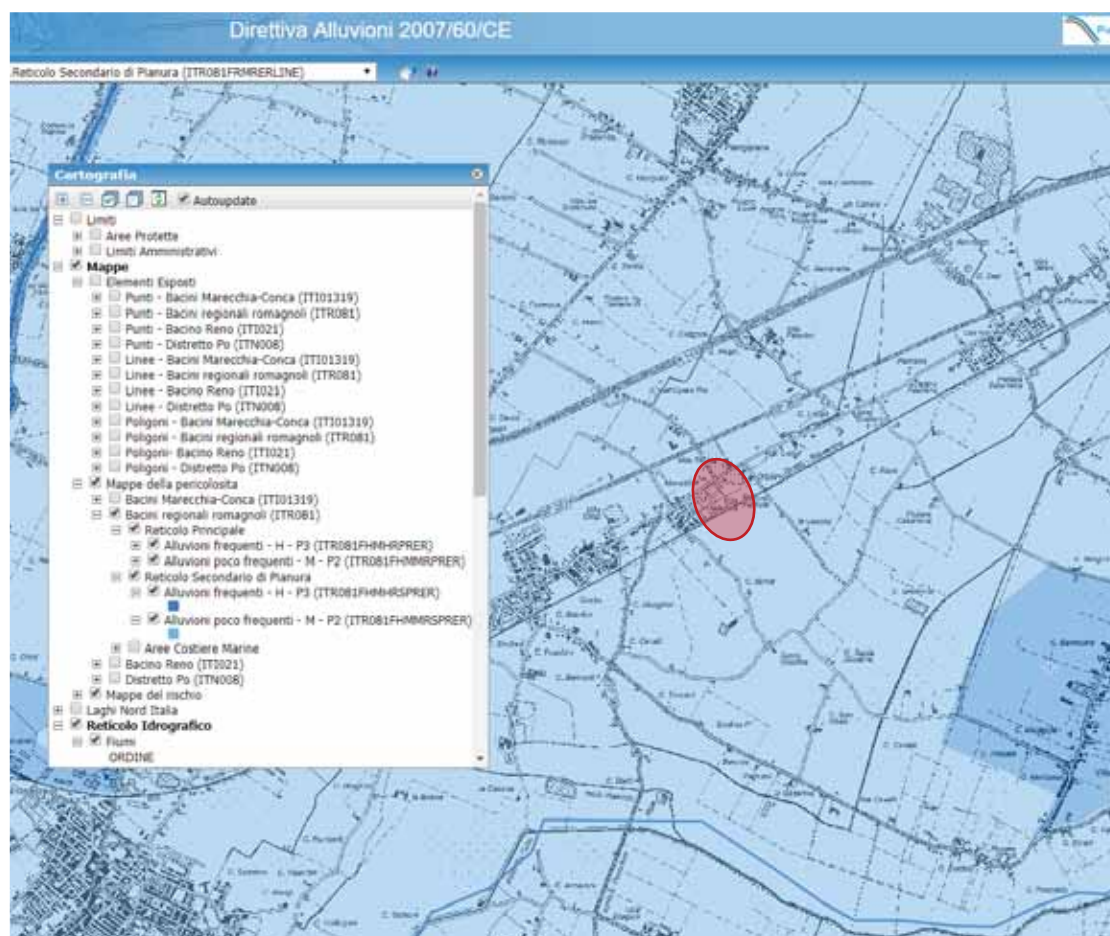
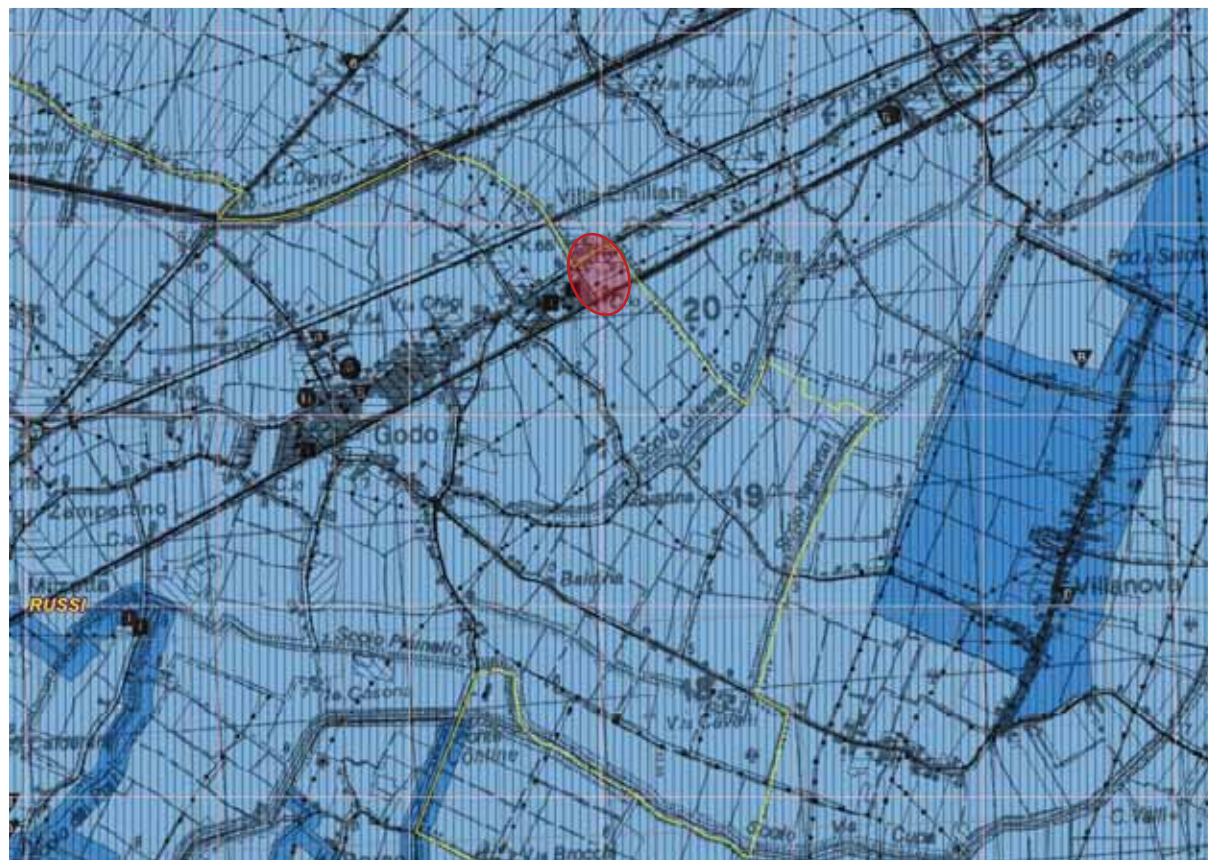


Figura 3: Mappe di pericolosità da “Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) – GIS Regione Emilia Romagna: <http://servizimoka.regione.emilia-romagna.it>”

Le stesse conclusioni si possono dedurre dalla mappa di dettaglio di Figura 4, in cui si nota meglio l'idrografia del "Reticolo Secondario di Pianura", con uno scolo secondario che lungo via Baccinetta a sud della ferrovia termina nello "Scolo Giannello".

