

COMUNE DI REGGIO EMILIA  
**AEROPORTO DI REGGIO EMILIA**

PROPONENTE:



# ARENA EVENTI CAMPOVOLO

INTERVENTO SULL'AREA NON OPERATIVA IN CONCESSIONE A AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.

Fase:		<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		Elaborato n°	
				<b>S.R.I.I.</b>	
Elaborato:		<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b>		scala:	
<b>PROGETTO:</b>					
<b>IOTTI + PAVARANI ARCHITETTI</b> via Emilia all'Angelo 3, 42100 Reggio Emilia tel/fax: 0522.902775 e-mail: studio@iotti-pavarani.com COLLABORATORI: Roberto Bertani, Stefano Nicolini, Giulia Piacenti		Arch. Marco Pavarani      Arch. Paolo Iotti			
<b>STUDIO DI ARCHITETTURA ARCH. GUIDO TASSONI</b> Via A. Einstein n. 9 - 42100 Reggio Emilia tel. 0522288208 e-mail: tassoni@esatecna.com COLLABORATORI: Arch. Michele Rizzo, Arch. Luca Romoli		Arch. Guido Tassoni		<b>LAURO SACCHETTI ASSOCIATI</b> via del Chioneo 28/a, 42122 Reggio Emilia tel: 0522 271401, fax: 0522 923700 e-mail: info@studiolao.it COLLABORATORI: Geom. Andrea Tonelli, Ing. Gianmaria Borellini, Ing. Daniele Delio	
<b>CONSULENTI:</b>					
<b>IMPIANTO ELETTRICO</b>			<b>INDAGINI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE</b>		
<b>ETASTUDIO R s.r.l. - Progettazione &amp; Consulenza Elettrotecnica</b> via Cassoli n. 12 - 42123 Reggio Emilia tel. 0522 431353 - fax. 0522 430825 e-mail: staff@etastudio.it		Fabrizio Costoli		<b>GEOL. PAOLO MELLI</b> GEOL. CHIARA FILIPPI	
				Geol. Paolo Melli	
revisione	data	descrizione	approvato	data:	
01	14.07.2017	modifiche/integrazioni in risposta alle richieste della CdS		<b>LUGLIO 2017</b>	

<b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</b> .....	<b>2</b>
<b>1. PREMESSA</b> .....	<b>2</b>
<b>1.1 Analisi geomorfologica e idrologica dell'area di intervento</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Analisi dello stato di fatto dell'area di intervento</b> .....	<b>3</b>
<b>2. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE NERE</b> .....	<b>6</b>
<b>3. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Criteri di verifica della rete fognaria delle acque bianche</b> .....	<b>11</b>
<b>3.2 Stima dell'impatto del nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche in progetto e considerazioni sull'invarianza idraulica dell'area</b> .....	<b>14</b>
<b>4. INTERAZIONE TRA IL LIVELLO DI FALDA DELL'ACQUIFERO SUPERIORE E IL LIVELLO MASSIMO ATTESO NEL TORRENTE RODANO E IL CANALE DI REGGIO DURANTE LA STAGIONE IRRIGUA</b> .....	<b>16</b>
<b>5. MISURE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DERIVANTE DA ALLUVIONI</b> .....	<b>18</b>

## **RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

### **1. PREMESSA**

Il progetto di Arena Campovolo si sviluppa nell'area compresa tra la ferrovia, via del Partigiano, via dell'Aeronautica e la Tangenziale Nord (comprendente anche l'area dove insiste l'attuale aeroporto di Reggio - comunque non coinvolto dal presente studio) si presenta come un'enorme area inedita a verde, con una dimensione pari a quella del centro storico della città.

Il progetto si sviluppa lungo le direttrici principali con direzione est-ovest, riqualificando le strade di penetrazione esistenti, fino ad aprirsi verso l'arena spettacoli, formando due ampie aree attrezzabili per eventi o spettacoli di minore entità.

L'area ad ovest, permette la realizzazione di ampie aree per l'allestimento di fiere e manifestazioni temporanee, sulle quali possono essere disposte strutture leggere e temporanee, quali tensostrutture o prefabbricati leggeri, oltre che organizzare e gestire al meglio l'accoglienza per i grandi eventi.

L'area centrale dell'ambito si estende uniformemente da sud a nord formando un grande piazzale per l'accesso all'arena spettacoli, è prevista la formazione di un grande spazio ad Arena verde corredato dal sistema di percorsi, attrezzature e spazi collaterali, che insieme generano la spina dorsale e la testa del Parco in progetto.

Il Parco urbano previsto si sviluppa su un'area di 25 ettari organizzata come un mosaico di paesaggi in cui il cittadino potrà ritrovare aree naturalistiche, sia boscate che a radura, percorsi e spazi attrezzati.

La presente relazione viene elaborata per esporre e definire i criteri di progettazione della rete di drenaggio superficiale e il sistema fognario a reti separate di acque bianche e nere che verrà realizzato all'interno del progetto di Arena eventi presso il Campovolo di Reggio Emilia. Nella prima parte verrà illustrata l'analisi idrometrica e idraulica dello stato di fatto delle reti fognarie esistenti e dell'area in progetto. Nella seconda parte verranno affrontati dal punto di vista idraulico aspetti relativi alle modalità di scarico e connessione delle nuove reti in progetto, con il sistema infrastrutturale idraulico esistente. Nel seguito verranno inoltre illustrate le modalità esecutive e di progetto delle opere riguardanti la rete di raccolta dei reflui e dei sistemi di depurazione.

## **1.1 ANALISI GEOMORFOLOGICA E IDROLOGICA DELL'AREA DI INTERVENTO**

L'area di intervento è caratterizzata da una superficie pianeggiante ed è prossima alla quota di 43/44 metri s.l.m.

La ricerca bibliografica e l'indagine geologica diretta hanno permesso di appurare che l'area è posta per intero su depositi continentali appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8). Si tratta di limi sabbiosi e limi argillosi o ghiaie e ghiaie sabbiose in lenti entro limi.

Dal punto di vista idrogeologico la "Carta della Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento" relativa all'alta pianura reggiana tra il Torrente Crostolo e il Fiume Secchia, redatta dal C.N.R. nel 1992, indica la presenza di un sistema monostrato compartimentato a falda in pressione. La stessa Carta indica sull'area una isopieza riferita al livello del mare di 42/43 m. s.l.m.

L'indagine geomorfologica, geotecnica, idrologica condotta per valutare l'idoneità dell'area destinata alla realizzazione dell'Arena spettacoli ha prodotto un esito favorevole alla trasformazione. L'esecuzione di sondaggi con escavatore esclude la presenza di ghiaie nei primi 5,8 metri sondati ed evidenzia una stratigrafia caratterizzata da terreni prevalentemente fini con argille, argille limose e livelli di limi sabbiosi. Nel corso dei sondaggi sono state rilevate locali impregnazioni a profondità diverse, in corrispondenza delle frazioni più permeabili (in genere limi).

