

# COMUNE DI RIMINI - ACER RIMINI



Progettazione per l'attuazione del PIERS - programma integrato di edilizia residenziale sociale ex Questura a Rimini - PROGETTO DEFINITIVO

PROPRIETA':

Comune di Rimini

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA

Arch. Filippo Govoni  
Arch. Federico Orsini



**QB Atelier**

via Renata di Francia 45, 44121 Ferrara  
info@qbatelier.it  
www.qbatelier.it

Arch. Andreja Tagliatesta

PROGETTAZIONE STRUTTURE

Ing. Enrico Pallara

PROGETTAZIONE IMPIANTI

Ing. Gustavo Bernagozzi

CONSEGNA

giugno 2023

CONTENUTI

GRUPPO

TAVOLA N.

Relazione di invarianza idraulica

**RF**

**7**

PROVINCIA DI RIMINI  
COMUNE DI RIMINI

**PROGETTAZIONE PER L'ATTUAZIONE DEL  
PIERS – programma integrato di edilizia  
residenziale sociale ex questura di Rimini**

**RELAZIONE IDRAULICA DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA  
DELLE RETI FOGNARIE PER ACQUE METEORICHE**

**Settembre 2023**

Il tecnico  
Ing. Marco Donati



## Sommario

1.	PREMESSA .....	4
2.	VERIFICA IDRAULICA DEI COLLETTORI FOGNARI .....	6
3.	DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL VOLUME DI LAMINAZIONE.....	11



## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare le verifiche idrauliche delle opere per lo smaltimento e la laminazione delle acque meteoriche a servizio del nuovo comparto dell'ex Questura di Rimini nell'ambito dell'attuazione del PIERS, Programma Interato di Edilizia Residenziale.

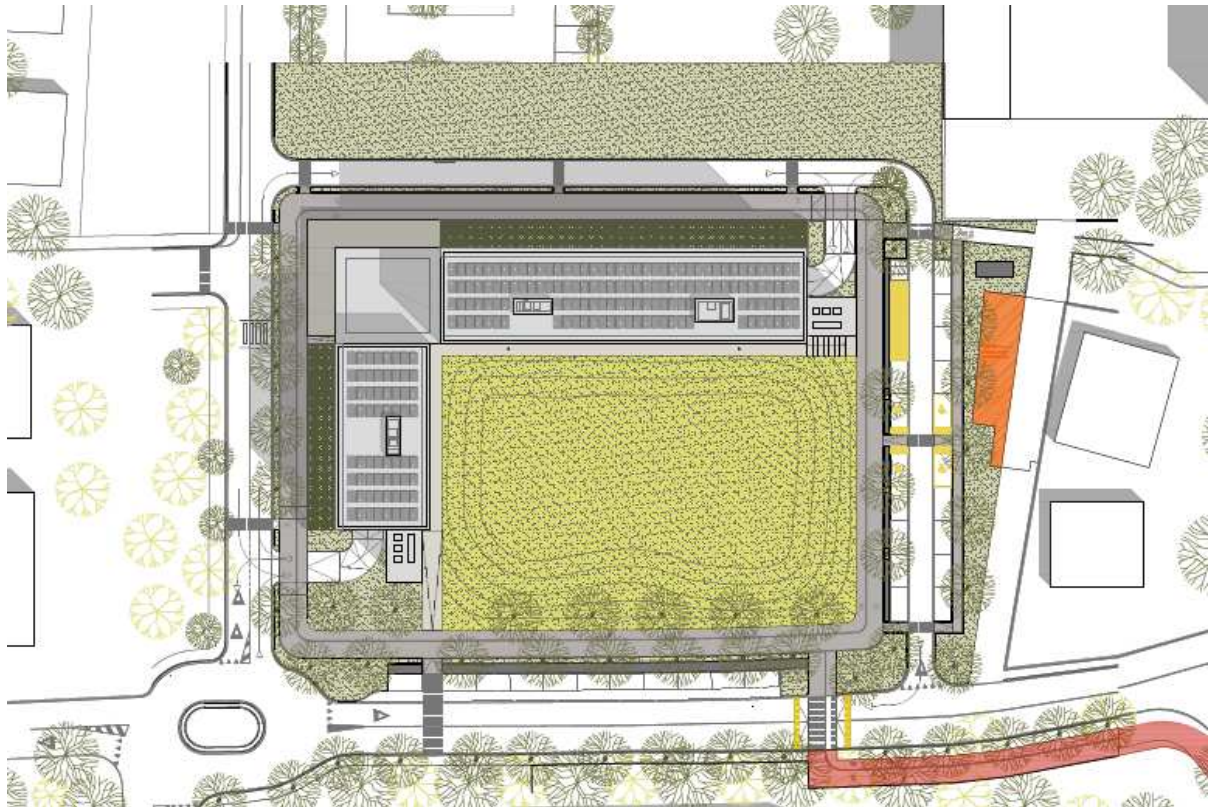
Il lotto di cui trattasi si trova in comune di Rimini tra le vie Lagomaggio e Ugo Bassi, in adiacenza all'esistente edificio che avrebbe dovuto ospitare i locali della Questura di Rimini e attualmente dismesso.



