

RELAZIONE TECNICA IDROLOGICA –IDRAULICA

(ai sensi dell'articolo 47, comma 4 delle NTA del PSAI)

--- P.U.A. Sub Ambito "TRIDENTUM" – ditta: Consorzio Nuovo Rione Pescara ---

Indice:

1) PREMESSA.....	1
2) BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A REALIZZARSI e LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	2
3) CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO (art. 47, comma 4, lettera a).....	3
4) CALCOLO DEI REFLUI METEORICI e CIVILI CON DIMENSIONAMENTO e VERIFICA DI MASSIMA DELLE RETI DI SCARICO (art. 47, comma 4, lettera b)	4
4.1) INFORMAZIONI GENERALI CIRCA IL CALCOLO DEI REFLUI METEORICI E CIVILI.....	4
4.2) STUDIO IDROLOGICO e CALCOLO DEI REFLUI METEORICI (acque bianche) ..	5
4.2.1) Generalità	5
4.2.2) Legge di pioggia	5
4.2.3) Stima della portata di piena naturale QT	8
4.2.4) Risultati delle elaborazioni.....	11
4.3) CALCOLO DEI REFLUI CIVILI (acque nere).....	12
4.4) SISTEMA DI SMALTIMENTO e DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEI COLLETTORI DI SCARICO	13
4.4.1) Generalità	13
4.4.2) Dimensionamento di massima dei collettori di scarico delle acque bianche	14
4.4.3) Dimensionamento idraulico delle vasche di prima pioggia	16
4.4.4) Dimensionamento di massima dei collettori di scarico delle acque nere.....	19

1) PREMESSA

I sottoscritti

Ing. Francesco Santorelli nato a Sarno il 28/05/1976, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della provincia di Salerno al n. 4421, C.F. SNT FNC 76E28 I438C con studio in Sarno al Corso Vittorio Emanuele, traversa Turner 23

Ing. Enrico Ianniello nato a Sarno il 02/08/1980, iscritto all'ardine degli Ingegneri della provincia di Salerno al n. 6209, C.F. NNL NRC 80M02 I438L con studio in Sarno al Vicolo Biasivoccola n. 20,

hanno avuto incarico di redigere la presente relazione tecnica, dalla Committente Sig.ra. Gerarda Fresolone in qualità di Presidente del Consorzio "Nuovo Rione Pescara" proponente il Piano Urbanistico Attuativo (PUA) per il sub-ambito "Tridentum" nel Comune di Eboli (SA).

Tale relazione tecnica idrologica ed idraulica è finalizzata all'ottenimento del relativo parere, che l'Autorità di Bacino Regionale di Campania Sud ed Interregionale per il bacino idrografico del fiume Sele, deve esprimere per l'approvazione del PUA, ai sensi dell'articolo 7, comma 1 lettera m) delle Norme di Attuazione (NTA) allegate al vigente Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI).

In particolare, così come esplicitamente richiesto con nota Prot. N. 2042 del 24/09/2014 trasmessa dalla suddetta Autorità di Bacino, il presente elaborato è stato redatto al fine di ottemperare a quanto disposto al comma 4, lettere a), b) e c) dall'articolo 47 "Norme di Rinvio" delle NTA del PSAI, di seguito riportato:

"Sul bacino idrografico del Sele, come individuato al precedente articolo 4, i progetti relativi a nuove costruzioni, nuovi insediamenti produttivi, nuove opere pubbliche o di interesse pubblico devono essere, in relazione all'entità dell'intervento, corredati della seguente documentazione:

- a) calcolo del fabbisogno idrico effettuato in relazione alle esigenze scaturenti dalla tipologia dell'intervento, ovvero in funzione del numero di abitanti equivalenti, con attestazione del suo soddisfacimento resa dall'Ente erogatore del servizio;*
- b) calcolo dei reflui, sia essi meteorici, che civili e/o industriali con dimensionamento e verifica di massima delle reti di scarico, previsione delle eventuali opere di trattamento e smaltimento, indicazione dei recapiti finali, sia essi sistemi di reti fognari ovvero a tenuta, che impluvi naturali, in tale ultimo caso eventuale calcolo di verifica idraulica del corpo ricettore*

commisurato all'entità della portata da smaltire – il tutto nel rispetto del D.Lvo 152/06 e successive modifiche e/o integrazioni;

c) assenso da parte dell'Ente Deputato a ricevere i calcolati reflui, sia in caso di collettore fognario che di impianto di depurazione e, nel caso di smaltimento statico, dichiarazione di periodico espurgo da parte di ditta autorizzata. Per eventuali immissioni in alvei, previsione di adeguate opere di protezione allo sbocco."

2) BREVE DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A REALIZZARSI e LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Il progetto per il quale è stato elaborato il presente studio idraulico-idrogeologico ha ad oggetto la realizzazione delle opere di urbanizzazione ed edificazione necessari all'attuazione del PUA per il sub comparto "Tridentum" nel comune di Eboli (SA).