Al fondo di tutti gli scavi il livello delle acque si è stabilizzato, al termine delle prove, a circa 4,80 metri sotto il piano di campagna.

## **1.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO DELL'AREA DI INTERVENTO**

Per quanto concerne il sistema fognario esistente l'area risulta servita da un reticolo di fogna mista e da un sistema di raccolta delle acque bianche che attualmente servono l'intera area non operativa posta a nord del Campovolo. All'interno della rete esistente sono allacciati gli scarichi di acque nere e meteoriche degli edifici posti sul confine tra area operativa e non operativa dell'aeroporto.

Il sistema principale di rete fognaria è costituito da un collettore di acque miste che corre parallelo al canale di Reggio che ha origine presso l'ingresso dell'area posta a nord ovest tra Via dell'Aeronautica e Via Vertoiba, e termina nell'area nord-est in corrispondenza dell'arena

spettacoli dell'area feste esistente. Sul collettore misto, costituito da tubi in calcestruzzo con diametri variabili tra 600mm e 1200mm si innestano tutti i collettori secondari che costituiscono la rete di drenaggio delle acque meteoriche superficiali e di allaccio dei fabbricati esistenti. Il collettore summenzionato è posto a quote di scorrimento che variano tra i -2.00ml e i -2.50ml rispetto ai livelli attuali con pendenza pari a 0.2%.

Si evidenzia in particolare in posizione baricentrica lungo la direttrice nord sud la presenza di un collettore In CLS di 1200mm di diametro che convoglia parte della rete "storica" di dreni sub-orizzontali dell'area operativa del campovolo sul collettore principale di acque misto posto in corrispondenza della cameretta individuata sulla cartografia di **IRETI n°41883**.

Per quanto riguarda il reticolo secondario di raccolta delle acque meteoriche, il sistema si sviluppa lungo due direttrici parallele con orientamento Ovest-Est in corrispondenza dei due percorsi carrabili esistenti che si sviluppano all'interno dell'area. Il sistema di raccolta delle acque meteoriche risulta essere costituito da una rete di collettori superficiali costituiti da tubazioni in PVC e CLS con diametri variabili tra i 200mm e 600mm. Gli scorrimenti dei collettori risultano per lo più compresi tra -90cm -130cm dal piano attuale con pendenze variabili tra 0.1-0.2%, con qualche eccezione in alcuni punti di raccordo della rete.

Le aree asfaltate e carrabili sono drenate con raccolta a schiena d'asino sui percorsi principali, e da una rete organica di griglie, tombini e caditoie uniformemente distribuita nelle aree piane.

Per quanto concerne il punto di recapito finale dell'intero reticolo fognario, si è individuata una cameretta posta nei pressi dell'arena attualmente esistente e il percorso ciclopedonale che attraversa il canale di Reggio. Il manufatto in c.a. ha dimensioni 200cmx300cm con profondità di 2.50ml, essa costituisce il terminale della rete. All'interno di tale cameretta è presente una stazione di sollevamento che convoglia le portate di tempo asciutto alla rete fognaria esistente presso via Caduti delle Reggiane riferimento IRETI cameretta **n°36971**.

All'interno del manufatto è presente un collettore in CLS di 1'200mm di diametro che funge da scolmatore delle portate di pioggia più intense e che prosegue all'interno del reticolo idraulico esistente oltre la tangenziale di Reggio Emilia, sino al torrente Rodano, a monte del cimitero di Gavassa.

Si riporta la cartografia delle reti fognarie esistenti:



## **2. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE NERE**

Per quanto concerne la riorganizzazione del sistema fognario esistente, si intende realizzare un nuovo sistema separato di collettamento delle acque nere in predisposizione di vari gruppi di servizi igienici con recapito di scarico fisso, posizionati in punti sensibili dell'Arena Eventi.

La nuova rete di raccolta delle acque nere sarà predisposta altresì per l'allacciamento dei servizi presenti all'interno dell'hangar del gruppo B.F.U. di paracadutismo e per l'area mensa, tali predisposizioni sono previste nell'area sud-est di intervento in corrispondenza della zona Backstage.

Nella rete di raccolta delle acque reflue in progetto è prevista la formazione di un anello di collettori con origine presso il primo gruppo di scarico nell'area sud dell'arena. Poiché il tracciato della rete prosegue nella zona backstage con una giacenza di scorrimento in progetto posta a quota -2.80ml rispetto al piano campagna attuale, non potrà recapitare per gravità all'interno della rete fognaria esistente. Attraverso un primo sistema di sollevamento, posto nell'area retrostante alla mensa, le portate di acque nere di questa porzione di rete verranno sollevate verso un ulteriore tratto del reticolo fognario di nuova realizzazione posto nell'area nord. L'intero anello di raccolta dei reflui avrà come unico recapito, una nuova stazione di sollevamento che rilanci le portate di acqua nera all'interno del collettore di acque nere esistente in via Caduti delle Reggiane, riferimento IRETI cameretta **n°36971**.

Secondo le indicazioni dell'ente gestore, la stazione di sollevamento e rilancio delle acque reflue posta nell'area nord dell'arena sarà limitata in scarico alla portata di **10l/s**.

La predisposizione dello scarico di acque reflue prevista nel backstage per l'area dedicata alla mensa, sarà dotato di pozzetto degrassatore a valle delle cucine.

Per ragioni legate al collettamento delle acque reflue esistenti, provenienti dai fabbricati della zona sud ovest dell'aeroporto e dall'Osteria dell'Aviatore, si propone una nuova rete di raccolta dei reflui, che vengono trattati in loco con sistema di depurazione dedicato, a gestione privata. A seguito del trattamento di depurazione le portate depurate saranno reimmesse all'interno della rete di fognatura esistente. (IRETI cameretta **n°41879**).

Per quanto riguarda, il tracciato e i sistemi di depurazione, si richiama la tavola A.00.07 di progetto; il sistema delle acque nere verrà realizzato con tubazioni in PVC UNI-EN1401-1 SN4 diametro compreso tra D=160mm D=200mm con rinfiando e sottofondo in pietrischetto. Per stimare l'entità delle portate afferenti allo scarico ci si basa sul numero di abitanti equivalenti previsti per i gruppi di servizi igienici a postazione di scarico fissa.

Poiché l'arena eventi è concepita per attività di spettacolo con capienza variabile, si stimano in progetto gruppi di servizi a scarico fisso per una capacità massima di pubblico pari a 9'000 persone.

Tutti gli eventi di capienza di pubblico superiore, dovranno essere dotati di gruppi igienici autonomi (WC chimici) in numero adeguato alla tipologia di evento ospitato.

Per il dimensionamento della rete di scarico si adotta il criterio di calcolo per abitante equivalente. Le linee guida di Arpa per il trattamento delle acque reflue danno come indicazione per il dimensionamento di sistemi di depurazione e dimensionamento dei collettori per strutture analoghe (stadi) 1ab.eq. ogni 30 persone presenti.