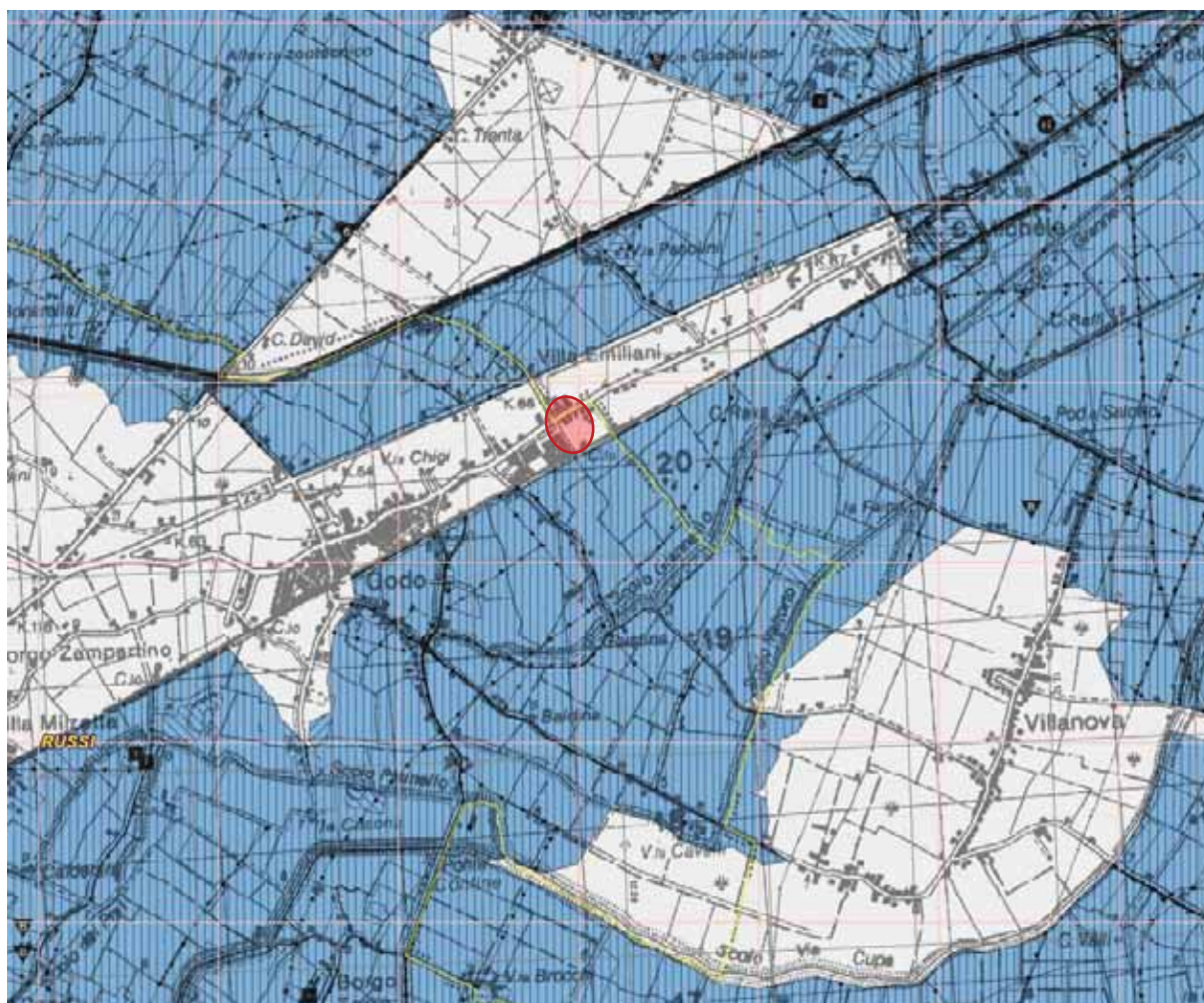


Legenda

Scenari di Pericolosità

- P3 – H (Alluvioni frequenti:
tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti:
tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

Figura 4: Mappa di pericolosità da tav. "223SO MEZZANO"-Ambito territoriale Reticolo Secondario di Pianura - PGRA



Legenda

Scenari di Pericolosità

- P3 – H (Alluvioni frequenti:
tempo di ritorno tra 20 e 50 anni - elevata probabilità)
- P2 – M (Alluvioni poco frequenti:
tempo di ritorno tra 100 e 200 anni - media probabilità)
- P1 – L (Scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi)

Figura 5: Mappa di pericolosità da tav. "223SO MEZZANO"-Ambito territoriale: Reticolo naturale principale e secondario di Pianura - PGRA

ALLEGATO N. 6
Tiranti idrici di riferimento per le aree di pianura sottoposte a rischio di allagamento (Art. 6)
Scala 1:25000
TAVV. 240 NO - 240 SO
Approvata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 3/2 del 20 ottobre 2003 e s.m. e i.,
come modificata dalla Variante di coordinamento PGRA-PAI,
adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 2/2 del 7 novembre 2016