L'estensione complessiva dell'ambito è di 25,8 Ha. è un'area in posizione strategica, a ridosso del centro storico di Eboli e, attraverso la statale 19, collegata con l'entroterra della valle del Sele. Fin dal dopoguerra ha rappresentato una delle principali scelte localizzative per l'espansione della città. Il perimetro è definito a Nord dall'abitato lungo la statale 19 e a Sud dal tracciato ferroviario della linea Battipaglia–Potenza, mentre il sistema dei fossi e dei valloni ne definisce i margini Est e Ovest. L'edilizia presente nell'area è principalmente pubblica. Il confronto con la previsione del PRG del 1972 evidenzia le mancate attuazioni che hanno riguardato soprattutto le aree a servizi e in particolare le attrezzature di interesse generale. Oggi queste stesse aree sono interessate da forti elementi di degrado.

In particolare, con riferimento ai principali parametri urbanistici del PUA si riportano di seguito i dati riepilogativi:

- Superficie dell'intero comparto edificatorio pari a 10.407 mq.
- Superficie fondiaria complessiva di 5.379,4 mq.
- Superficie Lorda di Pavimento Rresidenziale di 1.261,5 mq, alla quale si aggiungono 3.784,5 mq di SLPNR (utilizzazioni compatibili comma 4 art. 12 delle NTA).

Realizzazione delle attrezzature non residenziali (private) e degli standard per attrezzature pubbliche quali:

- sistemazioni a verde pubblico, aree per spazi pubblici a parco per il gioco e lo sport, per una superficie complessiva di 2.100 mq;

- aree per parcheggi pubblici per una superficie complessiva di 1.802,6 mq nel rispetto della dotazione minima prevista dall'art. 5 del D.M. 1444/68 per gli edifici produttivi destinati ad attività direzionali e commerciali.
- area per attrezzature di interesse comune per una superficie complessiva di 175 mq la quale sarà ricavata all'interno del lotto posto a Nord su aree di proprietà privata e cedute al comune;
- aree per l'istruzione per una superficie complessiva di 350 mq.
- Realizzazione di nuova viabilità veicolare interna al comparto edificatorio di circa 100 ml per una superficie di 600 mq.

La somma delle superfici per le attrezzature non residenziali (private) e degli standard per attrezzature pubbliche equivale ad una superficie di circa 4.427,6 mq.

Per ulteriori informazioni, di carattere Urbanistico, si rimanda alle relazioni di dettaglio del PUA.

3) CALCOLO DEL FABBISOGNO IDRICO (art. 47, comma 4, lettera a)

Ai fini del calcolo del fabbisogno idrico si è fatto riferimento alla dotazione idrica procapite giornaliera ad uso civile, fissata dal Piano d'Ambito dell'ATO 4 Sele sulla base di una specifica analisi di caratterizzazione qualitativa e quantitativa dell'utenza. In particolare, dopo aver classificato i diversi Comuni territorialmente appartenenti all'ATO per livelli di idroesigenza (classi A, B, C, D ed E), il Piano valuta la dotazione idrica procapite da associare a ciascuna classe in funzione:

- dei consumi idropotabili rilevati nel corso della ricognizione (volumi prelevati da ambiente e volumi fatturati all'utenza);
- degli obiettivi di vendita idrica e livello standard di efficienza previsti dal Piano per il servizio acquedotto;
- del confronto con altri strumenti di pianificazione di settore ed in particolare con la proposta di aggiornamento del PRGA della Campania del 1992 e con il Piano Regionale di risanamento della Regione Lombardia ('91).

Le analisi effettuate hanno condotto alla conferma dei valori di dotazione pro capite previsti dalla proposta di aggiornamento del PRGA del '92 di seguito riportati.

Classe	Dotazione lt/ab-d
A	300
B	325
C	355
D	390
E	430

Con riferimento al comune di Eboli, ricadendo il Comune in classe D, la dotazione idrica procapite giornaliera ad uso civile fissata dal Piano d'Ambito risulta pari a 390 litri per abitante al giorno (l/ab g).

Di conseguenza il fabbisogno idrico è stato calcolato in funzione di tale parametro, sulla base del numero di abitanti equivalenti da insediare sul territorio con la realizzazione del comparto Tridentum.

In particolare il PUA prevede l'insediamento di n. 28 abitanti sulla scorta di realizzazione di nuove volumetrie a destinazione residenziale per un totale di 1261,5 mq di Superficie Lorda di Piano (SLPR). Inoltre, il PUA prevede la realizzazione anche di volumetrie da destinare al terziario per un totale di 3784,5 mq di nuova Superficie Lorda di Piano (SLPNR), che, considerando un potenziale di 185 addetti e un parametro di conversione di un abitante equivalente per ogni cinque addetti, corrispondono ad un carico urbanistico da terziario pari ad altri 37 abitanti.

Di conseguenza, come risulta dalla seguente elaborazione, il **fabbisogno idrico giornaliero** calcolato per il PUA risulta pari a **25,36 m³/g**.

$$V_{\text{giornaliero}} = 390 \text{ l/ab g} \times (106 \text{ ab} + 140 \text{ ab eq}) / 1000 = 25,36 \text{ m}^3 / \text{g}$$

4) CALCOLO DEI REFLUI METEORICI e CIVILI CON DIMENSIONAMENTO e VERIFICA DI MASSIMA DELLE RETI DI SCARICO (art. 47, comma 4, lettera b)

4.1) INFORMAZIONI GENERALI CIRCA IL CALCOLO DEI REFLUI METEORICI E CIVILI

Le elaborazioni per il calcolo delle portate reflue civili sono state condotte, così come dettagliatamente esplicitato nel paragrafo 4.3), a partire dal valore della dotazione idrica procapite giornaliera ad uso civile, fissato per il Comune di Eboli, ed in funzione del numero di abitanti equivalenti insediati per ogni singola volumetria a realizzarsi, nell'ambito del PUA.