Pertanto:

#### Gruppi di servizi con scarico fisso "Arena" previsti in progetto

1ab.eq. ogni 30 persone

Capacità massima dei gruppi di servizi fissi 9'000 persone

N° ab equivalenti  $9'000/30 = 300\text{ab}\backslash\text{eq}$

#### Gruppi di servizi con scarico fisso esistente, edifici area aereoportuale

Gruppi di servizi esistenti n°15

N° ab equivalenti =  $30\text{ab}\backslash\text{eq}$

#### Degrassatore a servizio mensa Backstage

E' prevista, nell'area di backstage per gli eventi più rilevanti, la presenza di 120 operatori ad evento, impiegati per la preparazione del palco e per la logistica legata agli allestimenti impiantistici temporanei. Si prevede la predisposizione di uno scarico per cucine in un'area preposta a servizio mensa, che si doterà di degrassatore.

Scarico area mensa 1ab.eq. ogni 4 coperti N°ab. equivalenti 120/4 = n°30 Ab. eq.

Il degrassatore da installarsi a valle della predisposizione dello scarico della mensa avrà una capacità di 30 ab\eq. Per un volume approssimativo di 1'730lt 125cmx130cmx150cmH.

Di seguito si riporta il report di calcolo per le portate afferenti del sistema delle acque nere sulle sezioni di chiusura del tratto di fognatura più gravoso (scarico nord).

Calcolo della portata acque nere di insediamenti residenziali-industriali		
Il modello calcola la portata affluente alla rete delle acque nere in base alla stima degli abitanti equivalenti da insediare in aree di nuova urbanizzazione		
<b>DATI DI PROGETTO</b>		
80	Stima degli abitanti equivalenti [n]	300
Scabrezza	Dotazione idrica giornaliera (D) [l/ab.giorno]	250
	Coefficiente di dispersione (e)	0,20
	Coefficiente di punta giornaliero (C <sub>g</sub> )	1,5
Lamberti 1994		
La portata nera è soggetta a fluttuazioni stagionali, giornaliere e orarie.		
<b>Coefficiente di punta C<sub>p</sub></b>	<b>Coefficiente di punta giornaliero C<sub>g</sub></b>	<b>Coefficiente di minimo C<sub>m</sub></b>
Il coefficiente di punta rappresenta il rapporto tra la portata massima oraria e la portata media annua	Rappresenta il rapporto tra la portata media del giorno di massimo consumo e la portata media annua	Rappresenta il rapporto tra la minima portata oraria e la portata media annua.
<b>Portata acque nere media annua</b>	<b>Portata nere di punta (l/s)</b> 4,418	$Q_p = Q_{nera} \cdot C_p$
$Q_{nera} = \frac{(1-e) \cdot D \cdot ab_{equivalenti}}{86400} = 0,694 \text{ l/s}$	<b>Portata acque nere media nel giorno di massimo consumo (l/s)</b> 1,042	$Q_g = Q_{nera} \cdot C_g$
<b>Velocità di scorr. di punta</b> 0,657 m/s	<b>Portata acque nere minima (l/s)</b> 0,177	$Q_m = Q_{nera} \cdot C_m$
<b>Velocità di scorrimento minima</b> 0,317 m/s	<b>C<sub>p</sub></b> 6,36	
	<b>C<sub>g</sub></b> 1,50	
	<b>C<sub>m</sub></b> 0,25	

**Riepilogo dati di calcolo**

ab. equiv.	Diametro [mm]	i%	Ks	Q [l/s]	V [m/s]	Riemp. [%]
300	200,0	0,005	80	4,410	0,657	32

Alla luce dei dati emersi dal predimensionamento della rete, non sono necessarie vasche di equalizzazione delle portate delle acque nere nella stazione di rilancio terminale. Le velocità

minime di scorrimento in rete sono tali da non richiedere trattamenti di chiarificazione dei reflui.

### 3. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE

Le informazioni pluviometriche per il calcolo delle portate meteoriche per il dimensionamento a pelo libero dei collettori fognari sono state dedotte dal "Piano Fognario per la Provincia di Reggio Emilia (1989)" redatto da Agac e sono sintetizzate in termini probabilistici dai parametri  $a(T)$  e  $n(T)$  delle Curve di Possibilità Pluviometrica:

$$h(\theta, t) = a(T)\theta^{n(T)}$$

dove:

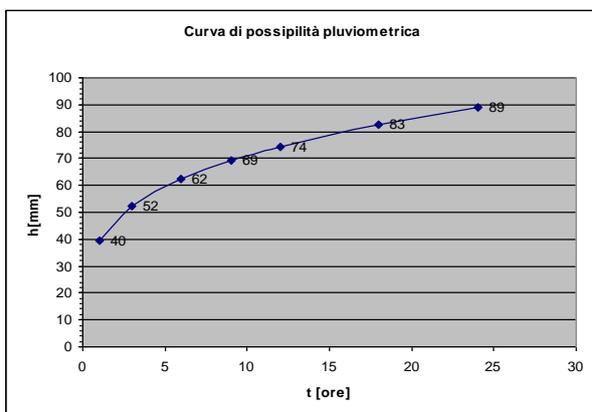
- $h$  è l'altezza di pioggia espressa in mm;
- $\theta$  è la durata dell'evento meteorico di progetto;
- $t$  è la variabile temporale indipendente;
- $T$  è il tempo di ritorno dell'evento meteorico ovvero l'intervallo di tempo che mediamente intercorre tra due eventi successivi che eguagliano o superano un prefissato valore di soglia;

$a, n$  sono i parametri della c.p.p. definiti in funzione di  $T$  prefissato e distinti per durate di pioggia inferiori ad 1 ora (generalmente impiegati per la stima delle portate di punta defluenti dai comparti di dimensione medio-piccola) e durate di pioggia superiori ad 1 ora (generalmente impiegati per la stima delle portate di punta defluenti dai comparti di dimensione elevata e per la stima dei volumi critici delle vasche di laminazione).

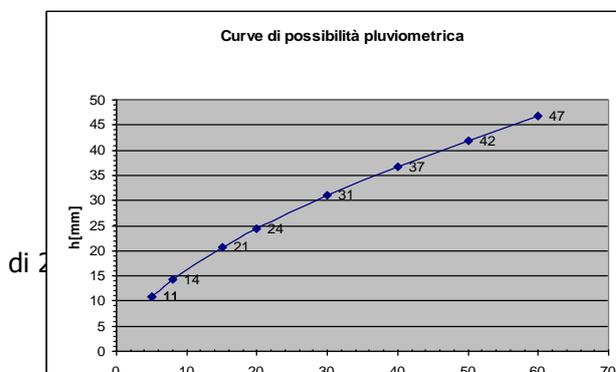
Nella tabella sottostante sono riportati i valori desunti dal succitato piano fognario per il comune di Reggio Emilia.

