

COMPARTO DELLE COLONIE DI PONENTE A CESENATICO

PRU AMBITO 1 - Piano urbanistico attuativo

**Doc. 08bis - Studio idrologico - idraulico della fognatura bianca di
Viale Cavour e relativo impianto di sollevamento allo scolo
"Fossatone"**

Comune di Cesenatico

Provincia di Forlì - Cesena

Committenti:

Cesenatico Resort s.r.l.
Frontemare s.r.l.
Immobiliare Esmeralda s.r.l.
Eurocolumbus (Sotero s.r.l.)
Cabit s.r.l..
Zanigni Armando & C. s.n.c
Immobiliare Uno Punto verde S.r.l
Futura s.a.s.
San Gio s.r.l.
Perugia s.r.l

Progettisti:

Arch. Edoardo Preger
(capogruppo)
Ing. Jaures Cappucci
Arch. Teresa Chiauzzi
Arch. Andreas Kipar
Ing. Massimo Plazzi (Studio PRIDE)

Estensori dello studio idraulico fogna
Viale Cavour:
Ing. Massimo Plazzi (Studio PRIDE)
Ing. Annalisa Ciccarello

Marzo 2015

Aggiornamento: Novembre 2015

Elenco delle proprietà

Cesenatico Resort S.r.l. (legale rappresentante Dott. Davide Liuzzi): colonie Paolo VI, Leone XIII, Comune di Forlì (Daniela)

Frontemare S.r.l. Società controllata da Cesenatico Resort S.r.l. (legale rappresentante Dott. Davide Liuzzi): colonia San Francesco

Immobiliare Esmeralda S.r.l. Società controllata da Cesenatico Resort S.r.l. (legale rappresentante Dott. Davide Liuzzi): colonia Mare e Sole

Eurocolumbus s.r.l. Società controllata da Sotero S.r.l. (legale rappresentante Sig. Ferdinando Pantani): colonia Ave Maria

Futura s.a.s. (curatore fallimentare Dott. Fabrizio Panzavolta): Villa (ex pertinenza parziale della colonia S.Arcangiolese)

Immobiliare Uno Punto Verde S.r.l. (curatore fallimentare Dott. Fabrizio Panzavolta): colonie S.Arcangiolese e Adriatica

San Gio S.r.l. Società controllata da Immobiliare Uno Punto Verde S.r.l. (legale rappresentante Dott.ssa Francesca Antonelli): colonia San Pietro

Perugia S.r.l. Società controllata da San Gio S.r.l. (legale rappresentante Dott.ssa Francesca Antonelli): colonia Perugia

Cabit s.r.l. (legale rappresentante Sig. Gino Abbondanza): colonie Perazzolo e Clara ex SAE

Zanigni Armando & C. s.n.c.: (legale rappresentante Sig. Armando Zanigni): colonia Ferrarese

0. PREMESSA

Il presente elaborato ha come obiettivo l'analisi della rete fognaria bianca esistente nell'area delle Colonie di Ponente, in località Cesenatico (FC) - o meglio, di una grande porzione di tale area, quella tributaria in termini di acque meteoriche della sola dorsale principale di Viale Cavour e del relativo impianto di sollevamento allo scolo Fossatone -, sia allo stato esistente, sia in scenari futuri, quali ad esempio la realizzazione del PUA "PRU-Ambito 1" ricompreso tra la linea di costa (a nord-est) e le vie Magellano, Vasco de Balboa, Vespucci e Cavour - per il quale lo scrivente è il tecnico progettista delle reti dei sottoservizi acqua, gas e fognature - ed il suo collettamento proprio alla succitata dorsale.

Tale studio è stato commissionato allo scrivente a seguito di un incontro con gli Enti gestori delle reti di sottoservizi interessati (Comune, HERA) e dei corpi idrici recettori delle acque meteoriche ivi raccolte (Consorzio di Bonifica Romagna), indetto al fine di comprendere quali conseguenze avrebbe sulla rete fognaria bianca esistente la realizzazione del citato PUA, anche in ragione del fatto che di tale dorsale non è ad oggi ben conosciuta la reale capacità di smaltimento, così come del terminale impianto di pompaggio vanno messe a fuoco le esatte caratteristiche elettromeccaniche e quindi l'adeguatezza rispetto alle massime portate idrologiche di progetto in arrivo.

L'attenzione "idraulica", dunque, è stata in primis concentrata sulla linea principale avente sedime lungo viale Cavour, che raccoglie i numerosi rami secondari laterali, per poi convogliare le acque ad un impianto di sollevamento di proprietà comunale (ed in gestione ad HERA) che invia le acque allo scolo consortile "Fossatone".

Le fasi delle analisi effettuate sono riassunte come segue:

- individuazione delle reti fognarie presenti, con particolare attenzione a quella delle acque bianche;
- esecuzione di un rilievo topografico ad hoc per comprendere lo stato del sistema di fognatura meteorica (sagome, pendenze, versi di percorrenza, ...), il suo schema di funzionamento ed eventuali interferenze presenti;
- reperimento delle informazioni relative alle caratteristiche delle macchine presenti all'interno dell'impianto di sollevamento, per determinarne la massima portata sollevabile;
- analisi pluviometrica dell'area;
- determinazione delle aree tributarie dei vari tratti della linea fognaria principale lungo viale Cavour, allo stato attuale (scenario 1) ed a seguito della realizzazione del PUA sull'area tra viale Magellano, viale Cavour e il parco Atlantica (scenario 2 e scenario 3);
- determinazione delle portate meteoriche massime in uscita dai bacini tributari;
- comparazione finale tra le portate idrologiche stimate (sollecitazione) e l'officiosità idraulica dei vari tratti della dorsale fognaria principale di Via Cavour (risposta) lungo il suo intero sviluppo, dall'origine (incrocio con Viale Lungomare Ponente, a due passi dalla battigia) allo scarico meccanico allo scolo Fossatone (sulla S.S. 16 Adriatica, dopo aver attraversato viale Mazzini e la linea ferroviaria Ferrara-Rimini;
- proposizione di possibili soluzioni alle criticità eventualmente individuate negli scenari citati.

1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'ASSETTO FOGNARIO PER ACQUE METEORICHE

L'area oggetto di studio è collocata in località Cesenatico (FC) ed è delimitata a SE dal porto canale e dalle vie Vespucci e Cremona, a NO da viale Magellano, a SO da viale Mazzini (e dalla Strada Statale Adriatica) e a NE, ovviamente, dalla linea di costa (vedasi successiva ortofoto).