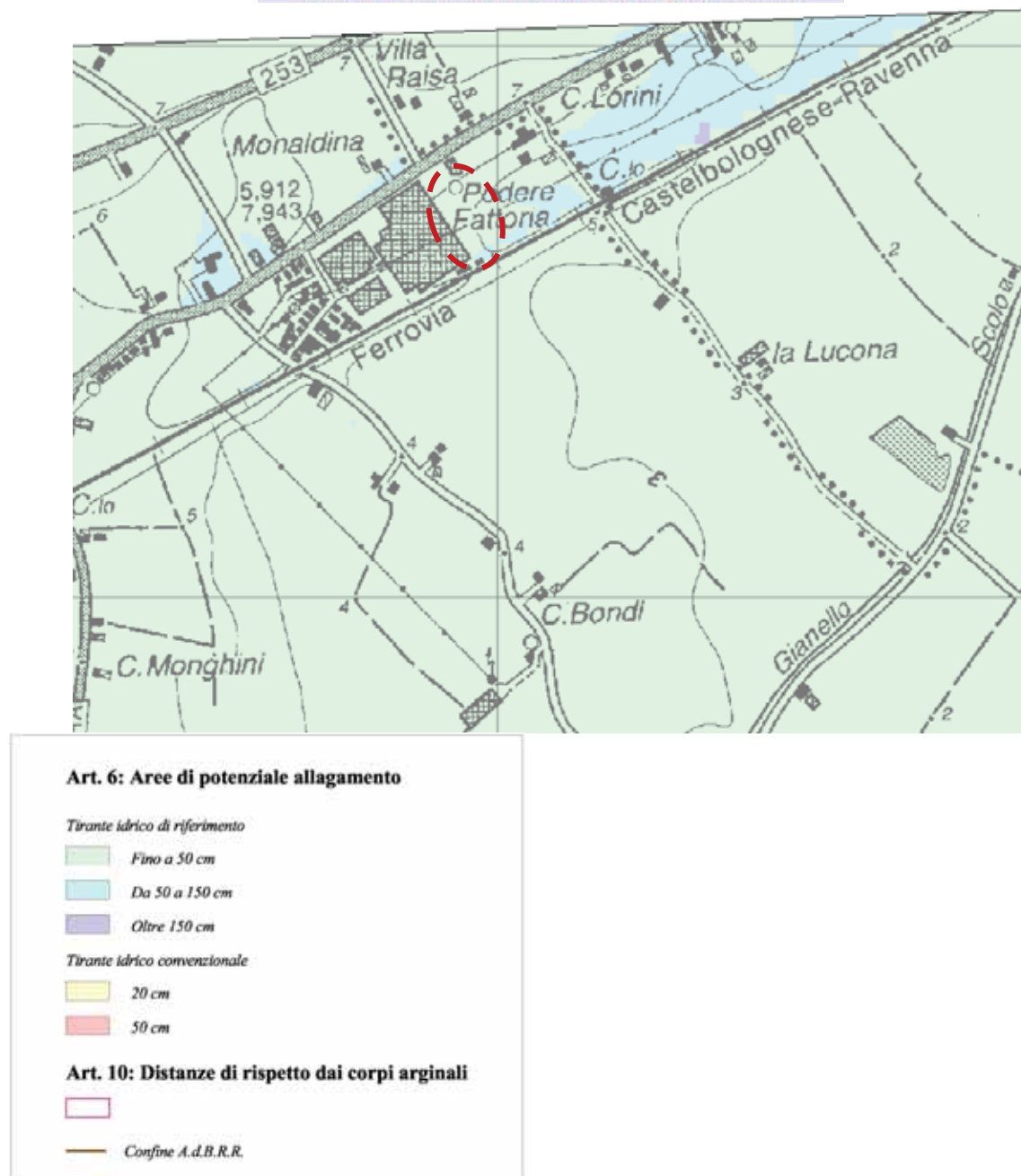
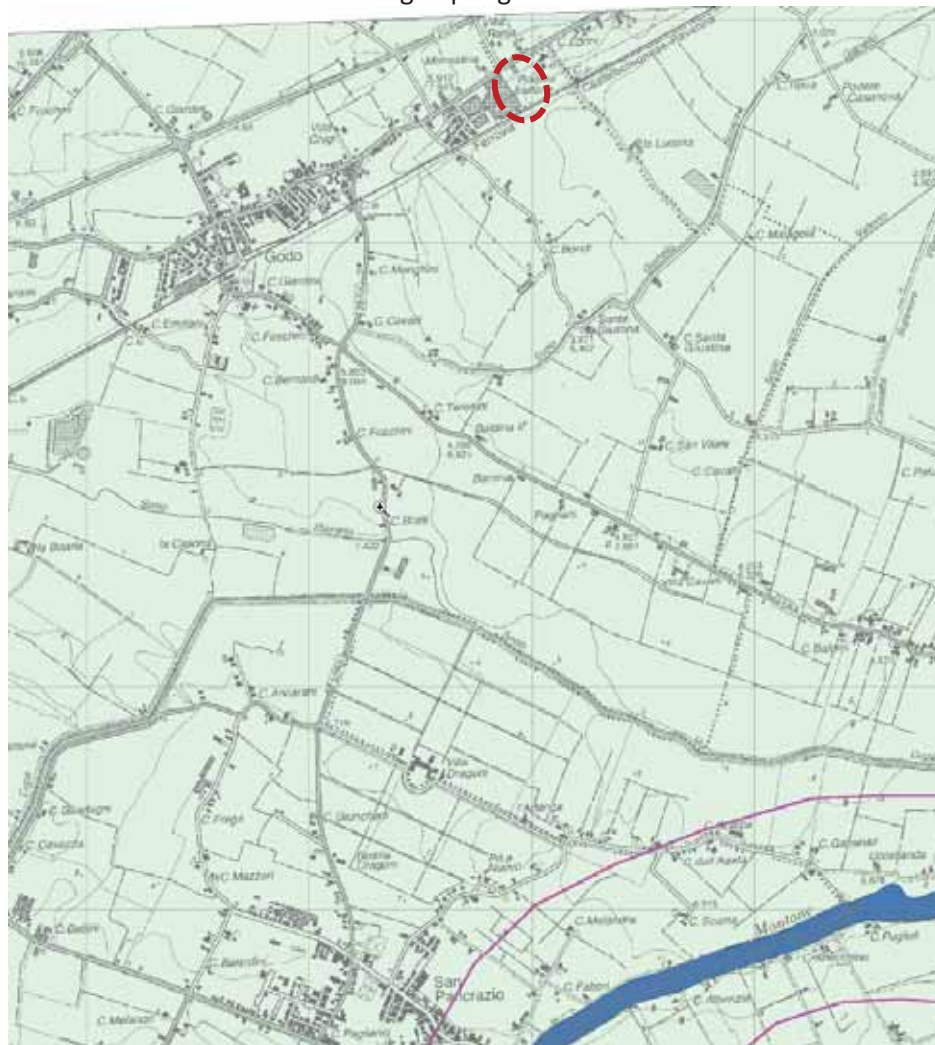


Figura 6: Estratto dall'Allegato N.6-TAVV.240 NO-240SO "Tiranti idrici di riferimento per le aree di pianura sottoposte a rischio di allagamento (Art. 6)" della Direttiva idraulica del Piano Stralcio per il rischio idrogeologico (adottata il 7/11/2016)– Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli

Secondo la mappa dei tiranti idrici di riferimento per le aree a rischio di allagamento (vedi **Figura 6**), l'area in studio ha un tirante idrico di riferimento fino a 50 cm (potenziale allagamento per $Tr > 100$ anni). Si consideri che sul limite est del lotto viene prevista la continuità di recinzione su muro in c.a., soluzione che impedisce l'allagamento degli edifici e delle aree a parcheggio di progetto.