Comune	T = 5 anni				T = 10 anni			
	$\theta < 1$ h		$\theta > 1$ h		$\theta < 1$ h		$\theta > 1$ h	
	a(mm/h)	n	a(mm/h)	n	a(mm/h)	n	a(mm/h)	n
Reggio Emilia	38.00	0.630	33.25	0.263	46.75	0.590	39.50	0.255

Il tempo di ritorno rispetto al quale definire le sollecitazioni meteoriche di progetto, è stato assunto pari a **T=10 anni per la verifica dei collettori**. Di seguito vengono riportati i grafici delle curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno T=10 anni in funzione della durata impiegate nel presente studio.



#### Tempo di ritorno T=10 anni



Il comportamento idrologico e idraulico del sistema fognario delle acque bianche nell'area in studio è stato simulato tramite il metodo di corrivazione. Tale metodo stima la portata afferente ad una determinata sezione di chiusura, suddividendo la rete in sottobacini. Le ipotesi alla base del modello assumono che le gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impieghino tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura in esame. Il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena afferente, è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta nel punto, in un istante precedente a quello del passaggio della piena.

Questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto ed è invariante nel tempo.

Esiste quindi un tempo di concentrazione  $t_c$  caratteristico di ogni bacino afferente che rappresenta il tempo necessario perché la goccia di pioggia caduta nel punto più lontano dalla sezione di raccolta del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La portata massima transitante in rete dalla sezione di chiusura presa in esame si ottiene normalmente per durate di pioggia pari al tempo di concentrazione ed esplicitabile con la seguente relazione

$$Q_i = \frac{\varphi_m \cdot a \cdot t_{c_i}^{n-1} \cdot A_i}{360}$$

Dove

$Q_i$  Rappresenta la portata di colmo alla sezione di chiusura i-esima [mc/s]

$\varphi_m$  Rappresenta il coefficiente di afflusso medio dei bacini afferenti alla sezione di chiusura.

$t_c$  Rappresenta il tempo di concentrazione del bacino in esame.

$A_i$  Rappresenta la superficie di bacino afferente alla sezione di chiusura i-esima data dalla sommatoria di tutti i bacini immissari all'interno della rete che convoglia la portata di colmo alla sezione di chiusura in esame.

$a, n$  sono i parametri delle curve di possibilità pluviometrica di progetto, descritti al paragrafo precedente.

Il tempo di concentrazione del bacino afferente a una sezione di chiusura i-esima è dato

Dalla seguente relazione:

$$t_{c_i} = t_{a_i} + t_{r_i}$$

Dove

$t_{ai}$  rappresenta il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo

$t_{ri}$  rappresenta il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria è dato dall'espressione:

$$t_{ri} = \sum_i \frac{L_i}{1.5 \cdot V_{ui}}$$

Dove

$V_{ui}$  è la velocità di moto uniforme in m/s all'interno del tratto i-esimo del condotto.

$L_i$  è la lunghezza in ml del tratto di rete in esame.

Per quanto riguarda il tempo di accesso alla rete  $t_a$  è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area e la natura della stessa, tuttavia valori più comunemente usati sono compresi tra 5-15 minuti; i valori più bassi per bacini di piccola estensione e quelli più alti per bacini di estensione più elevata e morfologia più complessa. Recenti ricerche tuttavia stimano il tempo di accesso a mezzo del modello del condotto equivalente partendo da considerazioni che stimano il tempo di accesso come un deflusso superficiale che avviene all'interno di piccole canalizzazioni incognite che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde di strade e tetti

$$t_{ai} = \left( \frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 120 \cdot S_i^{0.30}}{P_i^{0.375} \cdot (a \cdot \varphi_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}} \quad [\text{Mambretti e Paoletti, 1997}]$$

Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto, si è scelto di semplificare lo studio su alcuni tratti della fognatura che raccolgono i principali bacini delle acque meteoriche afferenti in fognatura.

In particolare si calcola la portata e il dimensionamento dei collettori fognari delle acque bianche sui tratti terminali prima dell'immissione all'interno del reticolo fognario esistente.

### 3.1 CRITERI DI VERIFICA DELLA RETE FOGNARIA DELLE ACQUE BIANCHE

Il dimensionamento delle opere idrauliche viene sviluppato riferendosi alle formule che simulano l'andamento delle correnti idriche che percorrono i corsi d'acqua naturale (fiumi e torrenti) o i canali artificiali (di bonifica, di irrigazione, di fognatura, di navigazione interna). Queste correnti sono caratterizzate dall'avere una parte della loro superficie di contorno, e

precisamente quella superiore, non a contatto con una parte solida, ma con un gas, che nella più grande generalità dei casi è l'atmosfera.

Presa ad esame la singola sezione idraulica potremo indicare con  $h$  l'altezza del pelo libero, misurata rispetto al punto più depresso del suo contorno e con  $A$  l'area della sezione trasversale occupata dal liquido: negli alvei considerati l'area sarà funzione solo dell'altezza della corrente idraulica. Il dimensionamento degli specchi avviene facendo riferimento alle condizioni di moto uniforme, e deflusso a pelo libero; verificando che la portata di progetto possa essere smaltita con riempimenti e velocità accettabili.

Per il calcolo si adotta la formula di Chezy, utilizzando la formulazione della scabrezza alla Gauckler-Strickler.

$$\begin{aligned} V &= \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \\ Q &= V \cdot A \\ \chi &= K_s \cdot R^{\frac{1}{6}} \\ R_{idr.} &= \frac{A_{bagnata}}{P_{cont.bagnata}} \end{aligned}$$

Per il parametro di scabrezza  $K_s$  si è assunto il valore di **70**  $m^{1/3}/s$  per le tubazioni in CLS, considerando la possibilità che a lungo termine il collettore possa presentare una superficie deteriorata e **80**  $m^{1/3}/s$  per i collettori in PVC.

Operativamente utilizzando la formula di Chezy è possibile costruire per ogni livello di riempimento di una tubazione di forma circolare la portata specifica e la velocità media specifica (scala di deflusso).

Avendo noto il valore di portata afferente in ogni nodo della rete; stimata con la formulazione esposta al paragrafo precedente, è possibile risalire al grado di riempimento e alla velocità media di scorrimento in condotta.

Il grado di riempimento risulta accettabile di norma se il riempimento della tubazione risulta compreso tra il 60-80% in modo da lasciare un margine di sicurezza sufficiente per prevenire eventuali disfunzioni idrauliche dovute a eventuali occlusioni parziali dovute a sedimenti. Per quanto riguarda le velocità valori superiori a 0.5  $m/s$  garantiscono l'autopulizia delle reti fognarie e dovrebbero scongiurare fenomeni di sedimentazione. Valori al contrario superiori ai 4  $m/s$  al secondo danno origine a fenomeni di abrasione del fondo delle fognature e quindi sono da evitare.