Allo stato attuale, l'area è servita da un sistema fognario costituito da una dorsale principale avente sedime lungo viale Cavour: in PVC DN400, il primo tratto, in CLS DN1200 il tratto sino all'intersezione con viale Mazzini, ed in CLS DN1500 l'attraversamento della linea FF.SS. sino all'impianto di sollevamento. Tale dorsale, procedendo da nord-est verso sud-ovest, cioè con "*ratio idraulica*" da monte verso valle, riceve i contributi dei collettori secondari laterali, di seguito brevemente elencati:

- da viale Amerigo Vespucci, in sinistra ed in destra, rispettivamente PVC DN800 e PVC DN630;
- in sinistra da via Ca' da Mosto, PVC DN500;
- in sinistra da via Mameli, PVC DN400;
- in sinistra da viale Maroncelli, PVC DN800 (che prosegue in via Menotti);
- in destra da viale Mazzini, PVC DN500.

A valle del sottopasso ferroviario è presente un impianto di sollevamento che convoglia le acque meteoriche al recettore terminale, lo scolo consortile "Fossatone".

Un'ulteriore dorsale DN315/DN400/DN500, trasversale a quella di viale Cavour (che la sovrappassa in corrispondenza del relativo incrocio), ha sedime lungo via Caboto e, procedendo da nord-ovest verso sud-est, raccoglie le acque meteoriche delle porzioni di territorio comprese tra via Sciesa, via Cattaneo, via Cremona e successive, per poi inviarle al porto Canale presso un diverso impianto di sollevamento; tale dorsale, che comincia proprio all'origine di Via Caboto (presso il cancello posteriore di Atlantica), è dunque completamente indipendente, da un punto di vista idraulico, dalla dorsale di viale Cavour qui in esame.

Infine, lungo viale Magellano è presente un tratto fognario cieco, in CLS ovoidale 150/100, con pendenza verso viale Mazzini, pozzetto di testa in corrispondenza dell'incrocio con via Colombo e pozzetto finale (senza sbocco) in corrispondenza dell'incrocio con via Pigafetta (nel quale si immette la fognatura della stessa via, un condotto in CLS DN400). Tale dorsale, in fase metaprogettuale, doveva sicuramente drenare tutta l'area ricompresa a nord tra viale Magellano e la località di Zadina (cioè fino al nuovo Canale Tagliata), ma la realizzazione di tale sottorete indipendente è stata in passato interrotta configurando così attualmente un ramo cieco, il quale drena comunque una non trascurabile porzione di territorio e per il quale sono state nel tempo approntate soluzioni "tampone" temporanee, che dovranno essere presto sostituite da soluzioni definitive e congruenti con l'assetto fognario complessivo dell'area di Ponente e soprattutto con l'opera di riqualificazione urbana recentemente messa in campo dall'Amministrazione comunale di Cesenatico.



Come precedentemente specificato, in tale fase di studio ci si concentrerà unicamente sull'analisi della dorsale principale di viale Cavour, essendo questa, tra l'altro, il recapito ottimale delle acque meteoriche drenate all'interno dell'area del citato PUA "PRU-Ambito 1" (mappato e delimitato, su ortofoto, nell'immagine della pagina seguente).

Per una maggiore comprensione dello schema della rete fognaria, si rimanda alla Tavola allegata, riportante le risultanze più utili del rilievo altimetrico propedeutico al presente studio, denominata "ASSETTO FOGNATURA BIANCA ADDUCENTE ALLA DORSALE DI VIALE CAVOUR".

2. INQUADRAMENTO DEL PUA DI NUOVA REALIZZAZIONE

Il PUA oggetto di futura realizzazione "PRU-Ambito 1" ricade nell'ambito di riqualificazione urbana denominato "Città delle colonie a nord di Cesenatico", area di oltre 130 ettari compresa fra la ferrovia, la via Cavour, il mare e il canale Zadina, caratterizzato dalla presenza di 38 colonie, realizzate tutte negli anni '50 e primi anni '60.

Il fronte mare si sviluppa su circa 1'500 metri, ed è costituito da una fascia di arenile con una profondità che può raggiungere i 100 - 150 metri, oggi in gran parte ricompresa nelle corti lato mare delle colonie.

L'ambito ospita anche tre campeggi, il grande parco di ponente di circa 13 ettari, un centro sportivo di 3.6 ettari, il parco acquatico Atlantica, il cimitero urbano, due piccoli nuclei di abitazioni e alcuni fabbricati a carattere commerciale e artigianale.

All'interno di tale ambito l'area del comparto del citato PUA ha un'estensione di circa 158'000 mq ed è ricompreso tra le vie Vasco de Balboa e Amerigo Vespucci (ad ovest), la via Cavour e la via Magellano (rispettivamente a sud e a nord) e la linea di costa.

Rientra nell'area di comparto anche il futuro parcheggio su via Magellano, contiguo al parco acquatico "Atlantica".



Il progetto di PUA prevede la realizzazione di un vasto parco - spiaggia, con l'arretramento delle recinzioni delle attuali colonie, la ricostituzione delle dune e la creazione di strutture di balneazione leggere, molto distanziate fra loro, e la sostituzione delle attuali colonie con nuovi edifici ben distanziati tra loro al fine di mantenere ampi corridoi verdi di accesso alla spiaggia.

La percentuale di area permeabile verrà mantenuta elevata (quasi il 60%) e verrà incrementata rispetto allo stato attuale.

Nell'area oggetto di intervento, le reti fognarie bianche sono oggi quasi assenti entro (e/o in adiacenza) il PUA; esistono e funzionano idraulicamente la dorsale principale sull'adiacente viale Cavour ed un ramo secondario - ad essa afferente - su viale Vespucci (DN630 PVC, che da progetto di PUA verrà sostituito con un DN1200 CLS).