In **Figura 7** si evidenzia appunto come l'area in studio ricada tra quelle di potenziale allagamento come da art. 6, ma non sia soggetta a rischio idrogeologico.

Si procederà in relazione con il calcolo dei volumi di compensazione idraulica secondo la procedura definita dal Consorzio di Bonifica della Romagna per gli interventi di trasformazione territoriale.



Aree a rischio idrogeologico

TITOLO II - "Assetto della rete idrografica"

- Art. 2 ter - alveo:** piena ordinaria porzione incisa
- Art. 3 - aree ad elevata probabilità di esondazione**
- Art. 4 - aree a moderata probabilità di esondazione**
- Art. 6 - aree di potenziale allagamento**
- Art. 10 - distanze di rispetto dai corpi arginali**

Figura 7: Mappa di "Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico" – Variante di coordinamento tra PRGA-Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (adottata il 7/11/2016)

Per il dilavamento delle aree esterne, alla luce delle D.G.R. 286/05 e 1860/06, si ritiene di dover prevedere l'esenzione dalla separazione e trattamento delle acque di "prima pioggia", in quanto le aree di raccolta di progetto sono aree/superfici esterne scoperte di stabilimenti/insediamenti adibite esclusivamente a parcheggio degli autoveicoli a servizio delle maestranze o dei clienti ovvero al transito di automezzi, anche pesanti, per le normali operazioni di carico e scarico.

Rientrano nella esenzione di cui sopra anche le aree/superfici esterne scoperte a servizio degli esercizi commerciali di cui all'art. 4 lettere d) ed e) del D.Lgs. 114/98 in materia di riorganizzazione del sistema commerciale, di seguito indicati:

- "esercizi di vicinato": quelli aventi una superficie di vendita non superiore a 150 m² o a 250 m² ricadenti rispettivamente in comuni con popolazione residente inferiore o superiore a 10000 abitanti;
- "medie strutture di vendita": quelli aventi superficie superiore ai limiti di 250 m² e fino a 1.500 m² nei comuni con popolazione residente inferiore a 10.000 abitanti e a 2.500 m² nei comuni con popolazione residente superiore a 10.000 abitanti.

Inoltre, l'attività di progetto non risulta tra quelle comprese al punto 8 dell'allegato alla delibera, soggette al trattamento delle acque di "prima pioggia", ma ricade tra le esclusioni di cui al punto A.1 della D.G.R. 1860/2006.

4. CALCOLO DELLE PORTATE METEORICHE

Per il dimensionamento della rete acque bianche si procede considerando un tempo di ritorno $Tr=10$ anni e coefficienti di afflusso alla rete cautelativamente pari ad 1 per le superfici lastricate od impermeabilizzate ed a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo.

Per il dimensionamento delle opere di invarianza idraulica invece verrà assunta la pioggia avente $Tr=30$ anni e durata 2 ore, come prescritto dal Consorzio di Bonifica della Romagna.

Per i collettori di progetto del lotto Fase 1, le superfici scolanti sono quelle relative a:

- Tetto dell'edificio Fase 1, impermeabile
- Campo sportivo polivalente, in resina, impermeabile
- Strada parcheggio auto a nord Fase 1, in conglomerato bituminoso, impermeabile
- Posti auto parcheggio auto a nord, Fase 1, in masselli drenanti, parzialmente permeabile
- Percorsi pedonali Fase 1, impermeabile

Viste le ridotte dimensioni delle aree da drenare, i tempi di corrivazione risultano inferiori a 15 minuti, ragion per cui, dalla curva di possibilità pluviometrica $Tr=30$ anni che il Consorzio fornisce per Ravenna, ottenuta per durate superiori a 1 ora:

$$h = 51.0 * t^{0.28} \quad [\text{con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore}]$$

si opererà l'aumento cautelativo del +20% per tener conto del minor tempo di corrivazione.

Una ulteriore correzione è applicabile per ricavare la curva di pioggia per un tempo di ritorno $Tr=10$ anni a partire da quella per $Tr=30$ a disposizione. La Direttiva idraulica citata riporta la seguente tabella di riferimento per la correlazione tra fattori di frequenza $K_p(T)$ sui vari tempi di ritorno, faremo riferimento ad essa.

Tempo di ritorno	$K_{\phi}(T)$ medio
T = 10 anni	1.23
T = 20 anni	1.33
T = 30 anni	1.38
T = 50 anni	1.42
T = 100 anni	1.47
T = 200 anni	1.50
T = 500 anni	1.52
Espressione approssimante: $K_{\phi}(T) = 0.793 + 0.237 \cdot \ln(T) - 0.019 \cdot \ln^2(T)$	

Il coefficiente correttivo sarà pari a $1.23/1.38=0.891$.

Per i collettori si utilizzerà perciò la curva modificata per $t < 1$ ora e $T_r=10$ anni:

$$h = (51.0 \cdot 1.2 \cdot 0.891) \cdot t^{0.28} = 54.5 \cdot t^{0.28} \quad [\text{con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore}]$$

Restano escluse dal computo suddetto le superfici non drenate dalla rete di raccolta.

Si prevede la realizzazione di 4 collettori di scarico, differenziati come di seguito:

- C1: Tetto edificio Fase 1, Campo sportivo e Parcheggio Lotto Fase 1;
- C2: Tetto Capannone e relativi esterni Lotto Fase 2;
- C3: Parcheggio-piazzale Lotto Fase 2;
- Cfin: collettore di scarico finale verso DN800 esistente e fosso di recapito.

La portata meteorica Q di calcolo (in l/s) raccolta dalle superfici sarà determinata considerando un coefficiente ϕ_m di deflusso medio dell'area considerata, di superficie S (in m^2), con la seguente formula razionale:

$$Q = S \cdot \phi_m \cdot [a(T) \cdot T_c^{n-1}] / 3600$$

Il tempo di corrivazione viene ricavato con la seguente espressione:

$$T_c = T_e + T_r$$

dove T_e è il tempo di accesso in rete determinabile da tabelle disponibili in letteratura (10 min nel caso in esame), mentre

$$T_r = \sum \frac{L_i}{V_i}$$

è il tempo di ingresso in rete, posto L_i la lunghezza del condotto in metri e V_i velocità del flusso nei condotti (solitamente posta pari a 1 m/s).

Con i dati disponibili, si calcola:

$$T_r = 120m / 1.0 = 120 \text{ sec} = 2 \text{ min}$$

Si ottiene quindi un tempo di corrivazione **$T_c = 12 \text{ min}$** .

Come si vedrà di seguito, si prevede lo scarico dei collettori su bacino aperto di progetto, interno al lotto di Fase 1, con funzione di laminazione della portata di scarico verso sud.