*Figura 1: Inquadramento generale con indicazione del lotto di progetto*

Su di esso è prevista la realizzazione di un complesso edilizio residenziale costituito da due palazzine con quattro piani fuori terra e un piano seminterrato.

Il Piano prevede anche la realizzazione di una viabilità pubblica e di percorsi pedonali e ciclabili, oltre ad un'area a verde pubblico destinata a parco.



*Figura 2: Planivolumetrico di progetto*

Durante l'iter autorizzativo del Piano, il Gestore del S.I.I. Hera S.p.a., con prot 0071015/23 del 02/08/2023, ha espresso un Parere preliminare favorevole condizionato, contenente alcune prescrizioni.

Tra queste ve ne sono alcune che richiamano alla necessità di eseguire le verifiche idrauliche sulle opere di smaltimento e di laminazione delle acque meteoriche.

*“Nel progetto sono previste delle modifiche alla rete di regimazione delle acque meteoriche esistente perché interferente con le opere architettoniche in progetto. È necessario un Calcolo Idraulico a verifica delle portate e dei diametri dei tubi scelti e una Relazione di Invarianza Idraulica per la verifica delle modifiche apportata alla rete che siano sostenibili.*

*Nella relazione RA\_T paragrafo 13 “Vasca di Laminazione” viene indicato erroneamente “non rientra tra i compiti dei progettisti verificare il dimensionamento della vasca esistente” . Essendo la vasca a servizio dell’area in fase di riqualificazione con cambio di superfici di pavimentazione e dovendo anche essere leggermente modificata nella sua sagoma, è necessario che sia verificata nella Relazione di Invarianza Idraulica su richiamata.”*

Pertanto nei paragrafi che seguono saranno illustrati i risultati dei calcoli eseguiti.

Si precisa che le verifiche idrauliche riguardano le reti di progetto e la vasca di laminazione rappresentate negli elaborati di Piano redatti dallo Studio QB Atelier di Ferrara. In questa sede non vengono dunque affrontati gli aspetti progettuali di tali opere ma di esse viene solamente eseguito il dimensionamento idraulico.



## 2. VERIFICA IDRAULICA DEI COLLETTORI FOGNARI

La rete di smaltimento delle acque meteoriche che viene verificata è schematicamente rappresentata come segue.



Figura 4: Schema delle reti fognarie di urbanizzazione (in rosso le reti esistenti e in blu le reti di progetto)

E' stata prevista la realizzazione di una rete perimetrale che sarà posata lungo le strade di urbanizzazione. Tale rete intercetterà alcuni tratti di fognatura bianca già esistenti che sono attualmente a servizio delle aree urbanizzate negli scorsi anni (parcheggi e area questura).

In corrispondenza del nodo 1 sarà realizzato un manufatto di regolazione con strozzatura per il successivo allaccio nella fognatura esistente lungo via Lagomaggio.

Il volume di laminazione sarà ottenuto adeguando la geometria dell'attuale vasca, a parità di volume.