Per quanto riguarda invece la stima delle portate derivanti dalla trasformazione al suolo delle precipitazioni meteoriche, dato che trattasi di un fenomeno non descrivibile in termini deterministici, si è ricorso ad un approccio probabilistico, valutando la relazione tra la massima portata di piena “**Q(T)**” e il periodo di ritorno “**T**”.

A tal proposito, è stato quindi condotto, con riferimento ad ogni singola area drenata dai diversi collettori fognari previsti dal PUA, uno specifico studio idrologico per la determinazione delle massime portate di piena con assegnato periodo di ritorno.

4.2) STUDIO IDROLOGICO e CALCOLO DEI REFLUI METEORICI (acque bianche)

4.2.1) Generalità

Per la stima sia della legge di pioggia, da utilizzare per le aree d’interesse, sia delle portate di massima piena, corrispondenti a prefissati periodi di ritorno, si è fatto riferimento ai criteri ed ai risultati ottenuti nell’ambito del progetto V.A.P.I. Campania redatto a cura dei Proff. F. Rossi e P. Villani – U.O. del C.N.R./G.N.D.C.I.

Nell’applicazione dei metodi di stima illustrati nel suddetto rapporto, si è tenuto conto che R.T.I., Enel Hydro ed altri, sulla base della Carta Geologica Preliminare, realizzata nell’ambito del Progetto CARG in scala 1:25.000 e delle ortofoto in scala 1:10.000 prodotte per conto della regione Campania dalla ditta C.G.R. S.p.A., hanno provveduto alla redazione della Carta della Permeabilità e della Carta dell’uso del suolo.

Nell’ambito della redazione dei Piani Stralcio di Bacino per l’Assetto Idrogeologico, per i 25 bacini montani aggiuntivi, il suddetto R.T.I. ha inoltre:

- definito le caratteristiche fisiografiche (superficie, quota massima, quota media, quota minima, lunghezza asta principale) e geomorfologiche (superficie permeabile, superficie impermeabile);
- valutato le massime portate di piena naturali per periodi di ritorno T di 2, 5, 10, 30, 50, 100, 300, 500 e 1000 anni;
- stimato i relativi volumi di piena che possono affluire nelle stesse sezioni.

Nei successivi paragrafi sono sintetizzati i risultati delle elaborazioni per la stima della legge di pioggia, nelle aree d’interesse e delle portate di piena nella sezione d’interesse.

4.2.2) Legge di pioggia

La legge di variazione della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia, in funzione della durata "d" e dell'area del bacino "A" è nota come legge di probabilità pluviometrica areale $m[h_A(d)]$.

Dalla precedente legge è possibile definire la variazione della media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale, in funzione della durata "d" della pioggia, come:

$$m[I_A(d)] = m[h_A(d)]/d$$

Introducendo un fattore di ragguaglio noto come coefficiente di riduzione areale $K_A(d)$ è possibile stimare la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia areale $m[h_A(d)]$, dalla conoscenza della media del massimo annuale dell'altezza di pioggia puntuale $m[h(d)]$:

$$m[h_A(d)] = K_A(d) \cdot m[h(d)]$$

Nei paragrafi successivi si procederà a:

- definire la legge di probabilità pluviometrica $m[h(d)]$;
- calcolare il coefficiente di riduzione areale.

La legge di pioggia e le aree omogenee del rapporto VAPI

Il rapporto VAPI Campania fa riferimento, per la stima della legge di probabilità pluviometrica, ad una legge a quattro parametri del tipo:

$$m[h(d)] = \frac{m[I_0] \cdot d}{\left(1 + \frac{d}{d_c}\right)^{C-Dz}}$$

In cui, $m[I_0]$ rappresenta il limite dell'intensità di pioggia per "d" che tende a zero.

Nel rapporto VAPI Campania, relativamente al territorio della regione stessa, i parametri della suddetta legge sono stati determinati, per sei aree ritenute omogenee dal punto di vista pluviometrico (vedi tabella 1), attraverso una procedura di stima regionale utilizzando i dati di 44 stazioni pluviografiche con più di 10 anni di osservazioni ed in particolare:

- i massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1,3,6,12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Area Omogenea	n. stazioni	m[l ₀] [mm/h]	d _c [ore]	C	D*10 ⁵	̄ ²
1	14	77.08	0.3661	0.7995	3.6077	0.9994
2	12	83.75	0.3312	0.7031	7.7381	0.9991
3	5	116.7	0.0976	0.7360	8.7300	0.9980
4	3	78.61	0.3846	0.8100	24.874	0.9930
5	6	231.8	0.0508	0.8351	10.800	0.9993
6	4	87.87	0.2205	0.7265	8.8476	0.9969

Tabella 1 – parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea

Successivamente nell’ambito dello studio sviluppato dal C.U.G.RI sul territorio dell’autorità di bacino del Sarno, è stata verificata la consistenza della rete idrografica del bacino del Sarno ed stata aggiornata la banca dati relativa ai massimi annuali delle altezze di pioggia per la fissata durata registrata dal SIMN.