Le portate di calcolo dei 3 collettori di progetto recapitanti nell'invaso interno al lotto di Fase 1 e di quello in uscita per troppo pieno, con la pioggia avente $T_r=10$ anni, assumono i valori:

$$Q_{C1} = [(755+236+679) \cdot 1 + 535 \cdot 0.3] \cdot [54.5 \cdot (12/60)^{0.28-1}] / 3600 = 88.3 \text{ l/s}$$

$$Q_{C2} = (7620+3883-1180-1160) \cdot 1 \cdot [54.5 \cdot (12/60)^{0.28-1}] / 3600 = 441.9 \text{ l/s}$$



PROGETTO ESECUTIVO
CENTRO POLIFUNZIONALE EUROCOMPANY
Relazione idrologico idraulica

$$Q_{C3} = (1180 + 1160) * 1 * [54.5 * (12/60)^{0.28-1}] / 3600 = 112.9 \text{ l/s}$$

$$Q_{Cfin, Tr10} = Q_{C1} + Q_{C2} + Q_{C3} = 669.7 \text{ l/s}$$

Per i relativi collettori, assunti a pendenza 0.5%, in PEAD strutturato, liscio internamente, quindi con coefficiente di scabrezza $K_s = 90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ secondo Gauckler Strickler, si scelgono i seguenti diametri nominali (esterni) che danno luogo a gradi di riempimento GR% inferiori alla soglia limite del 90%:

C1: DN 400 $p = 0.5\% \rightarrow \text{GR} = 70\%$

C2: DN 630 $p = 1.0\% \rightarrow \text{GR} = 77\%$

C3: DN 400 $p = 0.5\% \rightarrow \text{GR} = 89\%$

Cfin: DN800 $p = 0.7\% \rightarrow \text{GR} = 74\%$

5. INVARIANZA IDRAULICA

Secondo le prescrizioni della citata "Direttiva idraulica" del Piano Stralcio, si calcolano le opere di laminazione della portata necessarie per la compatibilità idraulica dell'intervento secondo il principio dell'invarianza idraulica. Si riporta in Figura 8 la rete di progetto con le opere necessarie al soddisfacimento delle prescrizioni.

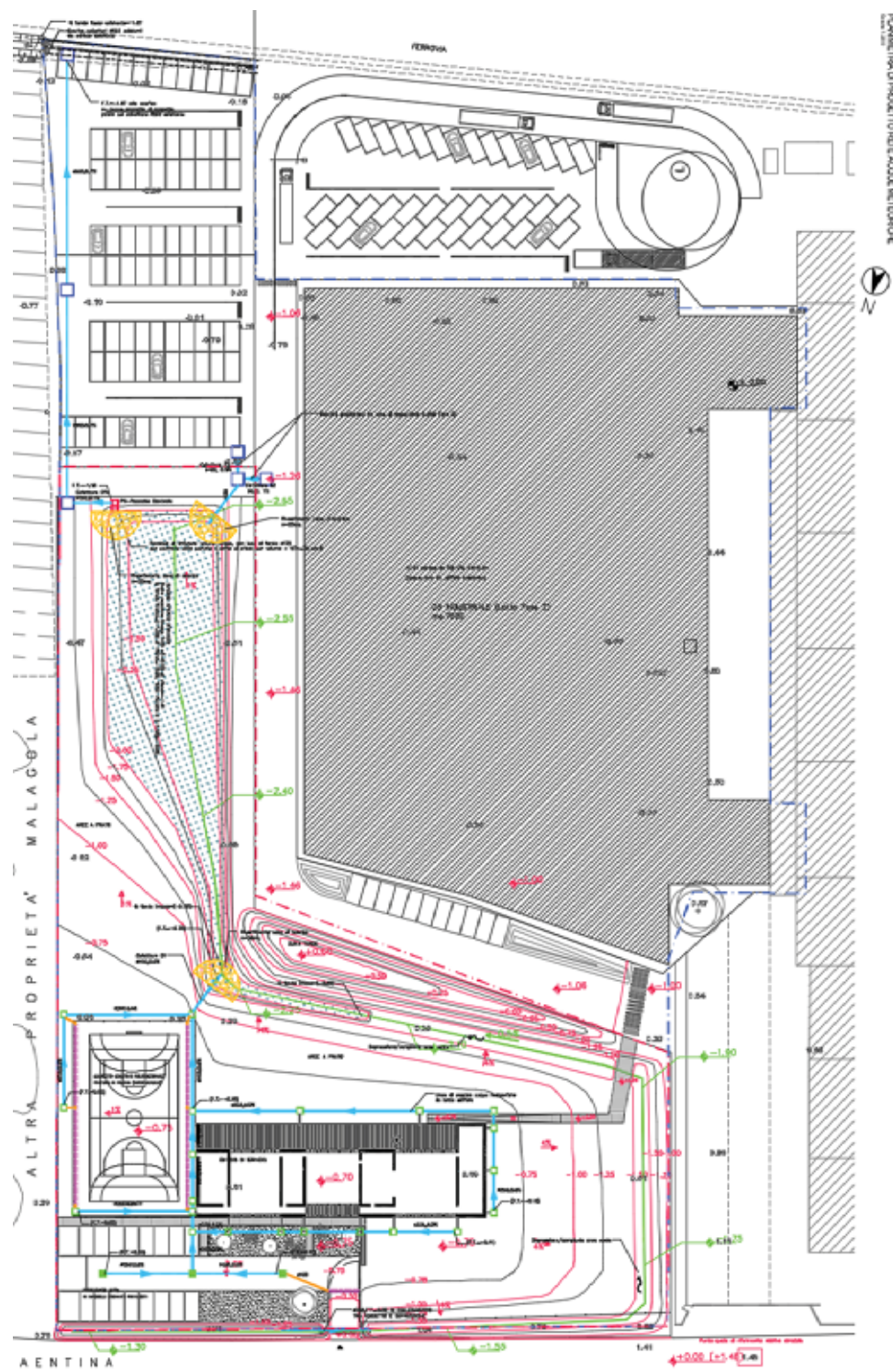


Figura 8: Rete acque meteoriche di progetto Fase 1 (in colore verde il fondo fosso e bacino di accumulo a cielo aperto, in azzurro i collettori)

Si riporta di seguito la tabella contenuta nel par. 7.2 della Direttiva idraulica del Piano Stralcio, la quale classifica le soglie di superficie per gli interventi di trasformazione.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Tabella 1 - classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica

Il presente progetto, avendo una **superficie fondiaria di trasformazione (Fase 1+Fase 2) di 21.037 m²**, ricade nella classe di **significativa impermeabilizzazione potenziale**, per la quale la Direttiva consiglia di "dimensionare le luci di scarico e i tiranti idrici ammessi nell'invaso in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni". La citata Direttiva idraulica del Piano Stralcio precisa inoltre la presenza di due meccanismi di controllo "naturale" delle piene:

- l'infiltrazione e l'immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso)
- la laminazione, che consiste nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici che il piano di bacino adotta prevede la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo attraverso il potenziamento del secondo meccanismo.

