





Via Enrico Mattei, 17  
 61032 Fano (PU)

# VASCA DI ACCUMULO A SERVIZIO DELLO SCOLMATORE DI ACQUE REFLUE URBANE SITO ALLA FOCE DELL'ARZILLA - COMUNE DI FANO

## STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
INDICE	DATA	MODIFICHE	DISEGN.	CONTR.	APPROV.
I PROGETTISTI:			HANNO COLLABORATO:		SCALA:
Dott. Ing. Denis Cerlini			Dott. Ing. Marina Simonetti		
Dott. Ing. Alessandro Balbo			Dott. Ing. Daniele Recalcati		
Dott. Ing. Giacomo Galimberti					DISEGNO:
Dott. Ing. Luca Pezzoli					FVA
Dott. Ing. Marta Mirabella					
Dott. Ing. Gaetano Di Franca					
			 C&P engineering s.r.l.		Dicembre 2018
			 STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA		



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO .....</b>	<b>3</b>
2.1 STATO DI FATTO .....	3
2.2 INTERVENTI IN PROGETTO.....	3
2.3 SCHEMA DI FUNZIONAMENTO IDRAULICO .....	5
<b>3. PERIMETRAZIONE DELLE AREE INONDABILI SECONDO IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE MARCHE .....</b>	<b>7</b>
<b>4. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA .....</b>	<b>9</b>
4.1 CALCOLO DEI PARAMETRI IDROLOGICI.....	9
4.2 CALCOLO DELLE PORTATE DEI BACINI URBANI.....	11
4.3 STIMA DELLE PORTATE DEL TORRENTE ARZILLA ALLA SEZIONE DI INTERESSE.....	13
<b>5. ANALISI DELLA COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA DELL'INTERVENTO .....</b>	<b>15</b>
5.1 IMPATTO DELL'OPERA SUL REGIME IDRAULICO E SULLA PERICOLOSITÀ DELL'AREA .....	15
5.2 COMPATIBILITÀ DELL'OPERA CON IL GRADO DI PERICOLOSITÀ DELL'AREA.....	15
5.3 VALUTAZIONE DI SOLUZIONI ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE DELLE OPERE .....	16
<b>6. CONCLUSIONI .....</b>	<b>18</b>
<b>ALLEGATO 1:.....</b>	<b>19</b>
<b>ALLEGATO 2:.....</b>	<b>20</b>

## 1. PREMESSA

Nel febbraio 2017 è stata affidata agli scriventi l'attività di progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva, nonché di Coordinamento per la sicurezza in fase di progettazione, del progetto di *“Realizzazione di una vasca di accumulo a servizio dello scolmatore di acque reflue urbane sito alla foce dell'Arzilla nel Comune di Fano”*. L'intervento consiste nella realizzazione di una vasca di accumulo che raccolga le acque di pioggia che transitano nelle reti miste della zona in sinistra idraulica del Torrente Arzilla evitando lo sfioro nel corso d'acqua, a monte di una zona balneabile e quindi di particolare sensibilità ambientale.

Le acque raccolte verranno accumulate in una vasca interrata in c.a. e poi inviate alla rete fognaria comunale esistente sulla sponda destra del Torrente Arzilla.

Il presente documento costituisce lo **Studio di compatibilità idrologica ed idraulica** delle opere in progetto redatto in base all'art. 9, comma 1 lettera i delle Norme Tecniche di Attuazione (allegato D) del Piano di Assetto Idrogeologico, approvato dal Consiglio Regionale con Deliberazione n. 116 del 21/01/2004.



## **2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

### **2.1 Stato di fatto**

L'intervento in progetto riguarda la rete comunale di Fano in sinistra idrografica del Torrente Arzilla e in particolare le acque dei bacini che attualmente afferiscono alla condotta di via del Moletto e di lì all'impianto di sollevamento "Annibale Caro".

Sono stati individuati 2 sottobacini: il primo chiuso al pozzetto di via I Maggio, che riceve la condotta di acque miste DN 500 mm in C.A. proveniente da viale Romagna, nella quale si immettono le condotte provenienti da via del Carmine e da via Poggi. Dal pozzetto di via I Maggio le acque proseguono verso la condotta di acque nere di via del Moletto.

Il secondo sottobacino è quello afferente allo scolmatore di via del Moletto: questo riceve la condotta DN 450 mm che corre parallelamente alla ferrovia, scaricando nel torrente le acque meteoriche in eccesso. La portata di tempo asciutto viene invece derivata verso la condotta di acque nere che attraversa il fiume in subalveo e si immette nell'impianto sollevamento esistente "Annibale Caro". La stessa condotta di acque nere riceve, oltre alla tubazione DN 200 mm proveniente da via I Maggio, la condotta di via della Baia che raccoglie il bacino di acque nere di via del Carmine.