Una situazione particolare si ha per la fogna bianca esistente in viale Magellano (tratto cieco), sulla quale verranno da progetto recapitate le acque meteoriche del parcheggio di nuova realizzazione, a fianco del parco Atlantica, andandosi a sommare a quelle già oggi immesse (bacino frontista di viale Magellano, bacino di via Pigafetta, poche caditoie di viale Colombo) e che interferiscono con le fogne nere in quanto ad esse collegate con un troppo pieno di sicurezza; il Comune di Cesenatico aveva a suo tempo concordato con HERA tali collegamenti in attesa della realizzazione delle nuove fogne bianche nell'area, attività che trova proprio il suo principio grazie all'attuazione del PUA "PRU-Ambito 1".

Il progetto del PUA ha previsto all'uopo sia la dismissione del troppo pieno esistente della fogna bianca cieca di viale Magellano sulla fogna nera di viale Colombo, sia la realizzazione di una fogna bianca sulla porzione interna al PUA di viale Colombo (con relativi rami secondari di drenaggio dell'intera superficie territoriale impermeabilizzata) ed il collegamento ad essa di tutte le caditoie e del tratto cieco di viale Magellano (facendo coincidere il pozzetto di testa della nuova fogna bianca di viale Colombo - DN800 CLS - proprio con l'attuale pozzetto di testa della fogna di viale Magellano): si elimina così qualsiasi tipo di commistione tra fogna bianca e fogna nera.

L'unico impatto non trascurabile è quello sulla dorsale esistente di viale Cavour, in CLS DN1200, sulla quale andrà a gravitare - oltre all'intera area di PUA, in parte però già collettata (Scenario 2) - "temporaneamente" la fogna di viale Magellano (Scenario 3). E' ovvio, come verrà sottolineato anche nei prossimi paragrafi con i calcoli idraulici, che lo Scenario 3 deve rappresentare una soluzione temporanea, in attesa di una rifunionalizzazione adeguata del tratto cieco di fogna di viale Magellano, per l'ottimizzazione della quale sarà necessario uno studio generale di tutta l'area di Ponente del capoluogo comunale.

In fase di progetto della rete interna al comparto "PRU-Ambito 1" erano state fatte delle ipotesi semplificative (e sicuramente molto cautelative) sulla portata meteorica massima in uscita dal comparto; nei paragrafi successivi (analisi scenario 2 e scenario 3) tali assunzioni verranno esplicitate in modo più preciso e puntuale al fine di determinare il reale incremento di portata indotto dal PUA, in ragione anche del fatto che l'analisi della dorsale di Viale Cavour "sposta" i tempi critici di pioggia (i.e. tempi di corrivazione della rete) verso valori più elevati di quelli corrispondenti ad un singolo Comparto urbanistico (vista la vastità del bacino tributario) e dunque su portate udometriche (i.e. massima portata generata dall'unità di superficie) leggermente più ridotte, a parità di evento pluviometrico prefissato (i.e. con egual tempo di ritorno T_r).

3. DETERMINAZIONE DEI BACINI TRIBUTARI

Al fine di verificare i singoli tratti della dorsale fognaria principale di viale Cavour, è stato necessario innanzitutto suddividere l'area in bacini scolanti, in base ai rami secondari rilevati.

Di conseguenza, per questa prima operazione è stato di fondamentale importanza il rilievo topografico delle reti presenti (oltre alla raccolta di numerose e preziose informazioni durante i numerosi sopralluoghi effettuati).

Tale attività, viste le finalità del presente studio, è stata condotta nel miglior modo possibile, tenendo conto dei tempi disponibili e delle difficoltà incontrate (botole asfaltate non apribili, rilievo di elementi discordanti con la documentazione storica disponibile, scarsa visibilità da superficie ove i pozzetti d'ispezione sono profondi, ...); il prodotto finale qui utilizzato potrà essere esteso/integrato/perfezionato sicuramente durante lo studio idraulico generale dell'area di Ponente, prima citato, ma rappresenta comunque un'ottima base di partenza, sufficiente per le verifiche in moto uniforme qui condotte sulla dorsale di viale Cavour.

La suddivisione in bacini è rappresentata nell'ALLEGATO 1 e di seguito si riporta una breve descrizione delle singole aree individuate:

BACINO A:

Il bacino A si immette nella dorsale principale sul lato in destra idraulica, allo stato attuale con un condotto in PVC, DN630, e ricomprende le abitazioni che si affacciano su viale Amerigo Vespucci, sino all'intersezione con via Cavour; in tale bacino rientrano anche le colonie affaccianti sul medesimo viale, le quali allo stato attuale, presumibilmente, non sono dotate di sistemi di raccolta delle acque meteoriche.

BACINO B:

Il bacino B si immette nella dorsale principale, sul lato in sinistra idraulica, con un condotto in PVC DN800 che drena una porzione estesa di territorio, ricompresa tra la linea di costa e viale Amerigo Vespucci, sino al porto canale.

BACINO C:

Il bacino C è il bacino tributario del primo tratto della dorsale principale, in PVC DN400, e drena, oltre a viale Cavour stesso, sino all'intersezione con viale Amerigo Vespucci, anche le acque meteoriche provenienti dagli edifici che ivi si affacciano.

BACINO D:

Il bacino D è il bacino tributario direttamente del tratto della dorsale principale, in CLS DN1200, che drena viale Cavour, tra viale Amerigo Vespucci e via Ca' da Mosto, e le acque meteoriche provenienti dagli edifici che ivi si affacciano.

BACINO E:

Il bacino E si immette nella dorsale principale sul lato in sinistra idraulica, con un condotto in PVC DN500, e ricomprende le abitazioni che si affacciano su via Ca' de Mosto e la via stessa, oltre alle porzioni di abitato afferenti alle vie Cattaneo e Sciesa ricomprese tra via Caboto e viale Vespucci (mentre l'omologa porzione a sud della via Caboto è tributaria dell'altra dorsale principale, quella di via Caboto afferente ad altro impianto di sollevamento).

BACINO F:

Il bacino F, analogamente al D, è il bacino tributario del tratto della dorsale principale, in CLS DN1200, che drena la via Cavour, tra via Ca' da Mosto e viale Caboto, oltre ovviamente alle acque meteoriche provenienti dagli edifici che ivi si affacciano.

BACINO G:

Il bacino G, analogamente a D e a F, è il bacino tributario del tratto della dorsale principale, in CLS DN1200, e drena Viale Cavour, tra i viali Caboto e Maroncelli, oltre ovviamente alle acque meteoriche provenienti dagli edifici che ivi si affacciano; rimangono esclusi i campeggi.