Anche le aree verdi di progetto o comunque di rimodellazione delle aree agricole esistenti vengono opportunamente considerate, non come area agricola inalterata.

Il volume minimo dei sistemi di raccolta per la laminazione viene calcolato in base alla portata massima scaricabile Q_{Umax} .

Secondo le prescrizioni da parte dell'ente gestore del fosso di recapito a sud, Consorzio di Bonifica della Romagna, sede di Ravenna, è stato assunto il parametro di **portata specifica limite di 10 l/s,ha (coefficiente udometrico) applicato alle aree permeabili esistenti e 90 l/s,ha per le aree impermeabili esistenti**.

Per il lotto d'intervento (fase 1 + fase 2) si ottiene perciò:

$$Q_{Umax} = 10 * (21037-2157)/10000 + 90*2157/10000 = 38.29 \text{ l/s}$$

Per il procedimento di calcolo del volume minimo d'invaso necessario per laminare le portate superiori alla Q_{Umax} si rimanda al capitolo 7 della citata Direttiva idraulica del Piano Stralcio.

Il calcolo del volume di invaso richiede la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti

- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione
- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione

Qui di seguito si riportano i risultati dell'invarianza per il lotto in progetto, comprensivo delle Fasi 1 e 2, che comportano la trasformazione totale della superficie fondiaria 21.037 m², senza aree agricole inalterate.

Per posti auto e viabilità del parcheggio nord si prevede una pavimentazione in masselli drenanti rinverditi, dunque per questi si assumerà un coefficiente di deflusso $\phi=0.3$.



Foto 2: esempio della tipologia di pavimentazione prevista nel parcheggio

STATO ANTE OPERAM (Fase1+2)

Superfici impermeabili esistenti:	Copertura edificio esistente	280 m ²
	Strada esistente	1877 m ²
Superfici permeabili esistenti:	Area "agricola" esistente	<u>18880 m²</u>
	Totale	21.037 m²

STATO POST OPERAM (Fase 1+2)

Superfici impermeabili di progetto:	Copertura nuovo edificio lotto Fase 1	755 m ²
	Copertura nuovo edificio lotto Fase 2	7620 m ²
	Strada e park Fase 2 (asfalto)	3883 m ²
	Percorsi pedonali Fase 1	236 m ²
	Campo polifunzionale Fase 1 (resina)	679 m ²
Superfici permeabili di progetto:	Posti auto e Strada Fase 1 (masselli drenanti)	535 m ²
Superfici verdi di progetto:	Prato Fase 1	6620 m ²
	Prato Fase 2	<u>709 m²</u>
	Totale	21.037 m²

La curva di possibilità pluviometrica da adottare per l'invarianza idraulica è quella relativa a Tr=30 anni e durata d>1 ora:

$$h = 51.0 * t^{0.28} \quad [\text{con } h \text{ in mm e } t \text{ in ore}]$$



PROGETTO ESECUTIVO
CENTRO POLIFUNZIONALE EUROCOMPANY
Relazione idrologico idraulica

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)																
Superficie fondiaria		=	21.037,00	mq	inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto											
ANTE OPERAM																
Superficie impermeabile esistente		=	2.157,00	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.											
Imp°		=	0,10													
Superficie permeabile esistente		=	18.880,00	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.											
Per°		=	0,90													
Imp°+Per°		=	1,00		corretto: risulta pari a 1											
POST OPERAM																
Superficie impermeabile di progetto		=	13.440,50	mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.											
Imp		=	0,64													
Superficie permeabile progetto		=	7.596,50	mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.											
Per		=	0,36													
Imp+Per		=	1,00		corretto: risulta pari a 1											
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA																
Superficie trasformata/livellata		=	21.037,00	mq	inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi											
I		=	1,00													
Superficie agricola inalterata		=	0,00	mq	inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)											
P		=	0,00													
I+P		=	1,00		corretto: risulta pari a 1											
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM																
$\phi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ} =$		0,9	x	0,10	+	0,2	x	0,90	=	0,27	ϕ°					
$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} =$		0,9	x	0,64	+	0,2	x	0,36	=	0,65	ϕ					
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO																
$w = w^{\circ} \left(\frac{t}{t^{\circ}} \right)^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P =$		50	x	5,31	-	15	x	1,00	-	50	x	0,00	=	250,27	mc/ha	w
$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$								250,27	x	21.037	:	10.000	=	526,49	mc	W
DIMENSIONAMENTO STROZZATURA																
Portata amm.le (Qagr.=10 l/sec/ha* Perm _o +90l/sec/ha*Imp _o)			38,29	l/sec	portata ammissibile effluente al ricettore											
Battente massimo h			1,29	m	inserire il valore di progetto (calcolato esplicitamente in relazione) del battente sopra l'asse della strozzatura											
DN max condotta di scarico			127,09	mm												
Si adotta condotta DN			125,00	mm	inserire il diametro della condotta scelta, che deve essere inferiore a DN max. Si consente un minimo funzionale DN 125											
Portata uscente con la condotta adottata			37,06	l/sec												

VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h				
Da effettuarsi per casi di Superficie fondiaria > 1 ha				
Inserire dati esclusivamente nei campi cerchiati				
Superficie fondiaria	2,10 ha	superficie totale dell'intervento		
TR	30 anni	tempo di ritorno di riferimento		
a	51	inserire parametro di zona (vedi tabella)		
n	0,28	inserire parametro di zona (vedi tabella)		
tp	2,00 ore	durata di pioggia		
φ	0,65	coeff. di deflusso dopo la trasformazione		
h	61,92 mm	altezza pioggia in tp		
Vp	1.302,69 mc	Volume piovuto in tp		
Ve	843,14 mc	Volume effluente in vasca in tp		
Qu	37,06 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata		
Vu	266,82 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp		
Ve-Vu	576,32 mc	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore		
W	526,49 mc	Volume di laminazione (formula del w)		
NON VERIFICATO: NECESSARIO ADEGUAMENTO VOLUME				
W FINALE da adottare=		576,32 mc		
Per Tp>1h e TR 30 anni	RIMINI	CESENA	FORLI	RAVENNA
a	51	51	48	51
n	0,27	0,29	0,30	0,28

OPERE DI LAMINAZIONE

La procedura di calcolo del volume di laminazione per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni porta alla prescrizione di un volume di laminazione minimo da realizzare pari a 576,32 mc, che può essere ottenuto con le seguenti opere:

- Invaso aperto in terra per un volume utile di circa 840 mc, con pendenza del fondo circa 0.5-1.0% verso lo scarico a sud (fondo posto circa 30 cm sopra la quota di falda rilevata)
- Manufatto di scarico dall'invaso aperto, con strozzatura a luce di scarico DN 125 mm (minimo funzionale consentito sebbene superiore a quella di calcolo), dotata di valvola antiritorno e di griglia di filtrazione in acciaio, il battente massimo è di 1.29 m con finestra di sfioro di troppo pieno verso il recapito finale (fosso lungo ferrovia).