In particolare, sono stati quindi considerati i dati di 26 stazioni di misura, di cui solo 16 pluviografiche aventi più di 10 anni di osservazioni.

I dati reperiti consistono ancora in:

- massimi annuali delle altezze di pioggia in intervalli di 1, 3, 6, 12 e 24 ore;
- le altezze di pioggia relative ad eventi di notevole intensità e breve durata, che il SIMN non certifica come massimi annuali.

Dall’analisi di tali dati è stato possibile suddividere l’area di interesse in zone pluviografiche omogenee aggiungendo, rispetto ai risultati VAPE, una zona 2 intermedia (vedi tabella 2).

Area Omogenea	m[l ₀] [mm/h]	d _c [ore]	C	D*10 ⁵
1	77.1	0.3661	0.7995	3.6077
2	83.8	0.3312	0.7031	7.7381
2 intermedia	85	0.3034	0.7621	9.6554

Tabella 2 – parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche regionali per ogni area pluviometrica omogenea per il bacino idrografico del fiume Sarno

Il coefficiente di riduzione areale

Il fattore di riduzione areale è funzione del periodo di ritorno e pari a:

$$K_A(d) = 1 - [(1 - \exp(-c_1 \cdot A)) \cdot \exp(c_2 \cdot d^{c_3})]$$

Con:

A = area del bacino in km²

c₁ = 0.0021

c₂ = 0.53

c₃ = 0.25

4.2.3) Stima della portata di piena naturale QT

I valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania sono stati analizzati nel rapporto VAPI Campania attraverso un'analisi regionale di tipo gerarchico, basato sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV – Two Component Extreme Value).

Da tali analisi idrologica emerge l'esistenza di zone geografiche, via via più ampie, che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con "Q" il massimo annuale della portata al colmo e con "T" il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi

mediamente una volta, la massima portata di piena “ Q_T ” corrispondente al prefissato periodo di ritorno “ T ”, può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q)$$

dove:

- $m(Q)$ = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- K_T = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

Stima del fattore probabilistico di crescita K_T

L’indagine regionale volta alla determinazione della legge “ K_T ” è stata svolta per la regione Campania nel rapporto VAPI Campania sopra menzionato.

I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra “ K_T ” e “ T ” esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp\left(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*}\right)}$$

I parametri ottenuti per le portate, relativi all’intera regione Campania sono:

$$\theta_* = 2,634 \quad ; \quad \Lambda_* = 0,350 \quad ; \quad \Lambda_1 = 13 \quad ; \quad \eta = 3,901$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0,0567 + 0,680 \ln T \quad (\text{per le portate})$$

Con un errore inferiore al 5% per $T \geq 10$ anni.

Nella tabella che segue sono riportati, per diversi valori del periodo di ritorno, i valori di “ K_T ” ottenuti dalla precedente equazione.

T (anni)	K_T
20	2,03
50	2,61
100	3,07

Tabella 3 – Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania

Stima della media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena $m(Q)$

La valutazione di $m(Q)$, quanto mancano dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, può essere ottenuta attraverso l'utilizzo della formula razionale, secondo cui la portata di piena è calcolata come una frazione della massima intensità di afflusso meteorico caduta in una durata pari ad un tempo caratteristico, che si fa coincidere con il tempo di ritardo del bacino.

Per cui secondo la formula razionale si ha:

$$m(Q) = \frac{C_f \cdot q \cdot m[I_A(t_r)] \cdot A}{3,6}$$

in cui:

t_r = tempo di ritardo del bacino in ore;

C_f = coefficiente di riduzione;

$m[I_A(t_r)]$ = media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r del bacino in mm/ora;

A = area del bacino in km^2 ;

q = coefficiente corretto di attenuazione del colmo di piena.

Nel nostro caso, a vantaggio di sicurezza, non si terrà conto del fattore di attenuazione del colmo di piena “ q ” e si utilizzerà per la stima di “ C_f ” il valore consigliato per i casi di pavimentazioni in cemento e strade bituminate.

Per quanto riguarda invece il calcolo del tempo di ritardo del bacino è stata utilizzata la seguente formula:

$$t_r = 1,25 \cdot \frac{\sqrt{A}}{3,6 \cdot c}$$

Dove:

A = superficie effettiva dell'area colante in km²;

c = 1,5 m/s (celerità di propagazione delle piene).