Di seguito vengono riportati in forma tabellare i principali risultati del calcolo per il sistema di smaltimento delle acque bianche,

Nodi rete di valle	Pendenza collettore i %	Materiale	Lunghezza Li [ml]	Scabrezza K <sub>s</sub> m <sup>1\3</sup> /s-1	Diametro Tubazione Dint a valle [mm]	Superficie di bacino S <sub>i</sub> [mq]	Pendenza di bacino p <sub>i</sub> %	$\varphi_{m_i}$	$\varphi_i$	Area bacini ingresso [mq]	t <sub>ai</sub> [sec]	t <sub>ri</sub> [sec]	t <sub>ci</sub> [sec]	t <sub>cmax-in</sub> [sec]	Q <sub>i</sub> [mc\s]	V <sub>i</sub> [m\s]	h <sub>i</sub> [ml]	Riempim. %
<b>A</b>	0,20	<b>CLS</b>	250	70	600	35 880	0,040	0,180	0,180	35 880	190	164	354	0	0,217	1,016	0,424	<b>70</b>
<b>B</b>	0,30	<b>CLS</b>	570	70	600	44 318	0,040	0,200	0,200	44 318	204	315	518	0	0,255	1,211	0,418	<b>70</b>
<b>C</b>	0,20	<b>PVC</b>	145	80	400	12 628	0,040	0,120	0,120	12 628	134	78	212	0	0,063	1,247	0,169	<b>42</b>
<b>D</b>	0,80	<b>CLS</b>	410	70	600	34 181	0,025	0,370	0,370	34 181	228	138	366	0	0,420	1,980	0,421	<b>70</b>
<b>E</b>	0,40	<b>CLS</b>	275	70	600	12 395	0,015	0,670	0,670	12 395	201	132	332	0	0,286	1,391	0,410	<b>68</b>
<b>F</b>	0,30	<b>CLS</b>	150	70	600	26 214	0,015	0,240	0,240	26 214	258	101	359	0	0,210	0,990	0,422	<b>70</b>
<b>G</b>	0,20	<b>CLS</b>	250	70	500	12 372	0,015	0,320	0,320	12 372	201	190	391	0	0,128	0,875	0,348	<b>70</b>
<b>H</b>	0,20	<b>CLS</b>	135	70	600	12 710	0,015	0,450	0,450	12 710	202	91	293	0	0,208	0,988	0,418	<b>70</b>

### **3.2 STIMA DELL'IMPATTO DEL NUOVO SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE IN PROGETTO E CONSIDERAZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA DELL'AREA**

Il progetto della nuova rete di drenaggio meteorica dell'area interessata dalla realizzazione di Arena Eventi, prevede essenzialmente di riorganizzare e rifunzionalizzare la rete di raccolta delle acque bianche attuale, posta nella fascia nord-ovest prospiciente l'ingresso dell'area aeroportuale. E' prevista la realizzazione di nuovi rami di fognatura funzionali alla diversa ridefinizione delle superfici impermeabili in progetto e alla realizzazione di un nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche per il nuovo svincolo stradale che si immetterà su via dell'Aeronautica. Per quanto concerne l' Arena Eventi, l'area che attualmente si configura come pianeggiante, verrà ridefinita con la formazione di scarpate e terrapieni che andranno a conformare i nuovi spazi in progetto con dislivelli rispetto al piano di campagna attuale compresi tra +5ml a -2ml. La nuova rete di drenaggio di questa zona, prevede una raccolta superficiale delle acque di ruscellamento che si generano per effetto delle azioni meteoriche sulle scarpate con pendenze più elevate.

Il sistema in progetto prevede di raccogliere per gravità tutte le precipitazioni che insistono sull'area eventi attraverso un sistema integrato di fossi di guardia e reti di fognatura di nuova realizzazione realizzate con nuovi collettori di adeguato diametro in PVC e CLS e canalette grigliate superficiali, convogliando le portate di pioggia verso il reticolo fognario esistente.

La stessa concezione di raccolta delle acque meteoriche viene perpetrata per l'area terminale dell'arena e l'area di Backstage che verrà impermeabilizzata sia con aree asfaltate di nuova realizzazione, sia con la formazione di una pavimentazione in cls predisposta per i montaggi della zona palco. La suddetta zona è prevista ad una quota di progetto posta a -2ml dal piano campagna, pertanto, le portate meteoriche afferenti in questa zona saranno convogliate all'interno di un sistema di accumulo e rilancio in pressione dedicato, che immetterà le acque meteoriche all'interno del collettore fognario D=1200mm esistente nella parte centrale dell'area adiacente alla nuova arena.

Per quanto concerne il carico idraulico che l'intervento di realizzazione della nuova arena genera nella sezione di chiusura del bacino idraulico esistente, si è effettuata un'analisi udometrica sull'intera area analizzando lo stato attuale e lo stato di progetto.

In base alla ridefinizione del nuovo assetto dell'area, si è stimato l'impatto che le nuove scelte progettuali hanno generato sulla permeabilità del suolo. L'analisi è stata effettuata attraverso la stima del coefficiente di afflusso  $\varphi$ :

$\varphi$  = frazione impermeabile di suolo/sedime di suolo in studio

Il contributo impermeabile, a cui sono destinate le differenti aree in progetto, è stato valutato in base alle caratteristiche costruttive previste, Es., aree coperte, aree pavimentate in materiale filtrante, superfici in asfalto, aree verdi, ecc. secondo parametri comunemente riportati in bibliografia. I valori assunti sono i seguenti:

Strade asfaltate	$\varphi = 1.00$
Aree Verdi	$\varphi = 0.10$
Coperture	$\varphi = 0.90$
Pavimentazioni drenanti	$\varphi = 0.30$
Aree inghiaiate con fondo non compatto	$\varphi = 0.30$

Una volta che si è stimata la componente di superficie impermeabile contenuta all'interno dell'area in studio, si è potuto stimare l'impatto delle portate meteoriche sulla rete esistente.

La frazione di suolo impermeabile che genera la porta meteorica di colmo alla sezione di chiusura del bacino in esame è attualmente pari a **90'980mq** su un estensione di bacino pari a 236'593mq con un indice di impermeabilità globale **Ip=0.38**.

Il nuovo intervento a seguito delle trasformazioni in progetto, genera una frazione di suolo impermeabile pari a **85'715mq** con un indice di impermeabilità globale **Ip=0.36**.

Pertanto diminuendo la quota parte di aree impermeabili gravanti sulla rete di drenaggio esistente, l'intervento non genera portate meteoriche di picco superiori alle attuali, apportando anzi un miglioramento sulla permeabilità globale dell'area pari a 5'265mq.

Non generando un aggravio del carico idraulico meteorico sulla rete esistente, il criterio di invarianza idraulica viene pertanto rispettato dallo stato di progetto.

In allegato alla presente si include lo schema udometrico con il riepilogo dello stato di fatto e dello stato di progetto dell'area, e gli estratti cartografici di IRETI.