Si prevedono le predisposizioni di innesto dei collettori di scarico nell'invaso aperto provenienti dalle aree di Fase 2.

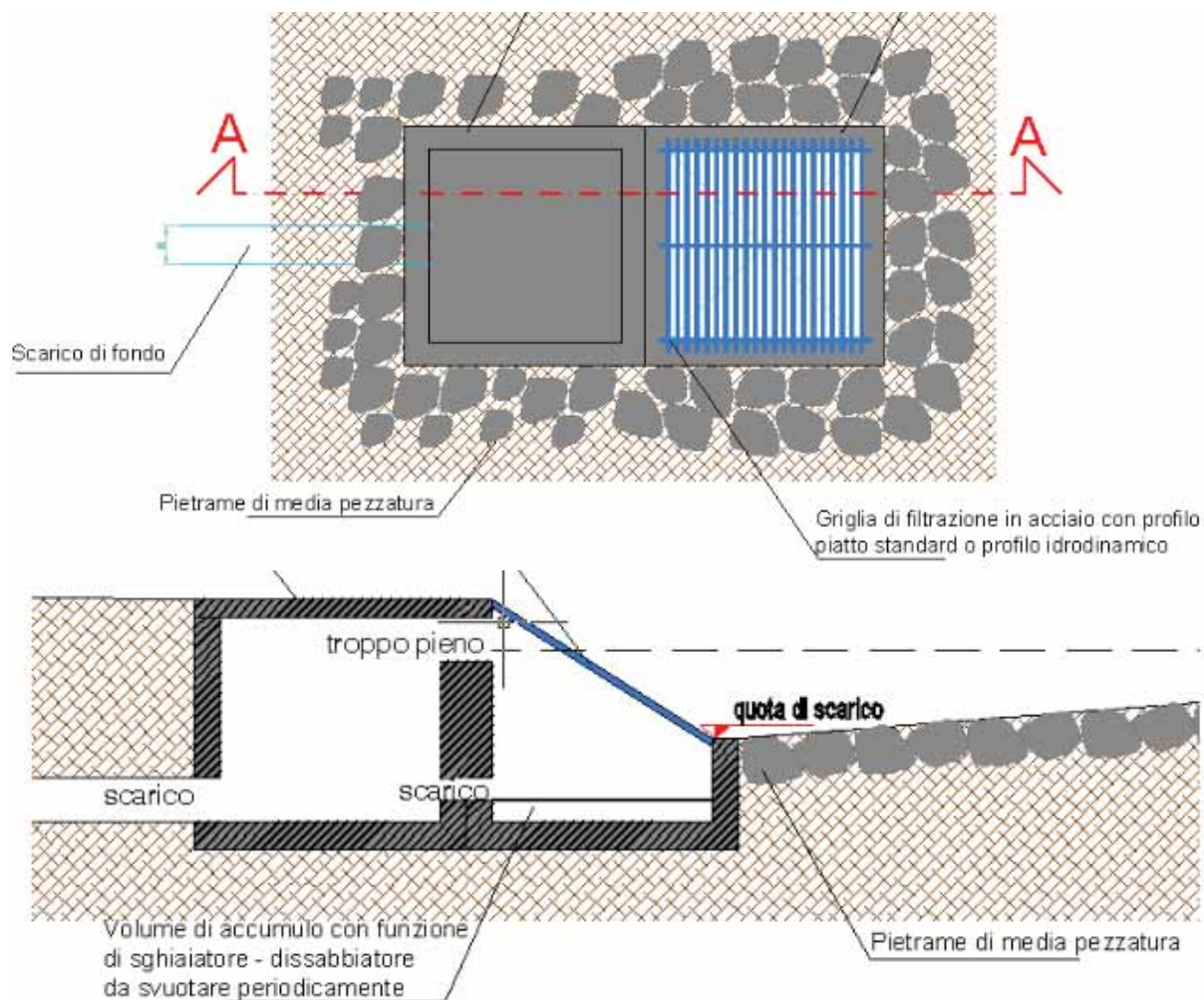


Figura 9: Schema tipologico di manufatto di controllo dello scarico dal bacino, con luce di fondo e sfioro di troppo pieno-Pianta e sezione A-A

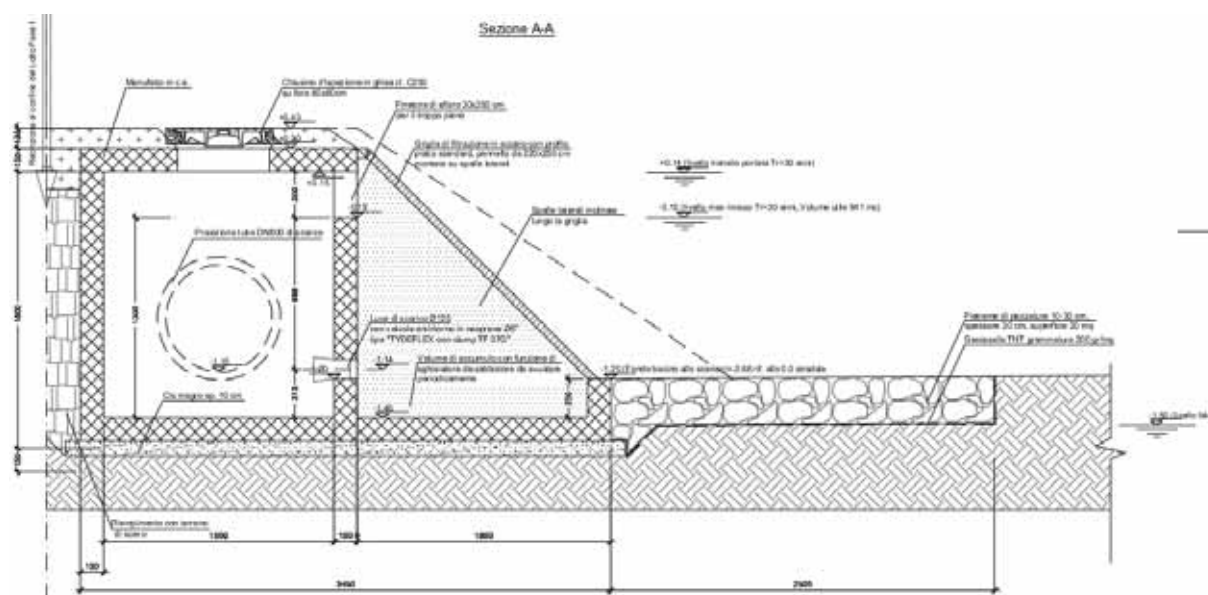


Figura 10: Sezione trasversale di progetto del manufatto di controllo dello scarico dal bacino di laminazione

Ai fini della sicurezza idraulica dell'area, il collettore di scarico dal manufatto di controllo e sfioro fino al recapito finale nel fosso esistente a sud dovrà garantire il transito di emergenza di tutta la portata trentennale di progetto, ragion per cui si prevede una tubazione DN 800 mm a pendenza 0.70%.