### **2.2 Interventi in progetto**

L'intervento in progetto prevede la realizzazione di una vasca di accumulo delle acque raccolte dalla fognatura per il loro successivo invio a depurazione, in modo da ridurre al minimo l'attivazione degli scolmatori di piena. Sono inoltre previste diverse opere sulla rete fognaria esistente a servizio della vasca:

- Condotte DN 500 mm di raccolta delle acque provenienti dalle fognature miste di via del Moletto e via 1° Maggio;
- Condotta DN 200 mm di raccolta delle acque provenienti dalla fognatura nera di via del Moletto;
- Nuovi pozzetti partitori delle acque provenienti dalle condotte di acque miste esistenti;

- Condotta in uscita dalla vasca, con un tratto in pressione DN 200 mm ed un tratto a gravità DN 300 mm, con recapito nella fognatura comunale esistente in via Madonna a mare, in sponda destra del Torrente Arzilla.

E' inoltre previsto un impianto di sollevamento all'interno della vasca ed uno immediatamente adiacente per lo svuotamento della vasca e l'invio delle acque raccolte alla fognatura comunale esistente.

La vasca in progetto verrà realizzata in sponda sinistra, nell'area non edificata tra il Torrente Arzilla e via I Maggio, immediatamente a monte del ponte stradale.

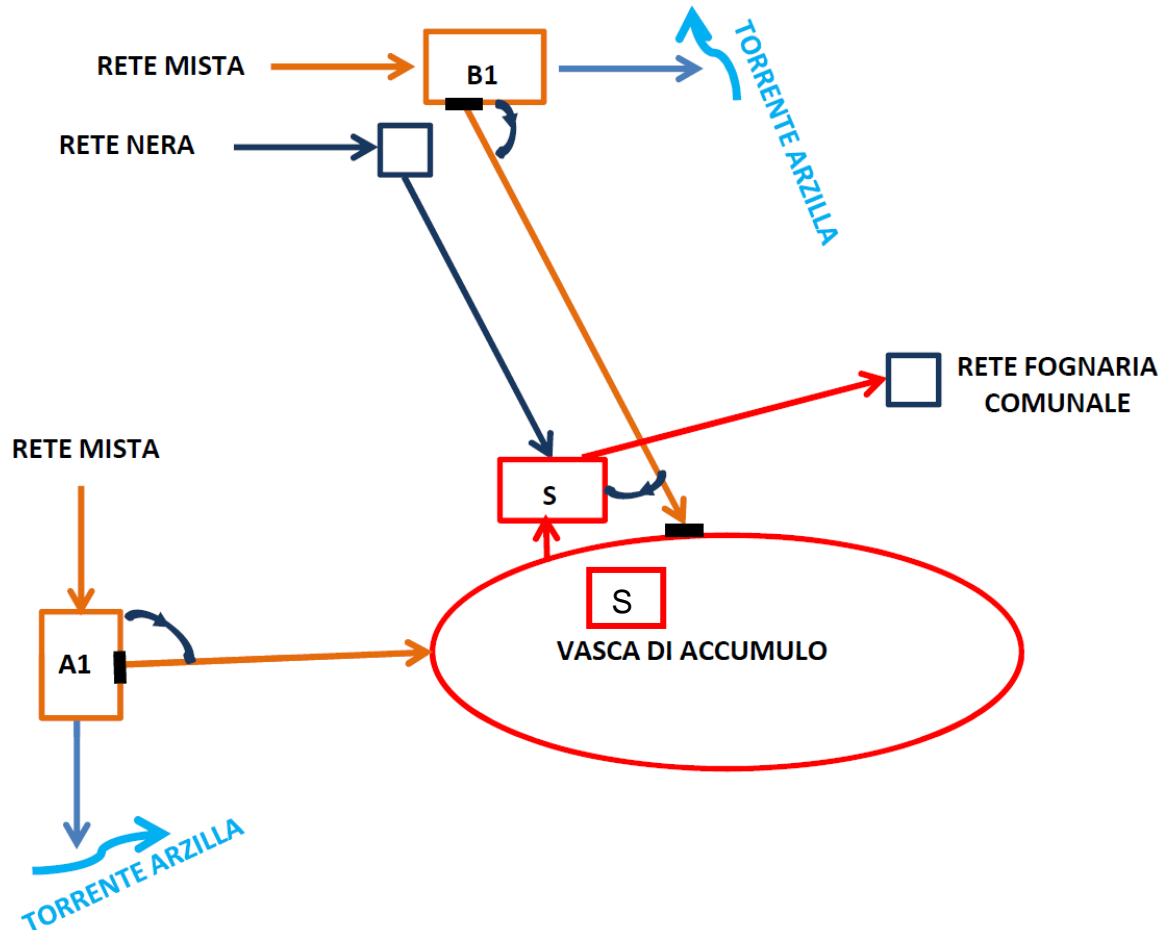
In caso di eventi più gravosi di quello di progetto, che superino il volume disponibile all'interno della vasca, le acque eccedenti la portata dell'impianto di sollevamento verranno scaricate nel Torrente Arzilla attraverso gli scolmatori esistenti e in progetto.










Figura 1: Area su cui è prevista la realizzazione della vasca di accumulo

## 2.3 Schema di funzionamento idraulico

Di seguito si riporta uno schema idraulico che descrive il funzionamento del sistema di raccolta ed accumulo delle acque secondo lo schema di progetto.