4.2.4) Risultati delle elaborazioni

Definizione della legge di pioggia per le aree d'interesse

L'area d'interesse ricade praticamente per intero nell'area omogenea 1, i cui parametri caratteristici, utilizzati per la legge di pioggia, sono i seguenti:

Area Omogenea	M(I ₀) [mm/ora]	d _c [ore]	C	D*10 ⁵
1	77.1	0.3661	0.7995	3.6077

Tabella 4 - parametri statistici della legge di probabilità pluviometrica regionali per l'area omogenea A1

Di seguito per le diverse aree drenate si riportano i principali risultati ottenuti dalle elaborazioni per il calcolo della media dei massimi annuali dell'intensità di pioggia areale con riferimento ad una durata "d" pari al tempo di ritardo del bacino. In particolare, in funzione dei n.5 collettori fognari principali previsti per lo scarico dei reflui (vedi allegato 1 "planimetria degli scarichi"), il comparto in esame è stato suddiviso in altrettante aree drenate così come indicato nella seguente tabella:

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE [m]	SUPERFICIE PERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	SUPERFICIE TOTALE [m ²]
A	94	1400	2264	3664
B	124	0	6743	6743

Tabella 5 – caratteristiche dimensionali delle aree drenate dai diversi collettori fognari

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	t_r [h]	m[h(t_r)] [mm]	K_A(t_r)	m[h_A(t_r)] [mm]	m[l_A(t_r)] [mm/h]
A	0,014	1,048	0,99999	1,0	74,828
B	0,019	1,408	0,99998	1,4	74,054

Tabella 6 – calcolo per le singole aree drenate della media del massimo annuale dell'intensità di pioggia areale di durata pari al tempo di ritardo t_r

Portate di piena nella sezione d'interesse

La stima delle portate di piena con assegnato periodo di ritorno per la sezione d'interesse è stata effettuata con la metodologia indicata nel rapporto VAPI Campania. I valori risultanti dalle elaborazioni sono esposti nella successiva tabella 6.

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	m(Q) [m ³ /s]	Portata T=20 anni	Portata T=50 anni	Portata T=100 anni
		Q ₂₀ [m ³ /s]	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₁₀₀ [m ³ /s]
A	0,069	0,139	0,179	0,210
B	0,125	0,253	0,326	0,383

Tabella 7 – Portate di piena per diversi tempi di ritorno nelle sezioni d'interesse

Considerando la superficie dell'intero comparto sarà necessario smaltire con riferimento ad un tempo di ritorno "T" di 50 anni una portata di pioggia pari a 505 l/s.

4.3) CALCOLO DEI REFLUI CIVILI (acque nere)

Per il calcolo dei reflui civili è stato considerato che circa il 90% della portata media giornaliera erogata dalla rete di distribuzione del comune di Eboli, viene scaricata in fogna. Di conseguenza, essendo noto il numero di abitanti equivalenti da insediare per ogni singola volumetria a realizzarsi nell'ambito territoriale del PUA e nota la dotazione idrica procapite giornaliera ad uso civile, la portata nera mediamente scaricata in ogni collettore fognario principale previsto per l'urbanizzazione dell'area è stata calcolata mediante la seguente formula:

$$Q_{nera,media} [l/s] = 0,9 \times \frac{\text{dotazione idrica giornaliera} [l/ab \text{ gg}]}{86400} \times (ab \text{ eq})$$

Inoltre, anche ai fini del dimensionamento di massima dei collettori di scarico delle acque nere, si è proceduto con il calcolo della portata nera massima o di picco, attraverso la valutazione dei coefficienti di punta “C_p”. Le formule utilizzate per il calcolo dei coefficienti di punta e della portate nere di massima, per le diverse zone servite dalla rete, sono le seguenti:

$$C_p = 20 A b^{-0,2} ; Q_{\text{nera, max}} = C_p \times Q_{\text{nera, media}}$$

Di seguito, per i diversi tratti fognari considerati, si riportano i principali risultati ottenuti dalle elaborazioni per il calcolo:

TIPO VOLUMETRIA	ID VOLUME	SUPERFICIE COPERTA	SLPR	SLPNR	ABITANTI	ABITANTI EQUIVALENTI	TRATTO FOGNARIO DI SERVIZIO
mista	1	315	1261,5	292	28	3	A
non residenziale	1	290		1430	0	14	A
non residenziale	2	1500		1500	0	15	B
non residenziale	3	114		562	0	6	B
TOT. non residenziale		1904	0	3492,5		37	
TOTALI			1261,5	3784,5	28	37	

Tabella 8 – calcolo degli abitati equivalenti per singola volumetria a realizzarsi

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	ABITANTI SERVITI	PORTATA NERA MEDIA GIORNALIERA [l/s]	COEFFICIENTE DI PUNTA	PORTATA NERA MASSIMA [l/s]
A	45	0,182	9,35	1,703
B	20	0,082	10,97	0,899
TOTALI	65	0,264		2,602

Tabella 9 – calcolo dei reflui civili nelle sezioni di interesse

4.4) SISTEMA DI SMALTIMENTO e DIMENSIONAMENTO DI MASSIMA DEI COLLETTORI DI SCARICO

4.4.1) Generalità

Ai fini dello smaltimento dalle acque bianche e nere provenienti dagli scarichi di tipo domestico e di raccolta e regimazione delle piogge, si prevede il convogliamento in fogna pubblica. In particolare, così come si evince dall’elaborato planimetrico allegato, sono previsti due diversi punti di immissione lungo il tratto fognario che attraversa via Don Luigi Sturzo.