#### **4. INTERAZIONE TRA IL LIVELLO DI FALDA DELL'ACQUIFERO SUPERIORE E IL LIVELLO MASSIMO ATTESO NEL TORRENTE RODANO E IL CANALE DI REGGIO DURANTE LA STAGIONE IRRIGUA**

E' stata svolta una campagna di indagini, con sondaggi effettuati alla base degli argini del Torrente Rodano in corrispondenza dei punti critici in cui il livello di falda e di richiamo delle acque dal fondo di scorrimento dell'alveo dei canali di Bonifica, può interferire con le opere in progetto.

La campagna di sondaggi è stata effettuata il 14-07-2017, in tre punti posti in corrispondenza dell'area retrostante all'arena eventi e alla zona di accesso al backstage.

I sondaggi sono stati effettuati con scavo sino alla quota di individuazione degli affioramenti del livello di falda, durante il completo riempimento del Torrente Rodano e del Canale di Reggio nel periodo di maggior richiesta irrigua. I sondaggi effettuati hanno dato dopo un adeguato, tempo di stabilizzazione del livello di falda sul fondo degli scavi il seguente riscontro:

##### Sondaggio 1



Quota di scavo -4ml da p.c.

Livello di falda dell'acquifero dal piano campagna -3.6ml

Sondaggio 2

---



Quota di scavo -4ml da p.c.

Livello di falda dell'acquifero dal piano campagna -3.5ml

Sondaggio 3

---



Quota di scavo -4.20 ml da p.c.

Livello di falda dell'acquifero dal piano campagna -3.8ml

I fossi di guardia in progetto, verranno sagomati in parte all'interno degli attuali sedimi dei fossi esistenti, mentre altri fossi di guardia verranno realizzati alla base del terreno di riporto dell'arena. Tutti i sistemi di guardia verranno realizzati con sezione trapezoidale ad un'altezza media inferiore o uguale a 80 cm dal piano campagna.

Alla luce dei sondaggi effettuati, il livello di falda alla base degli argini si può ritenere attestato ad una quota cautelativamente assunta pari a -3.50ml dal piano campagna.

Il rischio di richiamo di acqua "sporca" dai Canali di bonifica è pertanto inesistente.

## **5. MISURE DI PREVENZIONE DEL RISCHIO IDRAULICO DERIVANTE DA ALLUVIONI**

L'area oggetto di intervento è in parte contenuta all'interno dell'area perimetrata a pericolosità P2-M, che individua le aree esondabili con tempi di ritorno tra i 100 e 200 anni definito nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni limitatamente al torrente Rodano.

Il Reticolo secondario di pianura (RSP) è costituito dai corsi d'acqua secondari di pianura gestiti dai Consorzi di bonifica e irrigui nella medio - bassa pianura padana.

La perimetrazione delle aree potenzialmente allagabili, è stata effettuata con riferimento agli scenari di alluvione frequente (P3) e poco frequente (P2). Il metodo di individuazione delle aree soggette ad alluvioni è stato di tipo prevalentemente storico - inventariale e si è basato sugli effetti di eventi avvenuti generalmente negli ultimi 20-30 anni, in quanto ritenuti maggiormente rappresentativi delle condizioni di pericolosità connesse con l'attuale assetto del reticolo di bonifica e del territorio.

Ai sensi del D.G.R. n°1300/20016 viene richiesto di garantire l'applicazione di misure di mitigazione del pericolo idraulico, in relazione alle caratteristiche di rischio descritte precedentemente, per le aree perimetrata a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti.

In particolare si deve garantire l'applicazione di:

- misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;

- misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio.

Il rispetto del principio di invarianza idraulica degli interventi in progetto, si è già dimostrato al paragrafo 3.2 della presente. La mitigazione delle condizioni di rischio per il patrimonio edilizio esistente si fonda su azioni di protezione civile ed eventualmente di autoprotezione e di protezione passiva.

Il progetto dell'arena, per come si configura, presenta di fatto la formazione di un terrapieno anche di alte dimensioni, che costituisce un elemento di protezione ulteriore per le aree aeroportuali e per gli edifici posti nell'area nord-ovest.

L'area critica nei confronti di eventuali esondazioni è rappresentata dall'area depressa nella zona di backstage con quota di progetto pari a -2ml da piano campagna.

Le aree critiche che possono generare fenomeni di allagamento, di fatto sono rappresentate dalle due rampe di accesso che sono ricomprese ai margini di un terrapieno rialzato esistente.

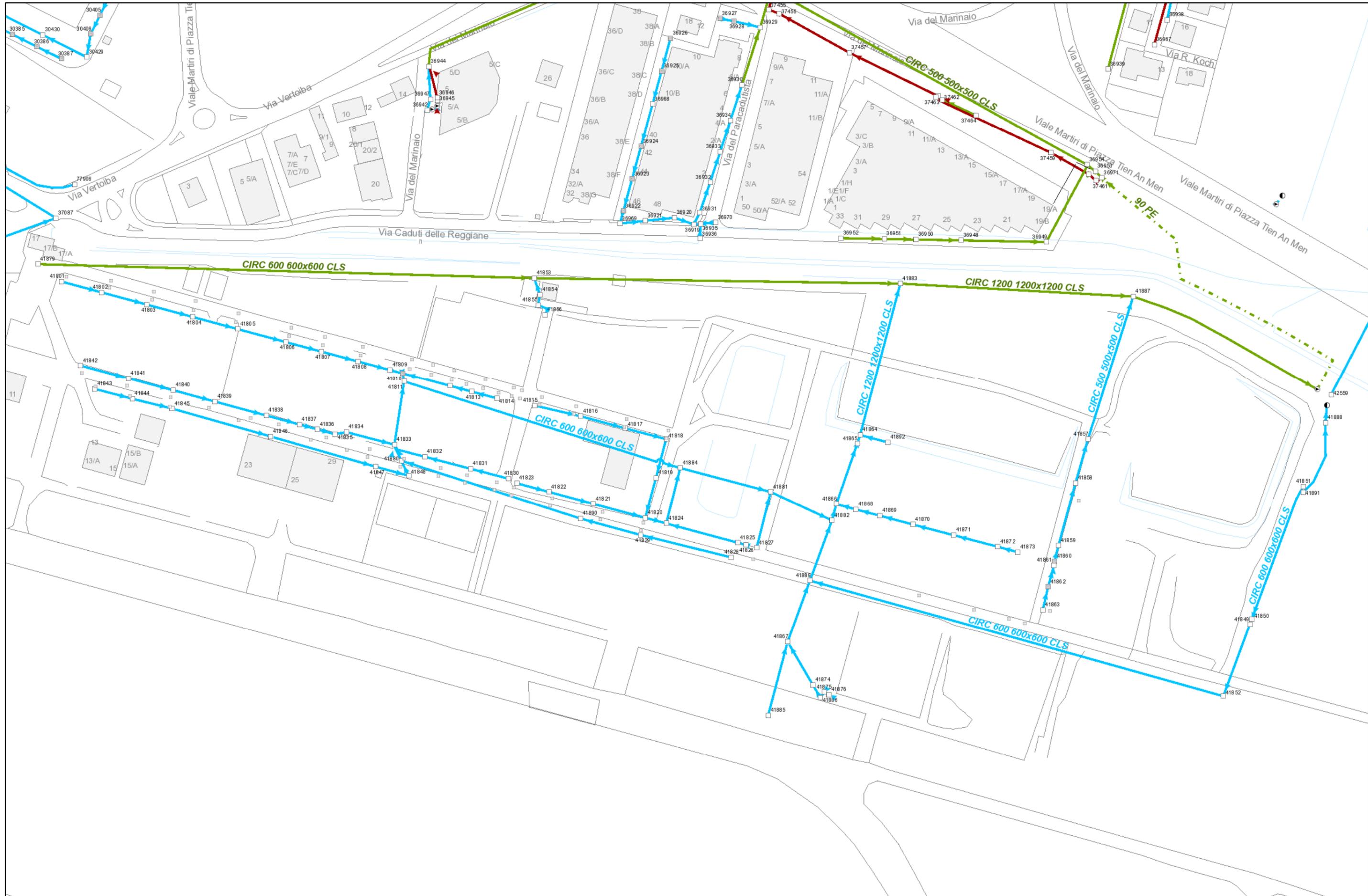
Premesso che nella parte depressa del back stage, si prevede l'installazione di opere in prefabbricato a carattere temporaneo durante la calendarizzazione stagionale degli eventi, non si riscontrano criticità tali da prestare particolari attenzioni nella protezione dei manufatti in progetto.