BACINO H:

Il bacino H si immette nella dorsale principale sul lato in sinistra idraulica, con un condotto in PVC, DN800, e drena tutta la porzione di territorio compresa tra viale Maroncelli, viale Menotti e viale Fratelli Bandiera.

BACINO I:

Il bacino I è tributario in sinistra idraulica del tratto della dorsale principale, in CLS DN1200, tra viale Maroncelli e viale Mazzini, e comprende anche le acque meteoriche provenienti dagli edifici che si affacciano su quest'ultima, sino all'intersezione con viale Menotti.

BACINO L:

Il bacino L drena viale Mazzini sino a poco prima dell'intersezione con viale Magellano e l'area del cimitero. L'immissione nella rete principale avviene nel pozzetto di testa del sottopasso ferroviario (punto di passaggio da DN1200 a DN1500), con tubazione terminale DN500 PVC.

I bacini sopra descritti sono quelli che, allo stato attuale, afferiscono alla dorsale fognaria principale di viale Cavour.

BACINO A*:

Il bacino A* andrà ad aggiungersi, da progetto del PUA "PRU-Ambito 1", a monte del bacino A, una volta realizzate le relative opere di urbanizzazione (scenario 2); l'area del comparto, infatti, coincide con tale bacino, oltre ad una porzione dei bacini B e C. Poiché il progetto prevede la realizzazione di linee di raccolta delle acque meteoriche unicamente delle strutture di balneazione, tutta l'area in arenile oltre la duna, ad esclusione delle citate strutture, viene esclusa dalla perimetrazione, in quanto oggettivamente non drenata.

BACINO M:

È stato inoltre riportato il bacino M, che ricomprende tutte le aree le cui acque meteoriche hanno come recapito il condotto ovoidale cieco presente su viale Magellano; tale bacino - che comprende significative aree afferenti a viale Magellano e l'area residenziale di via Pigafetta, fino al limite di viale Mazzini) sarà anch'esso, provvisoriamente, tributario della dorsale di viale Cavour attraverso un troppo pieno sulla nuova fognatura di viale Colombo entro comparto (scenario 3).

Ad ogni bacino è stato associato un coefficiente di deflusso medio, in funzione della percentuale di area permeabile; tale coefficiente permette di determinare la quota parte di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale e raggiunge la rete fognaria.

Di seguito si riporta l'estensione dei bacini (da A a M, compreso A*) ed il relativo coefficiente di afflusso medio ϕ , calcolato come media pesata tra la quota parte permeabile, alla quale è stato assegnato un coefficiente di afflusso $\phi = 0.1$, e quella impermeabile, alla quale è stato assegnato un coefficiente di afflusso $\phi = 0.85$.

Per quantificare le percentuali di aree permeabili ed impermeabili di ogni bacino, ci si è avvalsi della visualizzazione aerea della zona di Ponente e delle risultanze dei vari sopralluoghi specificatamente effettuati; le stime numeriche, inoltre, sono sempre state definite in un'ottica cautelativa (i.e. non sottostimando la porzione impermeabile).

<i>Bacino</i> [-]	<i>Area</i> [mq]	<i>%Perm</i> [-]	<i>%Imper</i> [-]	<i>Coeff_affl</i> [-]
A	19'840	0.45	0.55	0.51
B	128'106	0.30	0.70	0.63
C	20'463	0.70	0.30	0.33
D	3'622	0.35	0.65	0.59
E	17'864	0.40	0.60	0.55
F	4'782	0.35	0.65	0.59
G	15'470	0.35	0.65	0.59
H	46'002	0.35	0.65	0.59
I	64'802	0.35	0.65	0.59
L	24'505	0.35	0.65	0.59
<i>TOTALE (scenario 1)</i>	<i>345'456</i>			<i>0.58</i>
A*	77'738	0.50	0.50	0.48
<i>TOTALE (scenario 2)</i>	<i>423'194</i>			<i>0.56</i>
M	127'755	0.35	0.65	0.59
<i>TOTALE (scenario 3)</i>	<i>550'949</i>			<i>0.57</i>

I coefficienti di deflusso adottati per le porzioni permeabili e impermeabili dei vari bacini sono in linea con quelli riportati in letteratura (v. tabella seguente, da Marchetti).

Per le zone urbane si hanno valori compresi tra 0.50 e 0.90, mentre per le aree a verde si va da 0.05 a 0.25. Considerando la presenza di sabbia nel primo sottosuolo, si adotta qui 0.10. I valori medi di ϕ ottenuti sono assolutamente in linea con quelli tipici, ed oramai riconosciuti come validi, delle aree urbane ad edilizia estensiva (con ampie aree cortilive di pertinenza), quale quella qui in esame.

	φ
parti centrali delle antiche città, con densa fabbricazione, con strade strette e lastricate	0.70 ÷ 0.90
zone urbane destinate a restare con scarse aree scoperte	0.50 ÷ 0.70
Zone urbane destinate al tipo di città giardino	0.25 ÷ 0.50
zone urbane destinate a restare fabbricate e non pavimentate	0.10 ÷ 0.30
prati e parchi	0.00 ÷ 0.25

Oppure:

costruzioni dense	0.80
costruzioni spaziate	0.60
aree con grandi cortili e grandi giardini	0.50
zone a villini	0.30 ÷ 0.40
giardini, prati e zone non destinate né a costruzioni né a strade	0.20
parchi e boschi	0.05 ÷ 0.10

4. ANALISI PLUVIOMETRICA

Per determinare le portate di deflusso superficiale generato dai vari bacini, è necessario innanzitutto determinare la sollecitazione meteorica che produce tali deflussi.

Le curve segnalatrici di probabilità pluviometrica (o curve di possibilità climatica) mettono in relazione l'altezza di pioggia h e la durata dell'evento meteorico t , per un assegnato valore del tempo di ritorno Tr (tempo medio di attesa tra il verificarsi di due eventi successivi di data altezza di pioggia e durata).