### LEGENDA:

-  Condotta di acque miste esistente
-  Condotta di acque nere
-  Condotta di sfioro nel recapito superficiale
-  Pozzetto di derivazione con paratoia motorizzata
-  Paratoia motorizzata
-  Condotta di derivazione delle sole acque nere diluite
-  Impianto di sollevamento e condotta di mandata

Le acque provenienti dalle condotte di fognatura mista di via del Moletto e via I° Maggio vengono convogliate alla vasca tramite condotte di nuova realizzazione, mentre le

acque provenienti dalla condotta di acque nere di via del Moletto vengono inviate direttamente, sempre con una condotta di nuova realizzazione, all'impianto di sollevamento S1 adiacente alla vasca.

Quest'ultimo riceve anche le acque di svuotamento della vasca attraverso il sollevamento S2 posto all'interno. La condotta di mandata in uscita dal sollevamento S1 attraversa il Torrente Arzilla in ancoraggio al ponte sulla S.S.16 e, dopo un tratto a gravità, raggiunge la rete fognaria esistente in via Madonna a mare.

Due pozzetti di derivazione verranno realizzati a monte delle due condotte di acque miste, per intercettare le condotte esistenti, regolare la portata derivata e permettere lo scarico delle portate eccedenti attraverso scolmatori di piena, in caso di raggiungimento dei massimi livelli di riempimento della vasca per ciascuno dei bacini serviti.



### 3. PERIMETRAZIONE DELLE AREE INONDABILI SECONDO IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE MARCHE

Nella figura seguente è riportata la perimetrazione delle fasce di pertinenza fluviale nell'area di interesse:

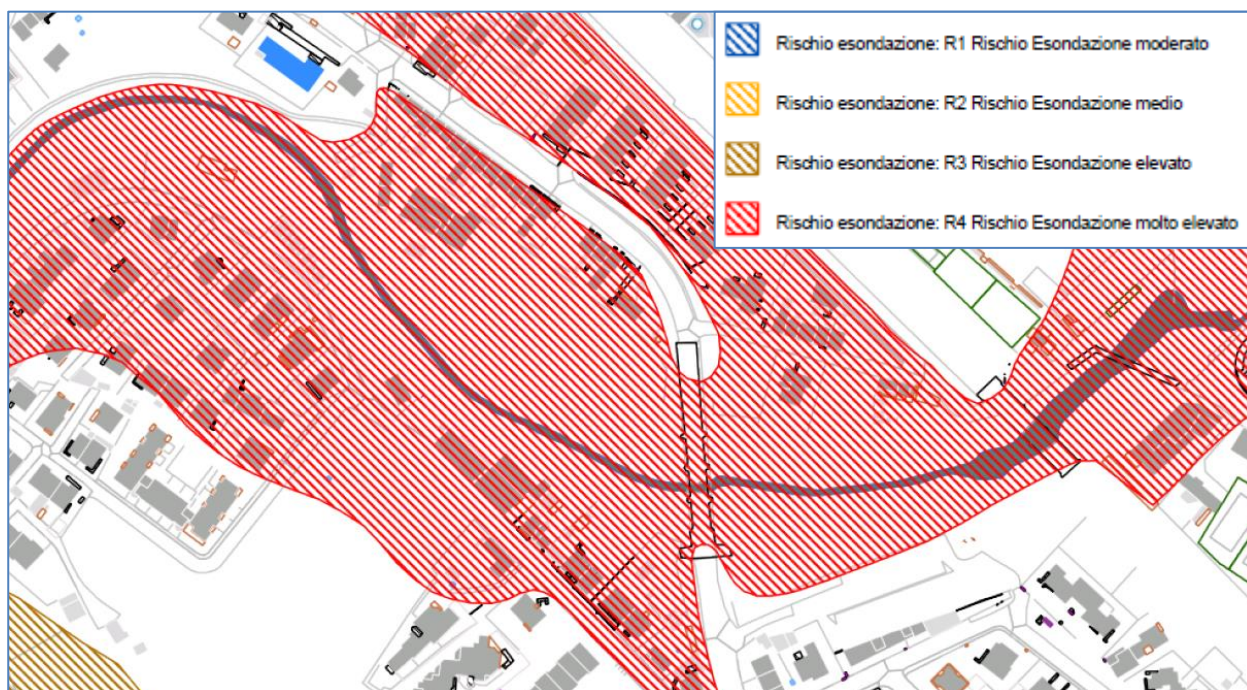


Figura 2: Perimetrazione delle fasce di rischio nell'area di progetto

Come si può osservare, le opere in progetto ricadono integralmente all'interno delle aree individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico, approvato dal Consiglio Regionale con Deliberazione n. 116 del 21/01/2004, come aree a rischio di esondazione elevato (R4).

In base all'art. 9, comma 1 lettera i delle Norme Tecniche di Attuazione (allegato D) in tali ambiti sono consentiti: *"realizzazione ed ampliamento di infrastrutture tecnologiche o viarie, pubbliche o di interesse pubblico, nonché delle relative strutture accessorie; tali opere, di cui il soggetto attuatore da comunque preventiva comunicazione all'Autorità di bacino contestualmente alla richiesta del parere previsto nella presente lettera, sono condizionate ad uno studio da parte del soggetto attuatore in cui siano valutate eventuali soluzioni alternative, la sostenibilità economica e la compatibilità con la pericolosità delle aree, previo parere vincolante della Autorità idraulica competente che*

*nelle more di specifica direttiva da parte dell'Autorità può sottoporre alla stessa l'istanza";*

L'intervento in progetto consiste nella realizzazione di "*infrastrutture tecnologiche [...] di interesse pubblico*" e "*relative strutture accessorie*", per cui rientrano nella casistica sopra riportata.