Per l’urbanizzazione dell’area sede del PUA, ai sensi dell’art. 74 del Regolamento del Servizio Idrico Integrato (*criteri di allacciamento alla fognatura mista e separata*), si

prevede la realizzazione di una fognatura di tipo separata, mediante la posa in opera di una duplice rete di condutture interrata a sezione circolare, in cemento vibrocompresso per diametri superiori ai 300 mm e in PVC o altro materiale plastico per diametri minori.

La rete di smaltimento delle acque bianche sarà attrezzata per il trattamento delle acque di prima pioggia, le quali saranno opportunamente trattate prima dello smaltimento finale in fogna.

Ai sensi dell'art. 64 del Regolamento del Servizio Idrico Integrato (*modalità tecniche di allacciamento*), il punto di connessione tra l'impianto interno e la rete pubblica sarà realizzato mediante l'installazione di tre pezzi speciali in apposita cameretta di manovra:

- un tronchetto fognario munito di apertura laterale chiusa da apposito tappo a tenuta, necessaria per le ispezioni e manutenzioni, lato utenza;
- un sifone, atto a impedire il passaggio di odori molesti dalla fognatura all'impianto interno, munito di apertura laterale chiusa da apposito tappo a tenuta, necessaria per le ispezioni e manutenzioni del sifone stesso;
- un tronchetto fognario munito di apertura laterale chiusa da apposito tappo a tenuta, necessaria per le ispezioni e manutenzioni, lato pubblica fognatura.

Ai manufatti di interconnessione seguiranno poi le condotte di allacciamento fino alla rete fognaria. L'immissione nella fognatura avverrà in corrispondenza delle camerette di ispezione o in caso ciò non sia possibile, tramite apposito "sghembo" o pezzo speciale accuratamente sigillato.

Per garantire il regolare esercizio, il tronchetto di immissione nella pubblica fognatura sarà installato ad una quota di scorrimento più elevata del livello di deflusso prevedibile in condizioni di portata massima.

4.4.2) Dimensionamento di massima dei collettori di scarico delle acque bianche

Ai fini del dimensionamento di massima dei collettori per lo smaltimento delle acque bianche, sono state considerate le portate di pioggia con periodo di ritorno "T" pari a 50 anni. Inoltre, sono state fissate per ogni singolo tratto principale di collettamento, opportune pendenze medie di progetto, anche in funzione dei possibili dislivelli di quota per l'allaccio alla fogna pubblica. I diametri assegnati ai singoli collettori sono stati determinati sulla base delle verifiche del grado di riempimento " h/D " della sezione e della velocità " v ". In particolare, fissato un diametro di massima è stato verificato che:

- il grado di riempimento della sezione fosse inferiore a 0,75, al fine di garantire un franco contro il rischio di fenomeni di deflusso in pressione delle portate convogliate, con conseguente rigurgito nelle strade;
- le velocità in condotta, per le portate massime considerate, fossero inferiori a 5 m/s, per preservare e non deteriorare eccessivamente il rivestimento interno degli spechi.

I profili di corrente, ritenuti accettabili per il deflusso delle acque nei collettori fognari, ed utilizzati ai fini delle verifiche sono:

- il profilo lento accelerato negli alvei a debole pendenza ($h_u > k$);
- il profilo veloce accelerato negli alvei a forte pendenza ($h_u < k$).

In particolare, per i tratti risultati a forte pendenza, le verifiche sono state condotte con riferimento alle:

- condizioni di stato critico per il controllo del grado di riempimento;
- condizioni di moto uniforme per il controllo della velocità.

Invece, per i tratti risultati a debole pendenza, le verifiche sono state condotte con riferimento alle:

- condizioni di moto uniforme per il controllo del grado di riempimento;
- condizioni di stato critico per il controllo della velocità.

Sulla base di tali determinazioni sono stati ricavati, per i diversi tratti, i seguenti diametri:

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	PENDENZA	D [mm]	DISLIVELLO DI ALLACCIO [cm]
A	1%	800	94
B	1%	800	62

Tabella 10 – valori di progetto: collettori di smaltimento delle acque bianche

Per i diversi tratti di collettamento fognario, si riporta di seguito la tabella riepilogativa delle principali risultati di calcolo delle verifiche idrauliche effettuate.

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	Q_{50} [m ³ /s]	Altezza di moto uniforme h_u [m]	Altezza in stato critico k [m]	tipo alveo	Grado di riempimento h/D	verifica $h/D < 0,75$	v [m/s]	verifica $v < 5$
A	0,179	0,208	0,250	forte pendenza	0,31	Ok	1,718	Ok
B	0,326	0,284	0,342	forte pendenza	0,43	Ok	2,035	Ok

In allegato alla presente relazione si riportano le scale di deflusso in stato critico ed in moto uniforme determinate per i diversi diametri di collettamento dimensionati ed alla base delle verifiche idrauliche condotte.

4.4.3) Dimensionamento idraulico delle vasche di prima pioggia

I reflui meteorici prima di essere sversati in pubblica fognatura saranno chiarificati, trattandoli attraverso delle vasche di prima pioggia.