Nell'ottica di mitigazione e protezione delle opere previste all'interno dell'area summenzionata, si adotterà come sistema di protezione passiva l'innalzamento di +30cm ,rispetto alla quota +0.00 di progetto, del livello delle due rampe di accesso al back stage prospicienti il fronte del Rodano. Da tale livello, il terreno verrà raccordato con una livelletta che congiungerà la soglia di accesso alle rampe con i fossi di guardia posti alla base del torrente Rodano e che proseguono verso l'area in riporto dell'arena.

Come sistema di protezione attiva in caso di eventi alluvionali, con adeguato grado di preallerta, possono essere previste la formazione di due barriere formate da arginelli con sacchetti di sabbia lungo le aree individuate nel seguito. Tali sistemi di protezione possono essere messi in atto da azioni di protezione civile con la formazione di barriere con un estensione pari a circa 80 ml.



# **Allegati**

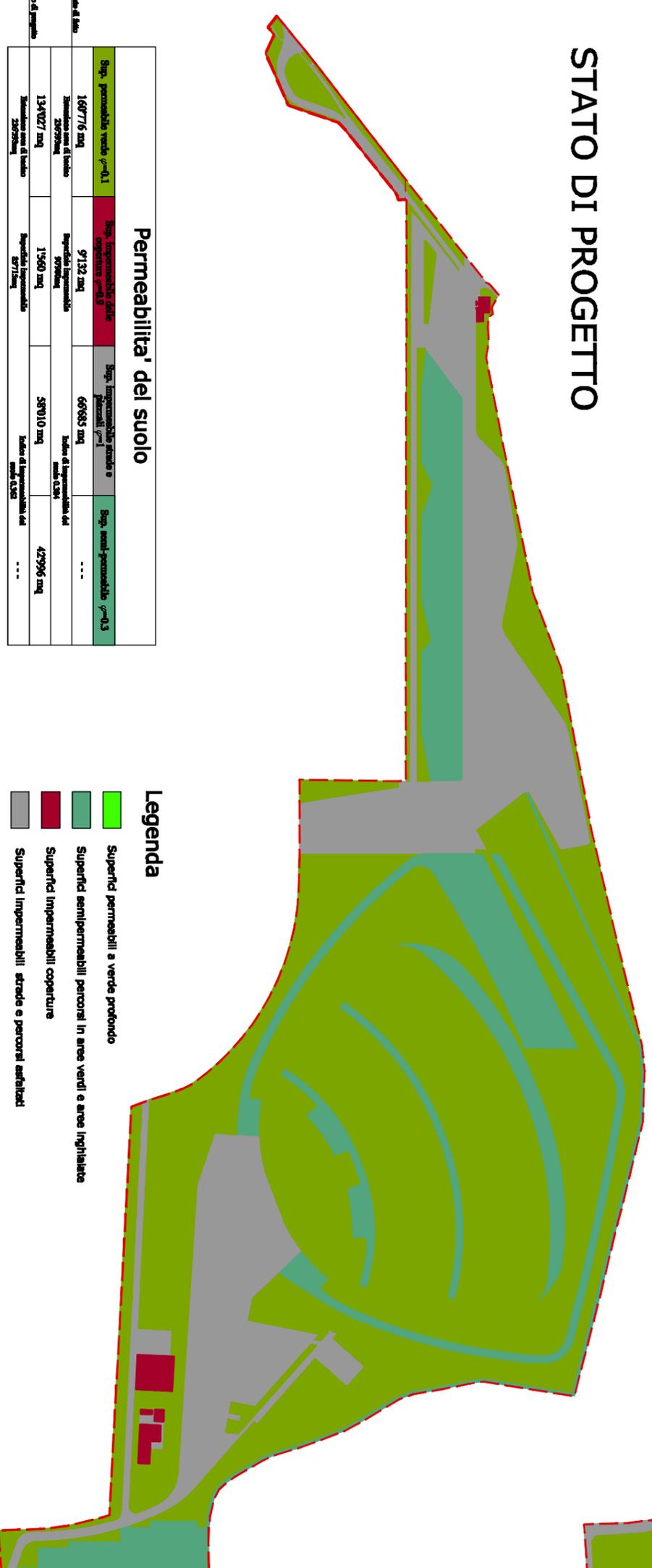


IRETI non risponde di eventuali carenze o errori del presente elaborato in quanto rappresentazione indicativa e redatta per soli fini interni. La vidimazione e la verifica da parte di Iren Emilia non assume l'utilizzatore dalle proprie responsabilità contrattuali e di legge.