La presente relazione illustra lo studio e le analisi effettuate al fine della valutazione degli elementi richiesti dalla normativa.

## 4. ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA

### 4.1 Calcolo dei parametri idrologici

L'analisi idrologica per il calcolo delle portate di progetto è stata condotta con l'utilizzo di modelli di regionalizzazione delle piogge. Questi modelli statistici vengono utilizzati per estendere la base di dati disponibile quando questa è troppo limitata per trarne analisi statistiche attendibili.

Per la determinazione del regime pluviometrico si è fatto riferimento ai risultati ricavati nell'ambito dello studio *“La valutazione delle piogge intense su base regionale”* (A. Brath, M. Franchini, 1998) di seguito descritto.

Lo studio citato ha come oggetto la particolareggiata del Metodo VAPI-piogge al territorio appartenente alle regioni amministrative Emilia-Romagna e Marche.

I modelli regionali VAPI si basano sull'ipotesi di esistenza di regioni compatte e idrologicamente omogenee all'interno delle quali le portate di colmo normalizzate rispetto ad una portata di riferimento – la portata indice – siano descrivibili da una stessa distribuzione di probabilità, denominata curva di crescita.

In particolare, l'area in esame è stata suddivisa in 5 zone omogenee, per le quali valgono i seguenti valori dei parametri della curva di crescita:

Zona	$\lambda$	$\theta$	$\lambda_1$	$\eta$	Note
Zona A	0.109	2.361	24.70	4.005	Valida per tutte le durate
Zona B	1.528	1.558	13.65	4.651	Valida per d = 1 ora
			19.35	5.000	Valida per d = 3 ore
			26.20	5.303	Valida per d = 6 ore
			39.20	5.706	Valida per d ≥ 12 ore ed 1
Zona C	1.528	1.558	13.65	4.615	Valida per d = 1 ora
			14.70	4.725	Valida per d = 3 ore
			20.25	5.046	Valida per d = 6 ore
			25.70	5.284	Valida per d ≥ 12 ore ed 1
Zona D	0.361	2.363	29.00	4.634	Valida per tutte le durate
Zona E	0.044	3.607	13.60	3.328	Valida per d = 1 ora
			19.80	3.704	Valida per d = 3 ore
			23.65	3.882	Valida per d = 6 ore
			30.45	4.135	Valida per d ≥ 12 ore ed 1

Tabella 1: Parametri delle curve di crescita relative al modello TCEV per le varie durate

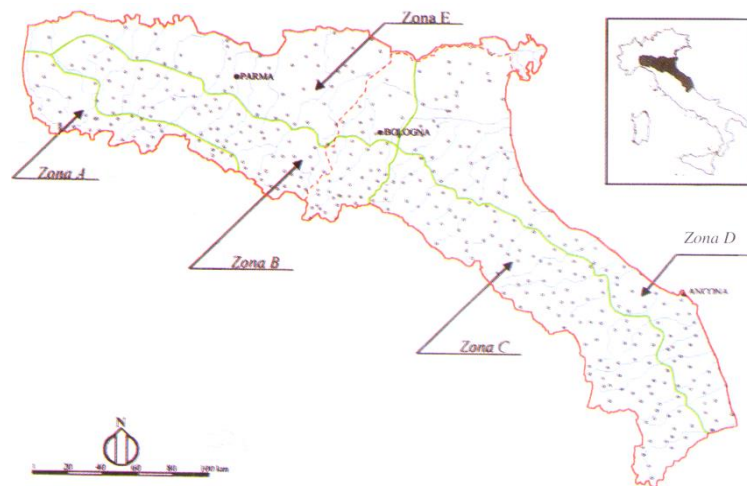


Figura 3: Zone omogenee con riferimento regime di frequenza delle piogge intense.

La curva di crescita si ricava invertendo l'espressione (1), scritta in funzione del tempo di ritorno  $T = 1/(1 - P)$ , mentre la pioggia indice viene calcolata mediante la (2):

$$P(x) = \exp\left[-\lambda_1 \exp(-x \eta) - \lambda \lambda_1^{1/\theta} \exp(-x \eta/\theta)\right] \quad (1)$$

$$\mu = m_1 \cdot d^{\frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}} \quad (2)$$

dove  $m_1$  è la media delle altezze di precipitazione massime di 1 ora e  $\gamma$  è il rapporto tra la media dei massimi annuali delle altezze giornaliere  $m_G$  e di quelle di 24 ore. Per la determinazione dei parametri  $m_1$  e  $m_G$  si fa riferimento alle isolinee riportate in Figura 4.

In conclusione, si ricava che il parametro  $a$  delle LSPP è pari al prodotto del coefficiente  $m_1$  per la curva di crescita, mentre il parametro  $n$  è pari a  $n = \frac{\ln(m_G) - \ln(\gamma) - \ln(m_1)}{\ln(24)}$ .