Per descrivere tale curva, solitamente si usa un'equazione, di tipo monomio, a due parametri del tipo:

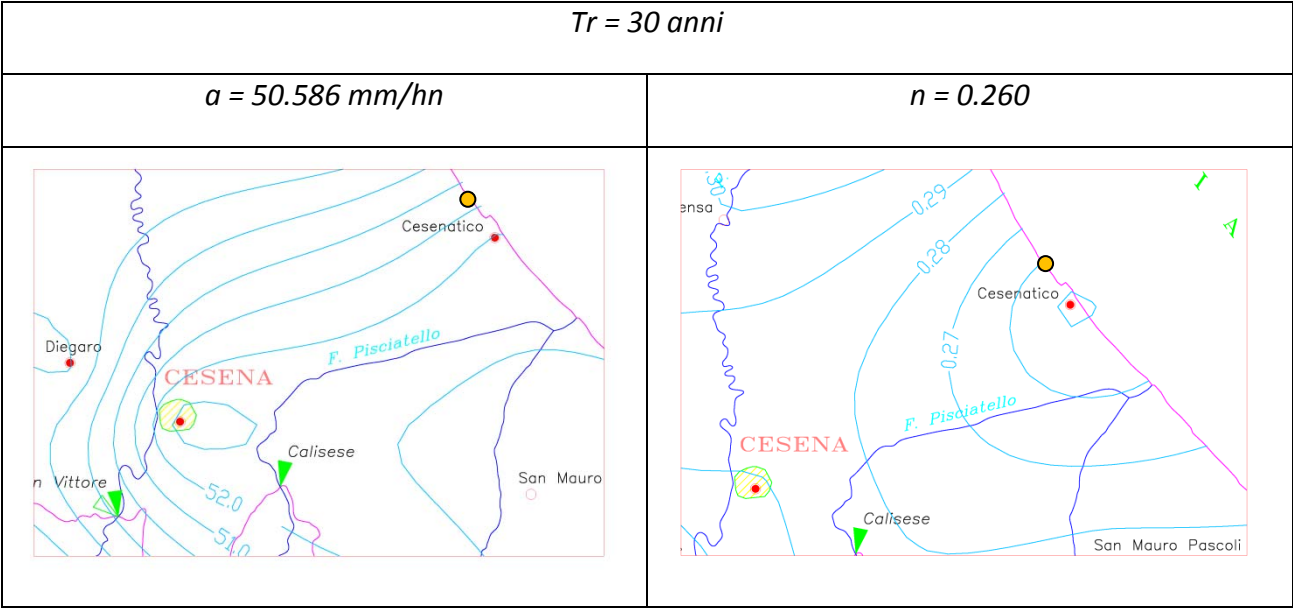
$$h_t(Tr) = a \cdot t^n$$

i cui parametri caratteristici a [mm/h^n] ed n dipendono dal tempo di ritorno Tr .

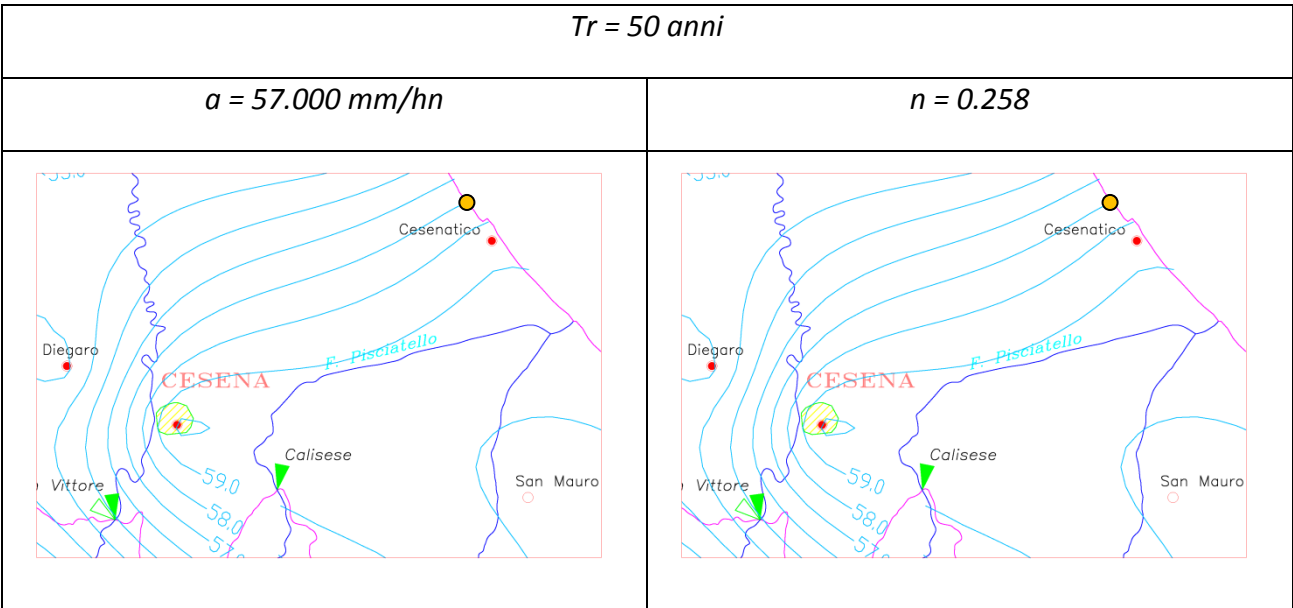
Tali parametri, necessari per il calcolo dell'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno Tr , sono sito-specifici e possono essere determinati mediante un'analisi delle serie storiche dei massimi di pioggia (dati desumibili, ad esempio, dagli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, che per le principali stazioni di misura spesso riportano le serie storiche per le durate temporali significative: $t = 1, 3, 6, 12$ e 24 ore.)

I coefficienti idrologici, a ed n , possono essere più speditivamente evinti - per il territorio sul quale opera l'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli, ricomprendente anche l'area di Cesenatico - dalle tavole di regionalizzazione dei parametri idrologici (Franchini, 2001) del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, sulle quali sono state riportate le isolinee dei coefficienti per i tempi di ritorno pari a 30, 50, 100, 200 e 500 anni.

Di seguito si riportano degli stralci delle tavole in corrispondenza dell'area di interesse (indicata con un pallino arancione), per i vari tempi di ritorno.