Funzione ed utilizzo degli impianti di prima pioggia

L'inquinamento associato alle acque di scorrimento superficiale di aree urbanizzate è una delle principali cause di crisi per il corretto funzionamento degli impianti di depurazione. Infatti, nelle aree urbane le acque meteoriche dilavano un miscuglio eterogeneo di sostanze disciolte, colloidali e sospese. Una parte significativa del carico inquinante delle acque di pioggia deriva dal dilavamento atmosferico di inquinanti di origine naturale ed antropica. In prevalenza, il carico inquinante di origine atmosferica riguarda i composti disciolti (metalli, cloruri, sodio). La troposfera inoltre contiene aerosol, polveri e gas inquinanti come CO, SO₂, NO_x e idrocarburi volatili provenienti da immissioni industriali e veicolari e da processi di combustione incompleti. In particolare, alta è la presenza in prossimità di zone ad alta densità abitativa di metalli pesanti connessi al traffico veicolare su gomma: Zn e Cd associati all'usura dei pneumatici, Cr e Cu alla corrosione della carrozzeria e delle parti meccaniche in movimento, Pb e Ni agli scarichi dei veicoli e agli oli lubrificanti.

Successivamente l'acqua entra in contatto con le superfici urbane, dalle quali rimuove una parte del materiale accumulato durante i periodi asciutti. Tale materiale deriva dalla deposizione atmosferica nei periodi secchi, dal traffico veicolare, da rifiuti in prevalenza organici, dalla vegetazione, dall'erosione del suolo ed alla corrosione delle superfici. Infine, l'acqua giunge alla rete fognaria, dove può risospendere i sedimenti precedentemente accumulatisi durante i periodi caratterizzati da piccole portate di pioggia e da qui ai depurati, rendendone più difficile e costosa la gestione. A causa delle interazioni tra precipitazione, atmosfera e superfici dilavate, particolare rilevanza ambientale assumono dunque le cosiddette acque di prima pioggia: esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione. Tale frazione di pioggia è caratterizzata da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti e richiedono particolari procedure di smaltimento.

Quadro legislativo essenziale

L'articolo 113 del D. Lgs. 156/06 (Testo Unico Ambientale) e ss.mm.ii. riguardante le acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia sancisce che vanno disciplinate " ai fini della prevenzione dai rischi idraulici ed ambientali", rimandando alle regioni l'autorità in materia.

Cronologicamente, la prima regolamentazione ad affrontare l'argomento in modo diretto è la Legge Regionale della Lombardia n. 62 del 27/05/1985 relativa alla "Disciplina degli scarichi degli insediamenti civili delle fognature pubbliche e tutela delle acque sotterranee dall'inquinamento". L'art. 20, comma 2 di tale legge definisce "acque di prima pioggia" quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Lo stesso articolo stabilisce che, ai fini del calcolo della portate, tale precipitazione deve considerarsi avvenire per un a durata di 15 minuti. Successivamente lo stesso Consiglio Regionale ha chiarito che devono considerarsi acque di prima pioggia risultanti da eventi meteorici che si succedono a distanza l'uno dall'altro non inferiore a 96 ore e provenienti da superfici scolanti di estensione superiore a 2000 m², computati escludendo le aree a verde. Le altre Regioni si sono per la maggior parte allineate alla normativa della Regione Lombardia, la quale è ormai adottata da quasi tutte le regioni italiane.

La necessità di avviare al trattamento le acque di prima pioggia richiede la predisposizione di opportuni volumi di immagazzinamento, vasche di prima pioggia, che consentano di immagazzinare tali acque onde rispettate le ridotte portate che caratterizzano normalmente gli impianti di depurazione, necessari a trattarle prima dell'immissione delle stesse in fogna pubblica.

Vasche di prima pioggia di tipo tradizionale

Nella pratica corrente, le acque di prima pioggia vengono separate da quelle successive (seconda pioggia) mediante pozzetti di by-pass e rilanciate all'unità di trattamento (dissabbiatori, disolea tori, etc.) tramite un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere il volume d'acqua corrispondente ai primi 5 mm di pioggia caduta sulla superficie scolante di pertinenza dell'impianto. Il bacino è preceduto da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque di seconda pioggia dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nel bacino raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Nel bacino è di solito prevista una pompa di svuotamento che viene attivata automaticamente da una sonda rilevatrice di pioggia.

Acque di prima pioggia

Sono identificate nei primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento, uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Per il calcolo

delle relative portate si assume che tale valore venga raggiunto dopo un periodo di tempo di 15 minuti di pioggia. Di seguito si elencano i coefficienti di afflusso alla rete:

COEFFICIENTE DI AFFLUSSO	TIPOLOGIA DI SUPERFICIE
1	Superfici totalmente impermeabili
0.8	Cemento o ardesia
0.3	Ghiaia
0.3	stabilizzato

Acque di seconda pioggia

Sono identificate come le acque meteoriche di dilavamento, derivanti dalla superficie scolante servita dal sistema di drenaggio e avviata allo scarico nel corpo recettore in tempi successivi a quelli definiti per il calcolo delle acque di prima pioggia, ossia dopo i primi 15 minuti.

Acque reflue di dilavamento

Il dilavamento delle superfici scoperte, in relazione alle attività che in esse si svolgono o agli usi previsti, non si esaurisce con le acque di prima pioggia bensì si protrae nell'arco di tempo in cui permangono gli eventi piovosi.