### Metodologia di calcolo

Per il dimensionamento e la verifica dei singoli tratti fognari si è utilizzato il metodo cinematico lineare, schematizzando la rete con un foglio di calcolo e procedendo con le iterazioni necessarie

alla risoluzione dell'equazione implicita, essendo il tempo di corrivazione e la portata nel singolo condotto legati tra loro sia nella formula di calcolo della portata, che in quella di verifica della sezione.

Per stimare l'entità della portata alla sezione di chiusura del bacino drenante di ogni singola condotta si assume infatti l'ipotesi che la massima portata alla sezione di calcolo si verifichi per un tempo di pioggia coincidente con il tempo di corrivazione del bacino, secondo la seguente relazione:

$$Q_i = \frac{\phi_i \times i_{ci} \times S_i}{360}$$

Dove:

- $Q_i$  = portata massima in corrispondenza della sezione terminale del bacino ( $m^3/s$ );
- $\phi_i$  = valore medio ponderale del coefficiente di deflusso del bacino, determinato come media ponderale dei valori dei coefficienti di deflusso sulle delle diverse tipologie di sotto-area
- $S_i$  = superficie del bacino scolante (ettari)
- $i_{ci}$  = intensità media della pioggia espressa in mm/h, pari al rapporto tra l'altezza di pioggia critica ed il tempo di corrivazione  $t_c$ , calcolati come descritto nel seguito.

Per quanto riguarda il calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderale si è proceduto, semplificando e schematizzando nel modo seguente le aree in gioco secondo i valori indicati da Hera nelle linee guida:

- copertura del fabbricato (impermeabili)  $\phi = 0,90$
- Piazzale, parcheggi e area di manovra in cemento drenante  $\phi = 0,30$
- Aree verdi \  $\phi = 0,10$

Per mettere in relazione l'altezza di precipitazione ( $h$ ) con la sua durata ( $t$ ) per un dato tempo di ritorno (TR), si sono utilizzate le curve di possibilità climatica, con l'equazione monomia del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

I parametri delle curve a cui ci si è riferiti sono quelli relativi ad un tempo di ritorno pari a 10 anni, desunti dai dati forniti dal Gestore del S.I.I. riportati nella tabella seguente.

TR	Tempo di corrivazione			
	< 1 ora		> 1 ora	
	a	n	a	n
5	40,06	0,704	36,7	0,253
10	49,12	0,764	44,43	0,243
25	60,64	0,82	54,2	0,234

Tabella 1: Parametri "a" ed "n" delle curve di possibilità climatica fornite dal Gestore

Per quanto riguarda le superfici contribuenti nei singoli nodi della rete si è tenuto conto anche degli apporti delle aree drenate dalle reti di fognatura già esistenti che vengono intercettate dalla nuova rete. Nella seguente figura e nella successiva tabella sono schematizzati i bacini contribuenti e indicate le loro caratteristiche in termini di permeabilità. I dati sei singoli sottobacini sono stati utilizzati nel calcolo della rete di progetto.