Parametri idrologici a ed n per eventi con tempo di ritorno 30 anni

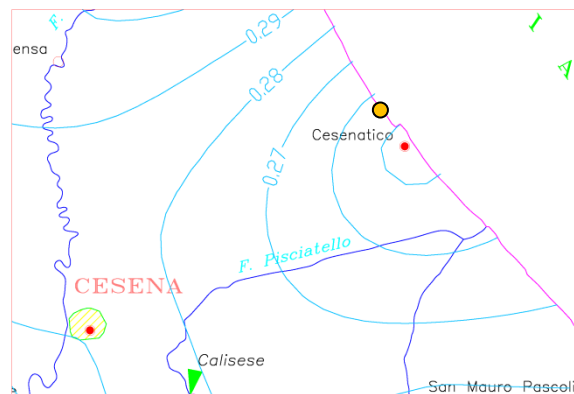
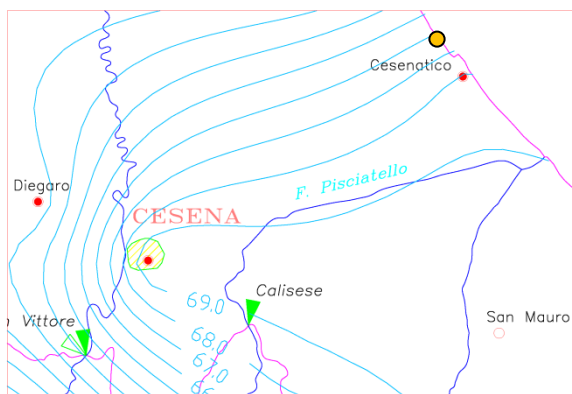


Parametri idrologici a ed n per eventi con tempo di ritorno 50 anni

$Tr = 100$ anni

$a = 66.182 \text{ mm/h}^n$

$n = 0.257$

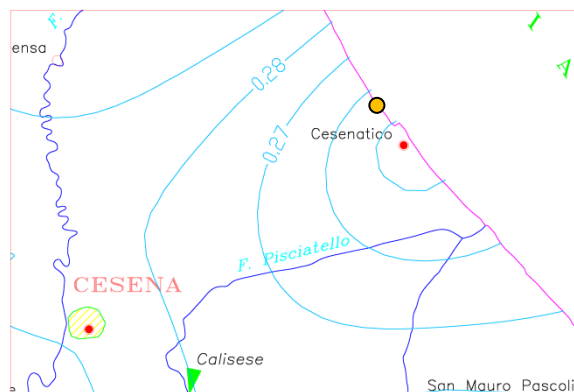
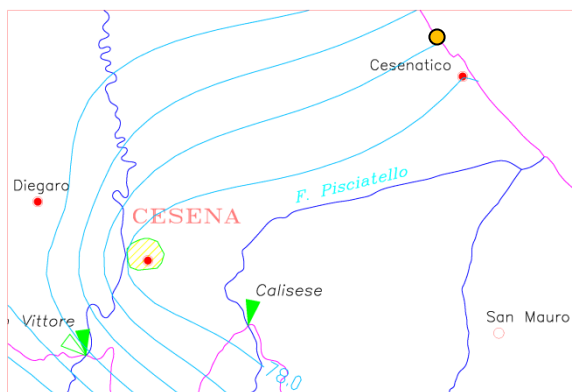


Parametri idrologici a ed n per eventi con tempo di ritorno 100 anni

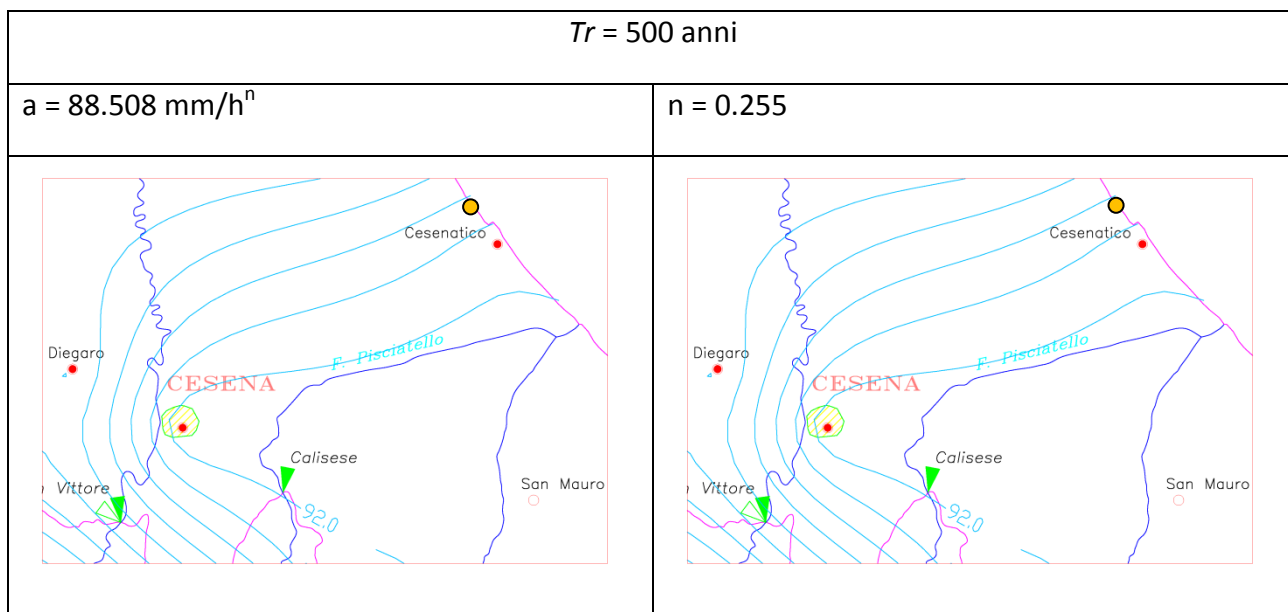
$Tr = 200$ anni

$a = 75.677 \text{ mm/h}^n$

$n = 0.256$



Parametri idrologici a ed n per eventi con tempo di ritorno 200 anni



Parametri idrologici a ed n per eventi con tempo di ritorno 500 anni

Riepilogando, i parametri idrologici per i tempi di ritorno 30, 50, 100, 200 e 500 anni, con i quali è possibile tracciare le curve di probabilità climatica, sono i seguenti:

Coefficienti da tavole di regionalizzazione dei parametri idrologici PSRI

Tr	30 anni	50 anni	100 anni	200 anni	500 anni
a	50.586	57.000	66.182	75.677	88.508
n	0.260	0.258	0.257	0.256	0.255

I coefficienti sono stati determinati, come detto, mediante osservazioni sperimentali di eventi meteorici estremi di durata superiore all'ora; osservazioni sperimentali sugli eventi di elevata intensità e breve durata (inferiore all'ora) hanno mostrato, per uno stesso sito, come tali eventi siano caratterizzati da coefficienti n inferiori (a parità di tempo di ritorno). Risulta complesso fare una statistica sugli eventi meteorici intensi, a causa della scarsità dei dati disponibili (basti pensare che molte stazioni pluviometriche hanno una frequenza di registrazione oraria). Al fine di "estendere" le curve di possibilità climatica per durate inferiori all'ora, è stata applicata la funzione estrapolatrice proposta da F. C. Bell (1969), ricavata da dati sperimentali:

$$h_t/h_{60} = 0.54 \cdot t^{0.25} - 0.50$$

ove h_t è la massima altezza di pioggia di durata t ed h_{60} quella relativa ad una durata pari a 60 min.