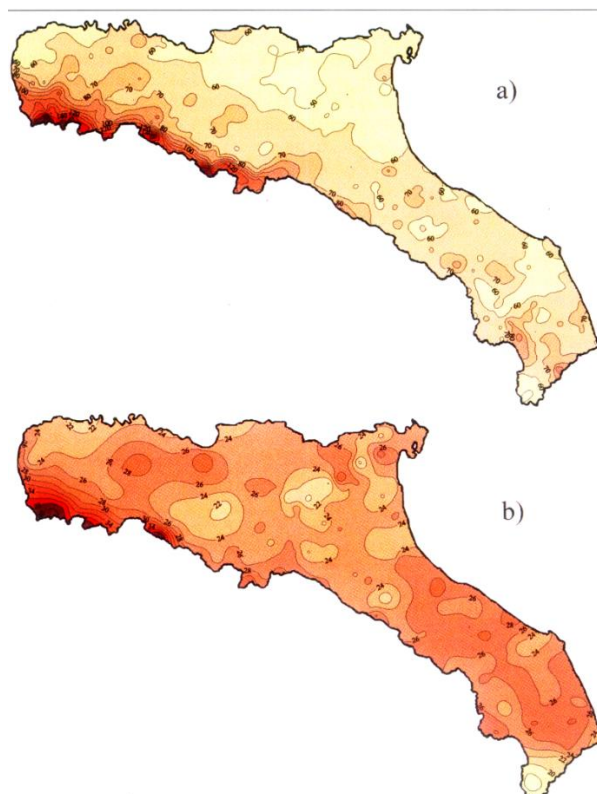


Figura 4: Isolinee delle altezze medie di pioggia massime annuali della durata di 1 giorno (a) e 1 ora (b).

L'area in oggetto appartiene alla "zona omogenea D". Si assume per questo territorio  $m_1=20.00$  e  $m_G=35.82$ . Il parametro  $\gamma$ , infine, come dimostrato da numerosi studi, risulta poco variabile da sito a sito, e assume il valore di 0.89.

La tabella seguente riporta i valori calcolati per i parametri  $a$  e  $n$  delle LSPP per i diversi tempi di ritorno di interesse.

Parametro $a$ [mm]						Parametro $n$
$T = 5$ anni	$T = 10$ anni	$T = 20$ anni	$T = 50$ anni	$T = 100$ anni	$T = 200$ anni	[-]
24.85 mm	30.12 mm	35.93 mm	44.44 mm	51.26 mm	58.24 mm	0.22

Tabella 2: Valori dei parametri delle LSPP per diversi  $T_R$

#### 4.2 Calcolo delle portate dei bacini urbani

In base alla mappatura della rete fognaria comunale fornita dal Committente sono state individuate le aree servite dalle condotte afferenti alle opere in progetto

I confini dei sottobacini sopracitati sono indicati nell'elaborato grafico in Allegato 1 alla presente relazione.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche dei bacini individuati, quali la superficie complessiva, il tempo di corrivazione ed il coefficiente di afflusso:

Bacino	S [ha]	tc [min]	$\phi$ [-]
Via I° Maggio	3.78	20	0.40
Via del Moletto	3.40	18	0.40

Tabella 3: Caratteristiche dei bacini afferenti ai 2 scolmatori in progetto

Il calcolo delle portate al colmo di piena è stato effettuato in base ai parametri delle curve di possibilità pluviometrica determinati come illustrato nel precedente paragrafo.

Tuttavia, nel calcolo della portata di bacini con tempi di corrivazione inferiori all'ora (come nel caso in esame) è necessario far riferimento agli eventi meteorici di breve durata. Pertanto, è stato necessario, applicando una nota metodologia proposta in letteratura, estendere il campo di validità delle curve di possibilità pluviometrica anche alle durate di pioggia inferiori all'ora partendo dalle serie storiche di dati disponibili che comprendono unicamente altezze di pioggia registrate per durate superiori all'ora.

In particolare, il sopraccitato metodo parte dall'osservazione che i rapporti  $r_\delta$  fra le altezze di pioggia di durata  $\delta$  inferiori all'ora e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località [Bell 1969]. Per le finalità del presente studio si è quindi ritenuto legittimo fare riferimento ai dati disponibili per il pluviografo di Milano Monviso dove, su un campione di 17 anni di osservazioni sono stati calcolati i rapporti  $r_\delta$  dei valori medi delle massime altezze di pioggia annue di diversa durata  $h_\delta$ , rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria  $h_1$ .

$\delta$ [min]	1	2	3	4	5	10	15	30	45	60
$r_\delta = h_\delta / h_1$	0.130	0.180	0.229	0.272	0.322	0.489	0.601	0.811	0.913	1.000

Tabella 4: Rapporto tra massime altezze di pioggia annue di diversa durata rispetto al valor medio della massima altezza annua oraria

Nel caso in esame, interpolando i valori in tabella si ottiene, per i due tempi di corrivazione di interesse, rispettivamente:

$r = 0.720$  per via I° Maggio;

$r = 0.684$  per via del Moletto.