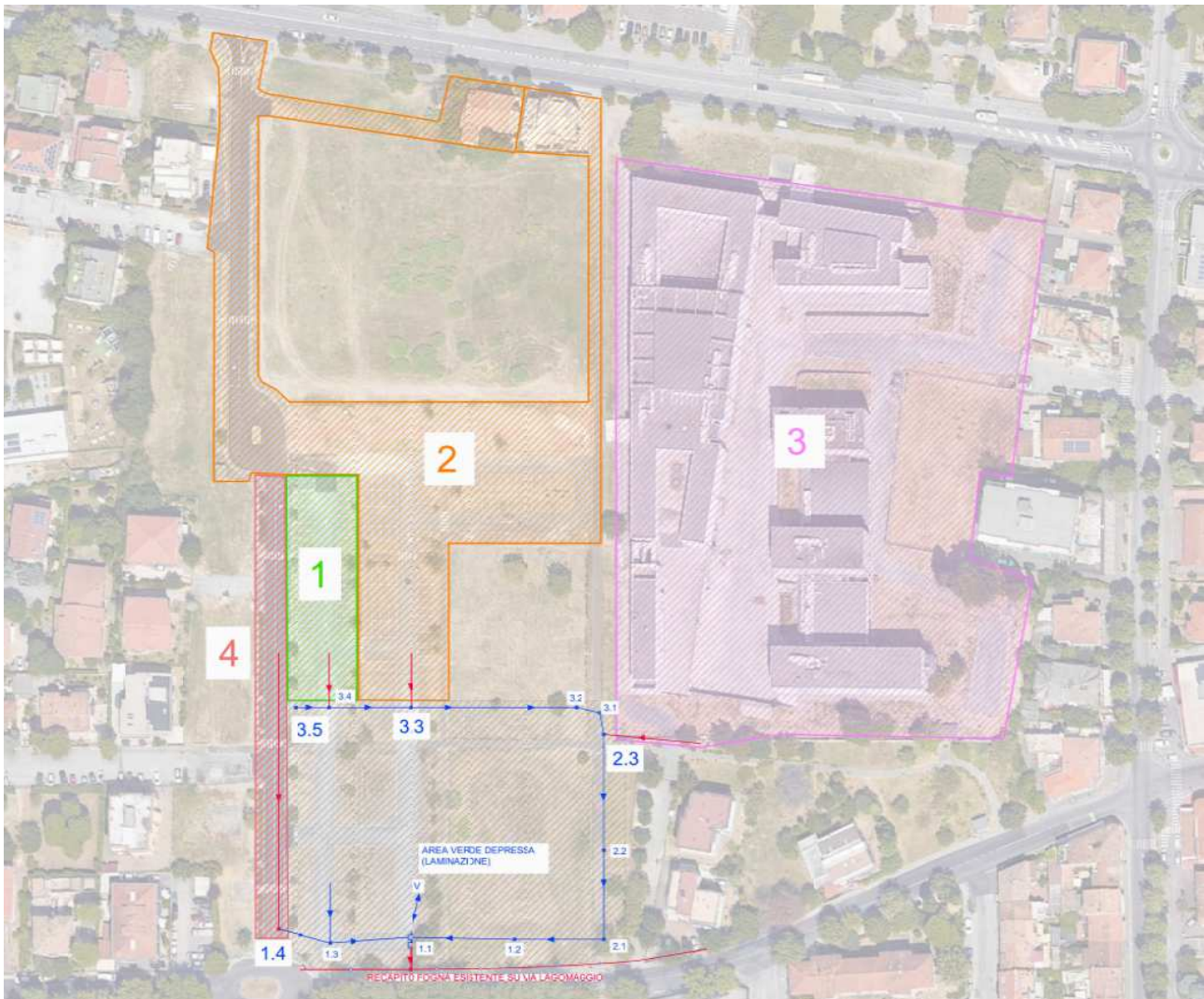


Figura 4: Bacini serviti dalle reti esistenti che vengono intercettate dalle nuove reti di progetto



SUPERIFICIE 1 - afferente al nodo 3.1		
	Sup (mq)	Ø
Strade	525	0.990
Parcheggi drenanti	975	0.300
Verde	0	0.100
<b>TOTALE</b>	<b>1.500</b>	<b>0.542</b>

SUPERIFICIE 2 - afferente al nodo 3.2		
	Sup (mq)	Ø
Strade	3.912	0.990
Parcheggi drenanti	4.548	0.300
Verde	0	0.100
<b>TOTALE</b>	<b>8.460</b>	<b>0.619</b>

SUPERIFICIE 3 - afferente al nodo 2.3		
	Sup (mq)	Ø
Strade	14.350	0.990
Parcheggi drenanti	450	0.300
Verde	5.200	0.100
<b>TOTALE</b>	<b>20.000</b>	<b>0.743</b>

SUPERIFICIE 4 - afferente al nodo 1.4		
	Sup (mq)	Ø
Strade	1.350	0.990
Parcheggi drenanti	0	0.300
Verde	0	0.100
<b>TOTALE</b>	<b>1.350</b>	<b>0.990</b>