**STATO DI FATTO**



**STATO DI PROGETTO**



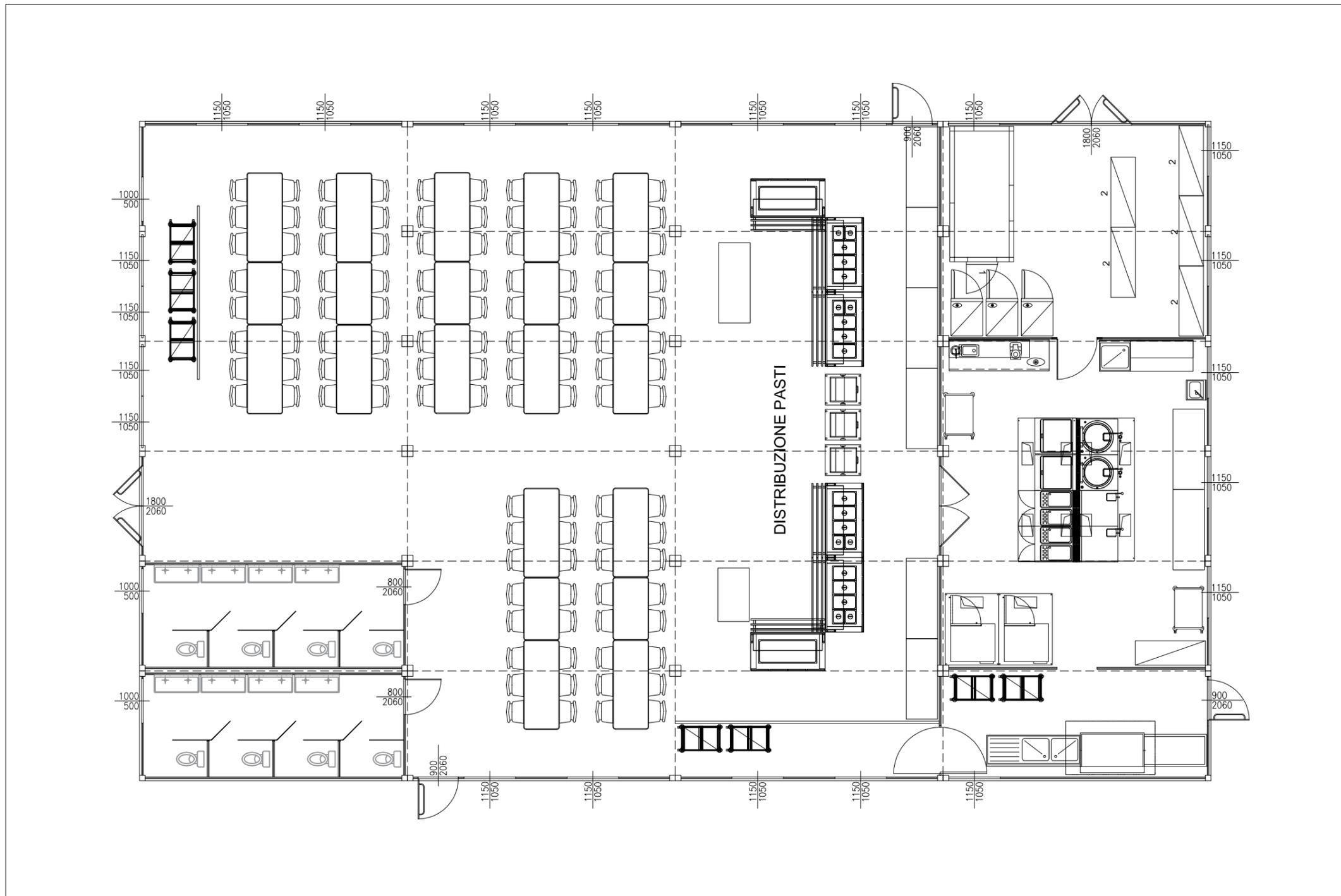
**Permeabilita' del suolo**

Stato di fatto	Stato di progetto	Stato di fatto	Stato di progetto
Superf. permeabile verde $\gamma=0,1$ 168776 mq	Superf. impermeabile verde o 90% permeabile $\gamma=0,3$ 9132 mq	Superf. impermeabile verde o 60% permeabile $\gamma=0,1$ 60685 mq	Superf. semi-permeabile $\gamma=0,3$ ...
Superficie non di suolo 26929mq	Superficie impermeabile 9099mq	Superficie impermeabile 1560 mq	Superficie impermeabile del molo 0,384
Stato di fatto	Stato di fatto	Stato di progetto	Stato di progetto
26929mq	26929mq	58010 mq	42996 mq
Stato di fatto	Stato di fatto	Stato di impermeabile del molo 0,384	...
26929mq	8771mq		

Permeabilita' del suolo ante 90/90mq impermeabili --> post 85715mq  
57265mq resti permeabili

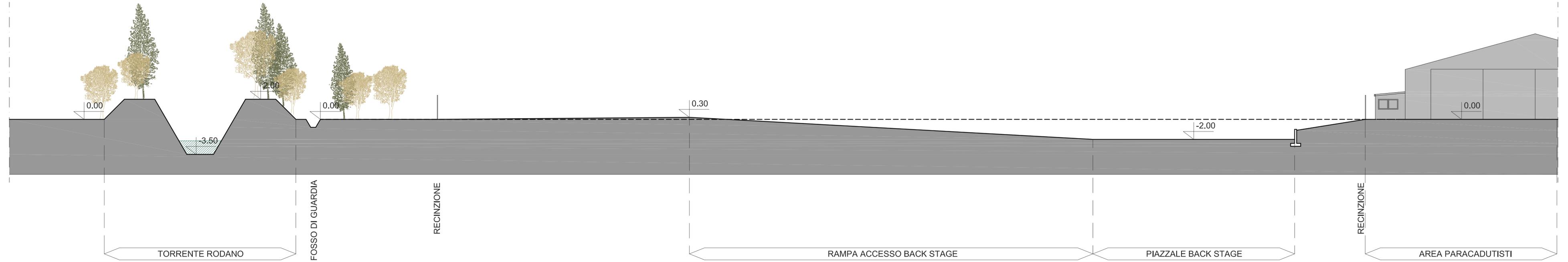
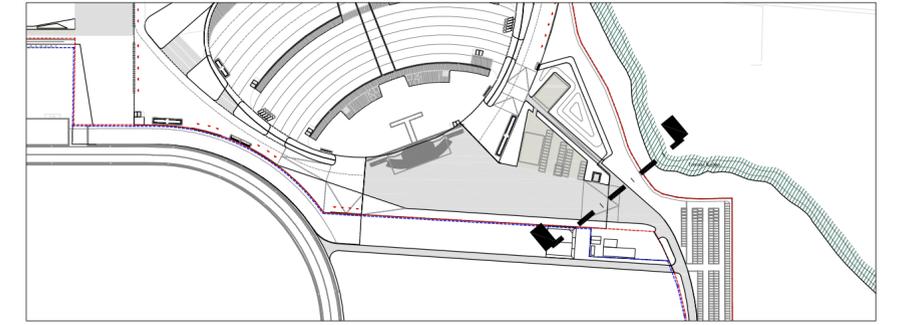
**Legenda**

-  Superfici permeabili a verde profondo
-  Superfici semipermeabili percorsi in aree verdi e aree inghialate
-  Superfici impermeabili coperture
-  Superfici impermeabili strade e percorsi asfaltati
-  Limite area di intervento



LAY OUT MENSA PERSONALE DI PRODUZIONE

SCALA 1:100



SEZIONE TORRENTE RODANO - AREA BACK STAGE

SCALA 1:200