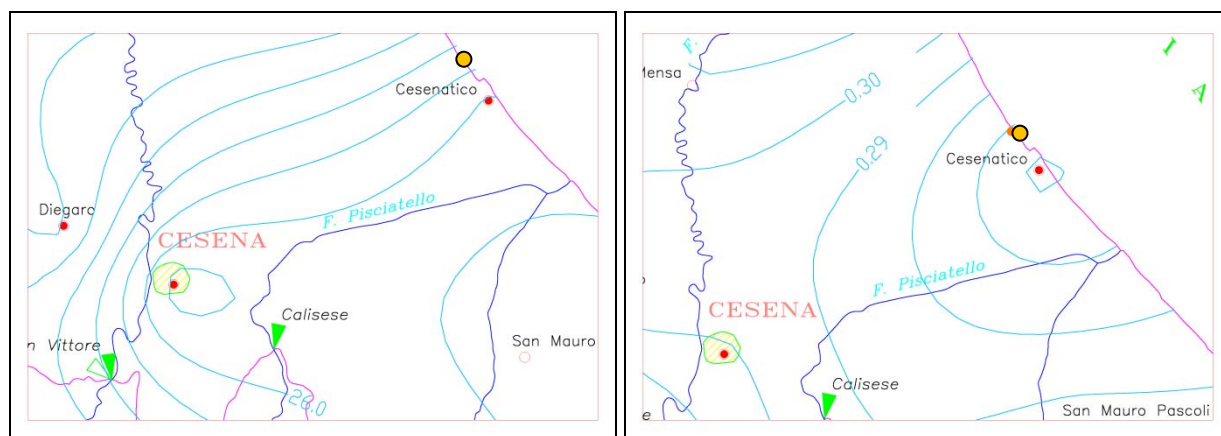
Tale estrapolazione consente, quindi, di tracciare le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno da 30 a 500 anni, anche per eventi con durata inferiori all'ora.

Un'ulteriore estrapolazione necessaria è quella che permette di tracciare le curve di probabilità climatica per tempi di ritorno inferiori ai 30 anni, tramite i fattori di crescita calcolati con la metodologia di regionalizzazione generale riportata da Franchini (2001) - *Allegato 1 della Direttiva del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, approvata con delibera n. 3/2 del 20 ottobre 2003* -.

Il metodo regionale messo a punto nell'area di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli ha proprio la finalità di stimare la precipitazione di durata t (ore) e tempo di ritorno Tr , grandezza che costituisce uno dei dati di ingresso per l'applicazione dei modelli di trasformazione afflussi/deflussi e per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno.

Non ci si addentra qui nelle scelte teoriche e nelle elaborazioni matematiche che sono alla base delle metodologie regionali messe a punto per la stima della precipitazione di una certa durata (1-24 h) e di assegnato tempo di ritorno, attese in una località di interesse, ma si ricorda che il modello regionale fa riferimento al metodo della grandezza indice. L'idea di fondo di tale metodo consiste nell'individuare una "*regione idrologicamente omogenea*" rispetto ad una variabile idrologica, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica. L'analisi regionale permette di definire all'interno di una regione omogenea, partendo da una grandezza indice, la variabile di assegnato tempo di ritorno, una volta definita una funzione detta curva di crescita, che permette di determinare i fattori di crescita rispetto alla grandezza indice.

Le mappe dei coefficienti della curva di possibilità climatica (a ed n) sono state tracciate anche per le grandezze cosiddette "indice", che permettono di ricavare, come detto, le varie grandezze in funzione del tempo di ritorno; i coefficienti a ed n "indice" sono rispettivamente 25.250 mm/hⁿ e 0.270, come riportato nell'immagine successiva.



Parametri idrologici a ed n per l'evento indice

Da questi coefficienti è possibile ricavare l'altezza di pioggia "indice" di durata t .

Nell'area di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali sono state individuate due zone idrologicamente omogenee, definite come zona Ovest e zona Est; il bacino di Cesenatico è localizzato nella zona Est, come mostrato in figura.