In linea generale tali condizioni si realizzano quando non sono state adottate misure atte ad evitare/contenere, durante il periodo di pioggia, il dilavamento delle zone nelle quali si svolgono fasi di lavorazione o attività di deposito/stoccaggio di materie/scarti o rifiuti. Nel caso specifico del PUA a realizzarsi tali circostanze sono da ritenersi assolutamente escluse.

Dimensionamento delle vasche di prima pioggia

Il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia previsto in progetto è costituito da un impianto di sedimentazione e da un successivo disoleatore.

Ai fini del dimensionamento, il volume totale della vasca " V_{TOT} " è stato determinato come somma dei volumi dell'acqua di prima pioggia " V_{PP} " e della vasca di sedimentazione dell'impianto di trattamento " V_{SED} ", ossia:

$$V_{TOT} = V_{PP} + V_{SED}$$

Dove, per il calcolo dei singoli termini sono state utilizzate le seguenti espressioni:

$$V_{PP} = S \text{ (superficie scolante)} \times 5 \text{ (mm di pioggia)}$$

$$V_{SED} = Q \text{ (portata da trattare)} \times C_f \text{ (coefficiente della quantità di fango)}$$

$$Q = S \text{ (superficie scolante)} \times i \text{ (intensità delle precipitazioni piovose)}$$

Di conseguenza il volume totale della vasca di prima pioggia è stato calcolato tramite l'utilizzo della seguente formula:

$$V_{TOT} = (S \times 5) + (S \times i \times C_f)$$

In cui si è assunto per il coefficiente della quantità di fango “C_f” un valore elevato pari a 300 e per l'intensità di pioggia “i” il valore di 0,0056 [l/s m²] calcolato in funzione dei primi 15 minuti di pioggia fissati dalla normativa

$$i = 5 [l/m^2] / (60'' \times 15') [s] = 0,0056 [l/m^2 s]$$

Di seguito per le diverse aree drenate si riportano i principali risultati ottenuti dalle elaborazioni per il calcolo dei volumi di accumulo delle vasche di prima pioggia:

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	SUPERFICIE IMPERMEABILE [m ²]	V _{PP} - VOLUME ACQUA DI PRIMA PIOGGIA [m ³]	V _{SED} - VOLUME VASCA DI SEDIMENTAZIONE [m ³]	V _{TOT} - VOLUME VASCA DI PRIMA PIOGGIA [m ³]
A	2264	11,32	3,77	15,09
B	6743	33,72	11,24	44,95

Tabella 12 – dimensionamento vasche di prima pioggia

4.4.4) Dimensionamento di massima dei collettori di scarico delle acque nere

Ai fini del dimensionamento di massima dei collettori per lo smaltimento delle acque nere, sono state considerate le portate massime determinate così come illustrate nell'ambito del paragrafo 4.3). Inoltre, sono state fissate, per ogni singolo tratto principale di collettamento, opportune pendenze medie di progetto, anche in funzione dei possibili dislivelli di quota per l'allaccio alla fogna pubblica. I diametri assegnati ai singoli collettori sono stati determinati sulla base delle verifiche delle velocità “v”. In particolare, fissato un diametro di massima è stato verificato che le velocità in condotta fossero superiori a 0,5 m/s, per prevenire fenomeni di sedimentazione dei liquami trasportati.

I profili di corrente, ritenuti accettabili per il deflusso delle acque nei collettori fognari, ed utilizzati ai fini delle verifiche sono:

- il profilo lento accelerato negli alvei a debole pendenza ($h_u > k$);
- il profilo veloce accelerato negli alvei a forte pendenza ($h_u < k$).

In particolare, per i tratti risultati a forte pendenza, le verifiche sono state condotte con riferimento alle condizioni di stato critico mentre, per i tratti risultati a debole pendenza con riferimento alle condizioni di moto uniforme.

Sulla base di tali determinazioni sono stati ricavati, per i diversi tratti, i seguenti diametri:

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	PENDENZA	D [mm]	DISLIVELLO DI ALLACCIO [cm]
A	1%	200	94
B	1%	200	124

Tabella 13 – valori di progetto: collettori di smaltimento delle acque nere

Per i diversi tratti di collettamento fognario, si riporta di seguito la tabella riepilogativa delle principali risultati di calcolo delle verifiche idrauliche effettuate.

TRATTO FOGNARIO (rif. sezione terminale)	$Q_{\text{nera, max}}$ [l/s]	Altezza di moto uniforme h_u [m]	Altezza in stato critico k [m]	tipo alveo	V [m/s]	verifica $v < 0,4 \div 0,5$
A	1,70	0,032	0,03	forte pendenza	0,48	Ok
B	0,89	0,024	0,02	forte pendenza	0,41	Ok

Tabella 14 – verifiche di dimensionamento dei collettori di smaltimento delle acque nere

In allegato alla presente relazione si riportano le scale di deflusso in stato critico ed in moto uniforme determinate per i diversi diametri di collettamento dimensionati ed alla base delle verifiche idrauliche condotte.

Il tecnico

Ing. Francesco Santorelli

Ing. Enrico Robustelli