Tabella 2: Caratteristiche dei bacini serviti dalle reti esistenti

Per la verifica delle sezioni idrauliche sulla base delle portate calcolate come sopra descritto, si utilizza la formula di Chézy parametrizzata secondo Gauckler-Strickler:

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

dove:

- $K_s$  ( $m^{1/3}/s$ ) è il coefficiente di scabrezza
- $R$  (m) è il raggio idraulico
- $i$  è la pendenza
- $A$  ( $m^2$ ) è la sezione idraulica del collettore

## Risultati di calcolo

Nella tabella riepilogativa che segue sono riportati i risultati del calcolo dei vari tratti di fognatura in progetto.

**DATI DI PROGETTO - CARATTERISTICHE DEL BACINO**

Tratto	Materiale	Diam (mm)	L(m)	pendenza	area (mq)	$\phi$	Tc (sec)	i (mm/ora)
3.5 - 3.4	PVC	315	10	0.0150	115	0.587	314	87.3
3.4 - 3.3	PVC	315	24	0.0015	1.835	0.522	656	73.4
3.3 - 3.2	PVC	630	50	0.0015	10.743	0.567	1.012	66.3
3.2 - 3.1	PVC	630	8	0.0015	10.793	0.568	1.021	66.1
3.1 - 2.3	PVC	630	6	0.0015	10.839	0.568	1.027	66.0
2.3 - 2.2	PVC	800	35	0.0015	31.647	0.636	1.057	65.6
2.2 - 2.1	PVC	800	26	0.0015	32.054	0.637	1.079	65.3
2.1 - 1.2	PVC	800	26	0.0015	32.159	0.636	1.100	65.0
1.2 - 1.1	PVC	800	30	0.0015	32.284	0.635	1.126	64.6
1.4 - 1.3	PVC	315	15	0.0150	1.660	0.806	610	74.7
1.3 - 1.1	PVC	400	24	0.0015	3.930	0.821	942	67.4

**CARATTERISTICHE DEL CONDOTTO**

Ks ( $m*s^{-1/3}$ )	pendenza (m/m)	raggio interno (m)	altezza moto uniforme hu (m)	area bagnata ( $m^2$ )	perimetro bagnato (m)
85	0.015	0.148	0.028	0.003	0.185
85	0.0015	0.148	0.146	0.034	0.461
85	0.0015	0.297	0.276	0.126	0.890
85	0.0015	0.297	0.277	0.127	0.892
85	0.0015	0.297	0.277	0.127	0.892
85	0.0015	0.377	0.491	0.308	1.417
85	0.0015	0.377	0.494	0.310	1.423
85	0.0015	0.377	0.494	0.310	1.421
85	0.0015	0.377	0.493	0.309	1.420
85	0.015	0.148	0.095	0.019	0.357
85	0.0015	0.188	0.253	0.080	0.724

**RISULTATI**

Qu (l/s)	vu (m/s)	h/D
<b>2.3</b>	0.71	0.09
<b>19.5</b>	0.58	0.49
<b>112.4</b>	0.89	0.46
<b>113.2</b>	0.90	0.47
<b>113.2</b>	0.90	0.47
<b>366.6</b>	1.19	0.65
<b>369.8</b>	1.19	0.66
<b>369.0</b>	1.19	0.66
<b>368.2</b>	1.19	0.65
<b>28.2</b>	1.48	0.32
<b>60.1</b>	0.76	0.67

Tabella 3: Risultati di calcolo per il dimensionamento della rete acque bianche

### 3. DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Attualmente è già presente un volume di laminazione realizzato con vasca a cielo aperto che serve tutte le aree urbanizzate alcuni anni fa nell'ambito della realizzazione della nuova Questura.

Questa vasca verrà sostanzialmente eliminata e sostituita con una nuova vasca che sarà ottenuta con una depressione all'interno dell'area a verde pubblico del nuovo Piano. Questa nuova vasca dovrà tenere conto del volume già esistente e di eventuali incrementi dovuti alla nuova lottizzazione.