Tale portata, assumendo la maggiorazione del 20% per correggere la curva di pioggia trentennale per adattarla agli scrosci di durata inferiore all'ora, si calcola:

$$Q_{Cfin, Tr30} = [(755+7620+3883+236+679)*1+535*0.3]*[51*1.2*(12/60)^{0.28-1}]/3600 = 722.2 \text{ l/s}$$

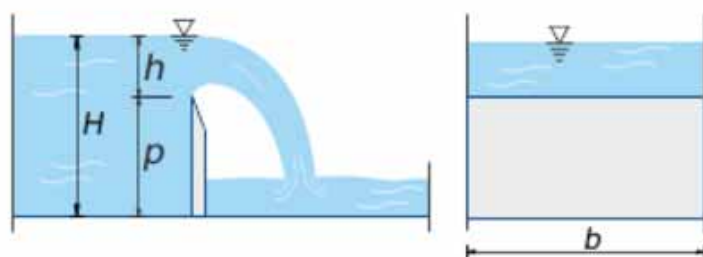
Tale portata, entrando nel bacino di laminazione considerato pieno, sfiorerà sopra la soglia di troppo pieno, dando luogo ad un GR=80% nel collettore di scarico finale DN800 in PEAD a pendenza 0.7% ($K_s=90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$).

Al fine di evitare rigurgiti a partire dal fosso di recapito verso monte, sulla luce di controllo del manufatto (diametro 125 mm) si prevede l'inserimento di una valvola di ritegno in neoprene e acciaio inox del tipo "Tideflex con clamp TF 37G" o equivalente, in modo da scaricare il volume d'acqua del bacino a monte anche in presenza di pochi centimetri di carico idraulico, anche in caso riempimento del fosso di recapito.



Figura 11: Esempio di valvola di ritegno in neoprene

Le formule utilizzabili per lo sfioro sono quelle per lo stramazzo tipo Bazin.



$Q = [m^3/s]$: portata del getto

$b = [m]$: larghezza della soglia

$p = [m]$: altezza della soglia

$H = [m]$: altezza totale del fluido a monte della soglia

$h = [m]$: altezza del fluido sopra la soglia

μ : coefficiente di efflusso

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h} \cdot h^{3/2}$$

$$\mu = \left(0.405 + \frac{0.003}{h}\right) \cdot \left(1 + 0.55 \cdot \frac{h^2}{H^2}\right)$$

Nel caso in progetto, per il transito della portata di 722.2 l/s si prevede un manufatto di dimensioni circa 3.00x2.50m dotato di sfioro di troppo pieno avente soglia di larghezza 2.50 m, posta a p=1.3m dal fondo pozzetto a valle, dando luogo ad un'altezza d'acqua h sopra soglia. Si riporta il prospetto di calcolo.

	Q	b	p	h	H	μ	Q*
u.m.	mc/s	m	m	m	m		mc/s
	0,722	2,50	1,30	0,288	1,59	0,422929	0,722

Dunque, lo scarico di tutta la portata trentennale avviene con un'altezza sopra soglia $h=29$ cm circa, dando luogo ad un massimo livello nel bacino d'invaso a quota +0.14 m riferita allo 0.0 di rilievo, a partire dal livello minimo di -1.20 m, per una escursione massima di 134 cm, tale geometria conferma la correttezza dei volumi e della geometria del manufatto di controllo.

Come verifica, si calcola di seguito il volume utile del bacino, effettuato cautelativamente non considerando il volume del tratto di depressione/fossetto a monte dello scarico del collettore C1, ma solo quello a valle.

Liv. acqua (rif. rilievo)	Liv. acqua rif. 0.0 in strada=+1.46 di rilievo	Superficie specchio d'acqua
-1.20	-2.66	0 mq
-0.79	-2.25	804 mq
-0.15 (sfioro)	-1.61	1308 mq

Il volume utile calcolato dal fondo fino allo sfioro di troppo pieno trentennale risulta:

$$V=[(0.79-0.15)*(804+1308)/2]+[(1.20-0.79)*(804+0)/2]=841 \text{ mc}$$

Tale volume utile risulta dunque superiore al minimo necessario per la compatibilità idraulica dell'intervento complessivo Fase1+Fase2 (576.32 mc).

6. QUOTE DI PROGETTO

Il terreno esistente nell'area del lotto di Fase 1 si trova a quote variabili tra circa -0.47 m e +1.00 m rispetto allo 0.0 di rilievo. La strada di via Faentina nord, in corrispondenza dell'accesso alla ditta si trova alla quota relativa +1.46 m, che viene assunto come ulteriore livello di riferimento altimetrico. In riferimento allo 0.0 stradale, si sceglie un livello -0.70 m per il piano terra dell'edificio e -0.75 m per gli spazi pavimentati esterni (parcheggio e campo sportivo), essi corrispondono rispettivamente alle quote +0.76 m e +0.71 m riferite allo 0.0 di rilievo.

Le quote medie del piano campagna esistente su tali aree, che si trovano nella parte più alta del lotto, sono circa +0.65 m riferito al rilievo, dunque il riporto in quota in tali aree è di circa 5-10 cm.

Nella parte di lotto Fase 1 a sud del Centro polifunzionale il terreno è più basso, su di essa si opererà una parte di scavo per realizzare il bacino di accumulo a cielo aperto e del riporto di terreno per modellare le aree verdi, con una duna di separazione rispetto al lotto Fase 2.

Per l'edificio industriale, la strada ed i parcheggi sud compresi nel lotto di Fase 2, indicativamente si prevedono delle quote di progetto variabili tra -1.00 e -1.46 rispetto allo 0.0 stradale, ovvero tra +0.46 e 0.00 m riferite allo 0.0 di rilievo, attualmente il piano campagna è a quota media -0.50 di rilievo, per cui necessita un riporto in quota di circa 50-95 cm.