Il calcolo della portata meteorica  $Q$  espressa in l/s afferente ai condotti è stato effettuato con la formula razionale:

$$Q = \frac{i \cdot \phi \cdot S}{3600}$$

In relazione ai due bacini individuati si ottengono quindi i seguenti valori della portata idrologica per un tempo di ritorno pari a 10 anni:

Bacino	$h$ [mm]	$i$ [mm/h]	$Q$ [l/s]
Via I° Maggio	21.7	63.9	269
Via del Moletto	20.6	67.3	254

Tabella 5: Calcolo della portata dei due bacini di interesse

#### 4.3 Stima delle portate del Torrente Arzilla alla sezione di interesse

Per la stima delle portate del Torrente Arzilla si è fatto riferimento al bacino chiuso alla foce, poco a valle della sezione di interesse.

Nell'analisi idrologica sono stati considerati i seguenti dati caratteristici, desunti in base alla cartografia disponibile e a dati di letteratura:

$A = 105 \text{ km}^2$

$L = 32.4 \text{ km}$

$\Phi = 0.42$

La cartografia con l'indicazione del corso d'acqua e del relativo bacino idrografico è riportata in Allegato 2.

La stima della portata al colmo di piena di assegnato tempo di ritorno  $T$  è stata effettuata utilizzando la formula razionale:

$$Q(T) = \phi A i_c(T)$$

dove  $Q(T)$ ,  $A$  e  $i_c(T)$  indicano rispettivamente la portata al colmo di piena di tempo di ritorno  $T$ , l'area del bacino e l'intensità della precipitazione relativa al centro di scroscio di durata pari al tempo  $t_c$  critico del bacino;  $\phi$  il coefficiente di afflusso.

La formula razionale può essere giustificata concettualmente assumendo uniforme nello spazio e nel tempo l'intensità di precipitazione e schematizzando il fenomeno di trasformazione afflussi–deflussi con un particolare modello cinematico.

Per il calcolo del tempo di corrivazione è stata utilizzata la formula proposta da Vito Ferro (*La sistemazione dei bacini idrografici*, McGraw-Hill, 2006) nella quale il tempo di corrivazione è funzione solamente della superficie del bacino:

$$t_c = k \cdot \sqrt{A}$$

La formula è stata validata su un numero sufficiente grande di bacini di superficie variabile tra 1 e 5500 km<sup>2</sup>, ed è funzione di un fattore  $k$  che tiene conto delle velocità di trasferimento dell'onda di piena. Al complesso delle misure sperimentali può essere adatta la relazione sopraindicata assumendo  $k = 0.675$ . Nel presente studio si è fatto riferimento a quest'ultima formula in quanto tarata utilizzando un significativo numero di corsi d'acqua anche di piccole dimensioni come quelli in studio.

In questo caso:  $t_c = 6.9$  ore.

L'intensità di pioggia sul bacino,  $i_c(T)$ , è stata calcolata in base ai parametri di possibilità pluviometrica determinati come illustrato al paragrafo 4.1; i risultati ottenuti sono riportati in tabella.

Corso d'acqua	5 anni	10 anni	20 anni	50 anni	100 anni	200 anni
Torrente Arzilla	44 mc/s	81 mc/s	108 mc/s	134 mc/s	155 mc/s	176 mc/s

Tabella 6: Portate al colmo nel Torrente Arzilla per diversi tempi di ritorno

## **5. ANALISI DELLA COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA DELL'INTERVENTO**

### **5.1 *Impatto dell'opera sul regime idraulico e sulla pericolosità dell'area***

Le opere in progetto non modificano in alcun modo le sezioni di deflusso del corso d'acqua o le aree disponibili per l'esondazione, dal momento che si tratta unicamente di opere interrato. Non sono inoltre previste modifiche al grado di impermeabilizzazione del terreno, dal momento che al di sopra delle opere verrà ripristinata la pavimentazione esistente, in particolare terreno vegetale e semina superficiale sull'area della vasca.

Per quanto riguarda il regime idraulico del corso d'acqua, le opere non comportano alcun aggravio, hanno anzi un effetto positivo dal momento che riducono gli eventi di scolmo. A questo proposito va comunque evidenziato che l'obiettivo primario delle opere è di produrre un beneficio ambientale sull'area. Dal punto di vista dell'assetto idraulico del corso d'acqua l'impatto, ancorché positivo, è comunque poco significativo considerata la modesta dimensione dei bacini interessati dall'intervento rispetto a quello del corso d'acqua ed i diversi tempi di corrivazione, che rendono estremamente improbabile la coincidenza dei picchi di piena.

### **5.2 *Compatibilità dell'opera con il grado di pericolosità dell'area***

Le opere in progetto localizzate in area inondabile sono costituite da:

- reti di fognatura interrato per la raccolta delle acque nere e miste
- vasca di accumulo delle acque di pioggia e relativo impianto di sollevamento
- pozzetti scolmatori.