Questa vasca verrà rimodellata con una depressione equivalente che si adatta alle nuove esigenze di progetto. Il dimensionamento di tale vasca tiene conto dei volumi esistenti ed è stata verificata anche sugli incrementi dovuti alla nuova lottizzazione.

Essendo le opere fognarie interconnesse con quelle già esistenti si è proceduto al calcolo del volume totale della vasca dimensionandola per tutte le aree drenate, nuove ed esistenti, considerando una condizione pre-operam non urbanizzata (portata di rilascio pari a 10 l/s\*ha).

Il volume viene calcolato utilizzando il metodo cinematico: in particolare, si è calcolato per una pioggia con tempo di ritorno 10 anni, il tempo critico  $T_{cv}$  della vasca, cioè quella durata di pioggia che rende massimo il volume invasato.

In funzione di tale tempo critico e della portata massima in arrivo dalla rete (e quindi di tutti i parametri di cui sopra, compreso il tempo di corrivazione), si calcola il volume invasato totale, che è quello da assegnare alla vasca.

L'espressione del volume d'invaso risulta:

$$W = \phi \cdot S \cdot a \cdot T_{cv} \cdot n + \frac{T_c \cdot Q_u^2 \cdot T_{cv}^{1-n}}{\phi \cdot S \cdot a} - Q_u \cdot T_{cv} - Q_u \cdot T_c$$

dove:

- W volume di laminazione da garantire
- $\phi$  coefficiente di deflusso medio
- S superficie drenata
- a coefficiente moltiplicatore della curva di possibilità pluviometrica
- n esponente della curva di possibilità pluviometrica
- $T_{cv}$  tempo critico della vasca
- $T_c$  tempo di corrivazione del bacino
- $Q_u$  portata massima in uscita dalla vasca

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, il tempo di corrivazione e le superfici di progetto si è fatto riferimento ai valori derivanti dal calcolo di dimensionamento dei collettori



fognari di cui al paragrafo precedente ai quali sono state aggiunte le superfici permeabili e semipermeabili della nuova lottizzazione non direttamente servite dal sistema di drenaggio.

Nella tabella che segue sono riassunti i risultati ottenuti con un foglio di calcolo che procede, per successive iterazioni, all'individuazione del tempo critico della vasca e del relativo volume di invaso.

Poiché nel caso in esame il tempo critico della vasca risulta uguale o superiore ad 1 ora, si è provveduto ad eseguire il calcolo utilizzando i relativi parametri di possibilità pluviometrica.

<b>Dati di progetto</b>	
a	44.43
n	0.24

INVASO	NUOVA SUPERFICIE AFFERENTE (ha)	COEFF. DI DEFLUSSO	TEMPO DI CORRIVAZIONE (sec - min)		PORTATA SPECIFICA AL RICEETTORE (l/s ha)	PORTATA AL RICEETTORE (l/s)	TEMPO CRITICO DELL'INVASO (h : min)	VOLUME INVASO (mc)	VERIFICA VOLUME CON 350 mc/ha <sub>imp</sub>
V	3.621	0.667	1.027	17.12	10.00	36.2	2 h : 23 min	987	846

Tabella 4: Calcolo e verifica del volume di laminazione per  $T_p > 1h$

Dunque si evidenzia come l'analisi condotta confermi l'efficacia della vasca con un volume pari a **987 mc**, ottenendo una portata al riceettore pari a 36 l/s.

Il volume verrà ottenuto in parte tramite l'invaso nei collettori fognari principali per i quali si sono considerati a favore di sicurezza quelli con diametro superiore o uguale a 600 mm.

Si ottiene

	Lungh. (m)	Area (mq)	Volume (mc)
ø630	64	0.2826	18.1
ø800	117	0.5024	58.8
<b>totale</b>			<b>76.9</b>

Tabella 5: Volume ottenibile con l'invaso nei principali collettori fognari di progetto

I rimanenti 910 mc di volume verranno ottenuti con l'allagamento dell'area depressa destinata a verde pubblico con i tiranti idrici massimi visibili nelle tavole di progetto.

Per la regolazione della portata, verrà realizzata una "strozzatura" in uscita dalla vasca con tubazione ø140 in PVC.