Per quanto riguarda le reti di fognatura e la vasca interrato si tratta evidentemente di opere compatibili con il grado di pericolosità dell'area, dal momento che sono atte a raccogliere e convogliare le acque meteoriche che ricadono sul bacino. L'inserimento di valvole a clapet sulle condotte di scarico di emergenza degli scolmatori, sia quello di nuova realizzazione che quello esistente, evita l'immissione di acque provenienti dal Torrente Arzilla nella rete fognaria in caso di livelli elevati nel corso d'acqua, in assenza di esondazione.

Un possibile punto critico del sistema è dato dai manufatti scolmatori, regolati da paratoie. Queste, asservite al sistema di telecontrollo della rete, si chiudono al raggiungersi di determinati livelli in vasca in modo da evitare fenomeni di rigurgito dalla vasca verso le condotte in ingresso, in particolare verso la condotta proveniente dal bacino di via del Moletto, che è a quota inferiore rispetto al bacino di via I° Maggio.

Questa regola di gestione evita la possibilità di funzionamento anomalo del sistema per eventi particolarmente gravosi, con tempo di ritorno superiore a quello di dimensionamento.

Al fine di garantire sempre il corretto funzionamento del sistema, le paratoie previste in progetto sono a funzionamento oleodinamico. In caso di interruzione dell'alimentazione elettrica dovuta a guasti che potrebbero verificarsi durante eventi meteorici intensi, si portano automaticamente in posizione di sicurezza, escludendo la vasca e disconnettendo idraulicamente tra loro i due bacini.

Qualora ciò dovesse accadere nel corso di un evento di esondazione ed allagamento dell'area degli scolmatori o della vasca si eviterebbero funzionamenti anomali che potrebbero aggravare il rischio idraulico rispetto allo stato di fatto.

Infine, per quanto riguarda gli impianti elettrici a servizio del sistema, questi sono localizzati: per la vasca e sollevamento, in prossimità della stradina esistente, per le paratoie a servizio dei partitori, nei presso dei partitori stessi.

I quadri elettrici e di controllo verranno posizionati fuori terra, entro armadi in grado di fornire adeguata protezione da eventuali getti d'acqua e su un basamento rialzato ed a quota finale di circa 1.5 m al di sopra del piano campagna, al fine di minimizzare la possibilità di interessamento in caso di eventi di esondazione. Tale quota è infatti superiore a quella di tutti gli elementi fisici che delimitano la zona di esondazione.

### **5.3 Valutazione di soluzioni alternative di localizzazione delle opere**

Nel corso della redazione del Progetto preliminare è stata definita la posizione della vasca di accumulo e delle altre opere in base dell'analisi del contesto, al riesame delle valutazioni effettuate nello Studio di fattibilità a base di gara e al confronto tecnico ed economico delle possibili alternative di localizzazione.

Di seguito si riassumono i principali elementi e le conclusioni dell'analisi:

**Localizzazione della vasca in sponda destra del Torrente Arzilla:** questa è la soluzione proposta nello Studio di fattibilità ed è stata scartata a seguito dell'effettuazione delle indagini archeologiche preliminari nell'area attorno ai resti della Madonna del Mare. I risultati delle prospezioni georadar effettuate attorno all'area ipotizzata hanno mostrato la probabile presenza di diverse strutture interrato, escludendo la possibilità di localizzarvi i manufatti in progetto. Oltre a questo motivo, che ha imposto di escludere definitivamente l'ipotesi, l'area in sponda destra è meno vantaggiosa perchè richiede la realizzazione di un sollevamento in sponda sinistra per l'attraversamento dell'alveo ed il recapito delle acque dei due bacini alla vasca; tale sollevamento avrebbe dovuto gestire l'estrema variabilità di portate tra tempo asciutto ed eventi di piena.

**Possibili alternative in sponda sinistra:** la possibile localizzazione della vasca è fortemente condizionata dallo schema di rete fognaria esistente e dalle quote del terreno. Di conseguenza, l'unica posizione alternativa possibile sarebbe stata la zona di via del Moletto, immediatamente a monte del ponte ferroviario, ma in tale area non vi è sufficiente spazio per la realizzazione della vasca. Inoltre, come tutte le aree in sponda sinistra nel tratto di interesse, è anch'essa in area inondabile con livello di rischio R4, è più vicina alla foce ed ha il piano campagna a quota inferiore, in corrispondenza di un'interruzione del rilevato arginale.

In base a quanto sopra esposto, si può concludere che la localizzazione scelta è quella ottimale e forse l'unica compatibile con la fattibilità dell'intervento.

## 6. CONCLUSIONI

Le analisi sopra riportate mostrano come, da una parte, le opere in progetto non modifichino la pericolosità dell'area, e dall'altra come siano state previste misure atte a ridurre l'eventuale vulnerabilità delle opere in caso di fenomeni di esondazione.

Nella tabella che segue si riportano sinteticamente le valutazioni esposte nel presente studio in merito a questi aspetti:

Localizzazione delle opere rispetto alla perimetrazione del rischio secondo il PAI		
Vasca	Fascia R4	
Condotte	Fascia R4	
Manufatti scolmatori	Fascia R4	
Impatto dell'opera sul livello di pericolosità dell'area		
Vasca	Riduzione degli eventi di scolmo	
Condotte	-	
Manufatti scolmatori	-	
Vulnerabilità delle opere		
Opera	Elemento di vulnerabilità	Mitigazione
Condotte	-	-
Manufatti scolmatori	Possibile rigurgito delle acque fluviali	Clapet sulle condotte di scolmo
Vasca	-	-
Paratoie	Possibile malfunzionamento delle paratoie	Paratoie a funzionamento oleodinamico
Quadri elettrici	Possibile interessamento in caso di esondazione	Posizionamento a quota sopraelevata, con protezione da getti d'acqua
Possibili alternative di localizzazione delle opere		
Sponda destra	Non fattibile per presenza di vincolo archeologico	
Sponda sinistra	Area in sponda sinistra tutta in fascia R4	

Tabella 7: Sintesi degli elementi analizzati

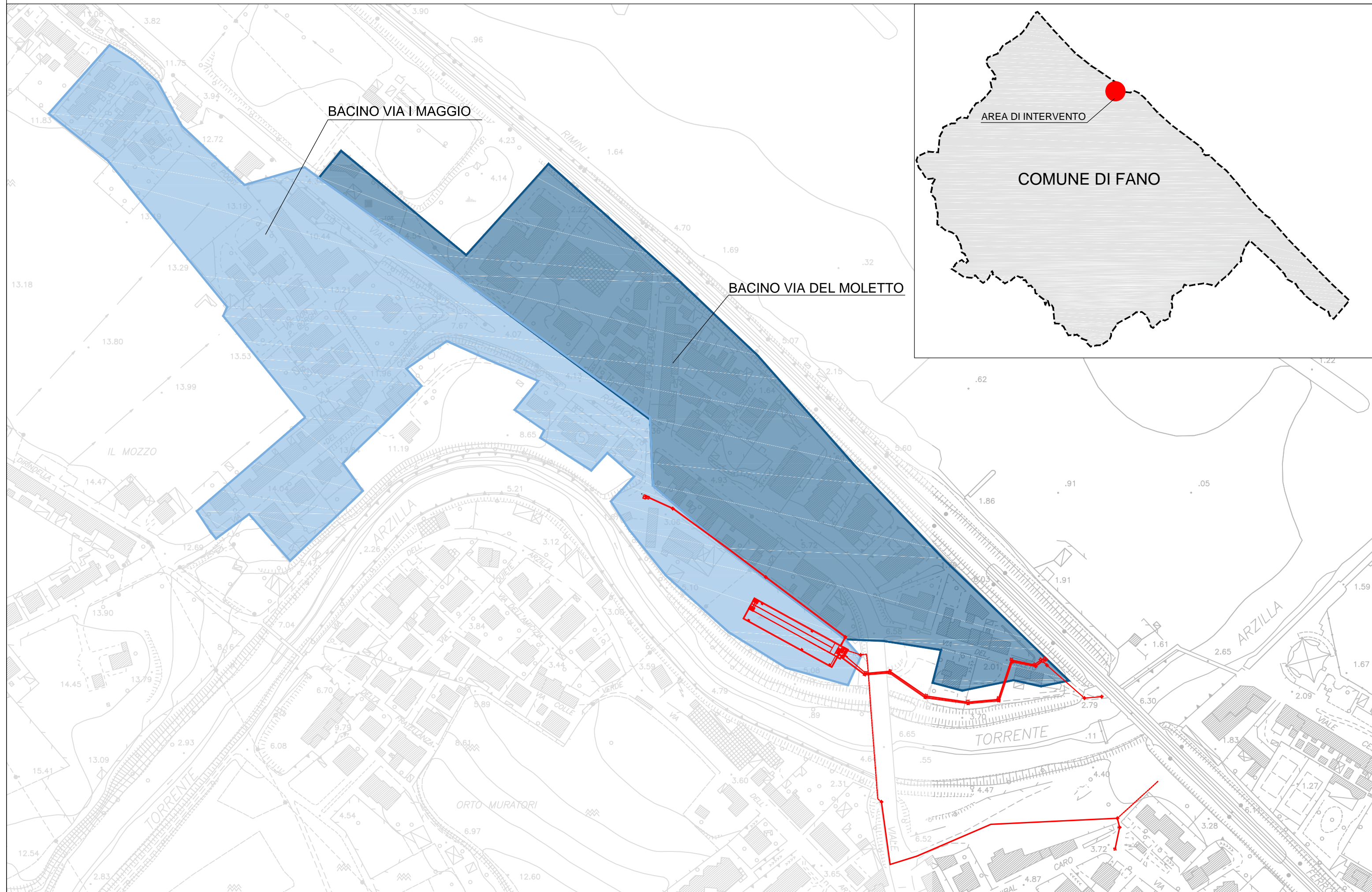


## **ALLEGATO 1:**

### **PLANIMETRIA DEI BACINI DRENATI DALLA RETE URBANA IN PROGETTO**

## ALLEGATO 1: PLANIMETRIA DEI BACINI DRENATI DALLA RETE URBANA IN PROGETTO

Scala 1:2000



## **ALLEGATO 2:**

### **PLANIMETRIA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE ARZILLA**



ALLEGATO 2: PLANIMETRIA DEL BACINO IDROGRAFICO DEL TORRENTE ARZILLA

Scala 1:50'000