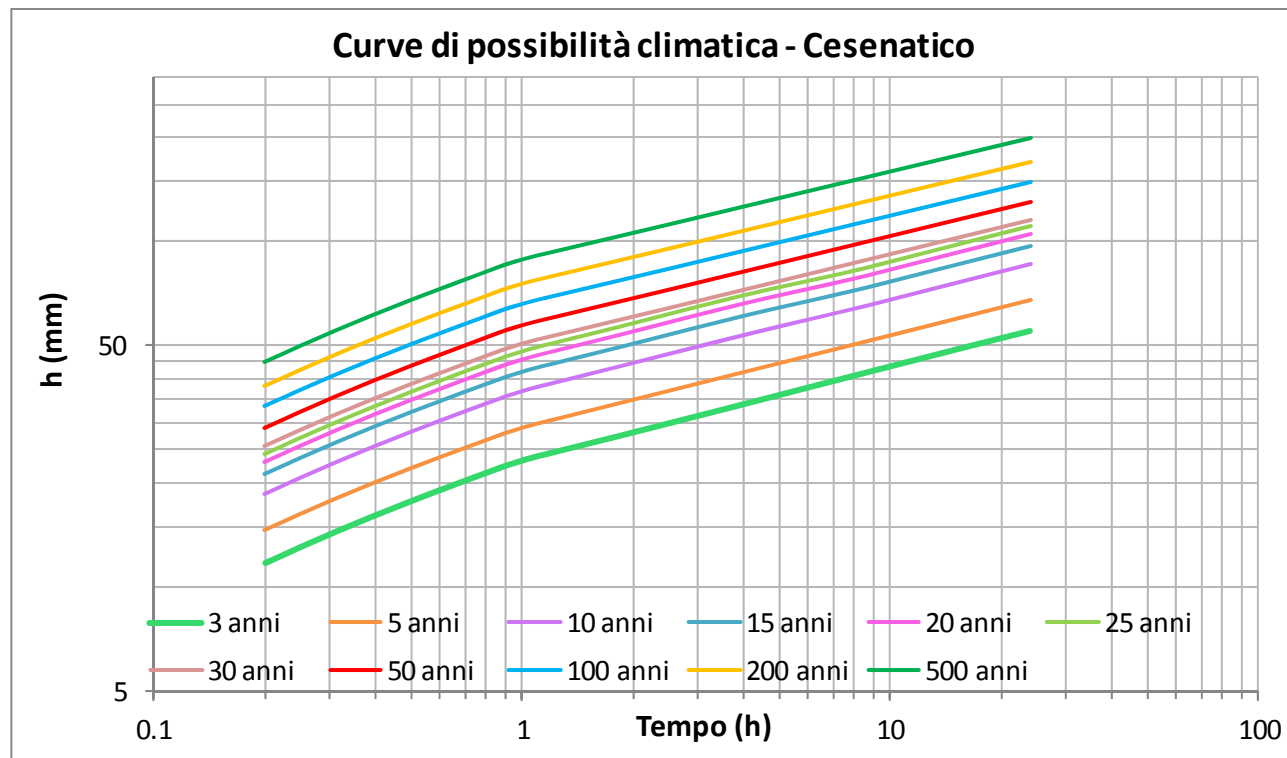
Per la zona Est si usano due distinte curve di crescita, la prima valida per $t = 1-6$ ore, la seconda per $t \geq 12$ ore:

<i>Zona est: curve di crescita regionali</i>	
$0.4520 + 0.4112 \cdot \ln Tr + 0.0127 \cdot \ln^2 Tr$	Valida per $t = 1-6$ ore
$0.4686 + 0.4051 \cdot \ln Tr + 0.0088 \cdot \ln^2 Tr$	Valida per $t \geq 6$ ore e 1 g



Delimitazione della Zona Est e della Zona Ovest

Una volta calcolate le curve di crescita per i diversi tempi di ritorno è possibile calcolare, al variare di T_r , l'altezza di pioggia di durata t , $h_t(T_r)$, e quindi tracciare le curve di possibilità climatica per i diversi tempi di ritorno.



5. DETERMINAZIONE PORTATE MASSIME

Dall'analisi pluviometrica è possibile determinare la massima portata che si ha lungo i vari tratti della dorsale fognaria principale, oggetto di verifica del presente studio.

La portata massima defluente da un bacino, secondo la teoria del metodo cinematico, è quella generata da una pioggia di intensità costante e durata pari al tempo di corrivazione, t_c , del bacino stesso (il tempo di corrivazione è il tempo in cui una particella d'acqua impiega a raggiungere la sezione di chiusura, partendo dal punto idraulicamente più lontano).

Per precipitazioni con durata inferiore di t_c , infatti, solo una porzione di bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura (ossia i punti del bacino per i quali t_c è inferiore o uguale alla durata dell'evento meteorico); per precipitazioni con durata superiore a t_c , tutto il bacino contribuirà alla formazione dei deflussi in corrispondenza della sezione di chiusura, ma il valore della portata si manterrà costante una volta superato un tempo pari a t_c e l'intensità di pioggia risulterà inferiore a quella corrispondente a t_c .

La portata massima, relativa al tempo di ritorno T_r , per il bacino i -esimo sarà:

La portata massima, relativa al tempo di ritorno T_r , per il bacino i -esimo sarà:

$$Q_{\max_i} = C_i * i(t_{c_i}, T_r) * A_i$$

con: C_i = coefficiente di afflusso del bacino i -esimo;

A_i = area del bacino i -esimo;

$i(t_{c_i}, T_r)$ = intensità media di precipitazione di durata t_{c_i} (tempo di corrivazione del bacino i -esimo)

L'intensità di precipitazione di durata t_c è ricavabile con i coefficienti della curva di possibilità climatica precedentemente determinati, ed è pari a:

$$i(t_c, T_r) = a * t_c^{n-1}$$

Come tempo di ritorno di riferimento per la verifica della dorsale fognaria di viale Cavour si adotta quanto solitamente adottato per il dimensionamento delle fognature bianche.

La scelta del tempo di ritorno T_r è di norma effettuata sulle caratteristiche generali dell'area di intervento e sull'importanza economica delle opere da proteggere. Secondo le buone pratiche di progettazione, per le zone residenziali e commerciali si consigliano tempi di ritorno compresi tra 2 e 10 anni, con valore più frequente 5 anni. Il valore minimo si può adottare per quartieri periferici a edificazione aperta e ove l'insufficienza dei condotti non determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone pianeggianti). Il valore massimo si può adottare per quartieri centrali a edificazione intensiva, per quartieri commerciali, o nel caso in cui l'insufficienza dei condotti determini scorrimenti superficiali pericolosi (zone a forte pendenza) o allagamenti concentrati di non trascurabile entità. Per zone industriali o commerciali di elevata importanza economica e per siti in cui l'insufficienza dei condotti possa innescare frane o generare allagamenti con gravi danni agli insediamenti, si possono adottare tempi di ritorno compresi tra 10 e 20 anni.

Nella presente trattazione, considerata la tipologia di edificazione presente, la vicinanza con la costa e l'assenza di zone industriali/commerciali di elevata importanza, si adotta un tempo di ritorno di riferimento "base" di 3 anni, con 5 e 10 anni come ulteriori valori di verifica a crescente prestazionalità di risposta idraulica.

Dalle curve di possibilità climatica tracciate per tempi di ritorno diversi da quelli per i quali si dispongono i coefficienti a ed n è possibile, mediante interpolazione, è possibile ricavare anche per tali curve i coefficienti di possibilità climatica:

T_r	3 anni	5 anni	10 anni
a	21.551	26.851	34.279
n	0.308	0.306	0.304

Le portate massime sono state calcolate per i tratti di dorsale verificati (vedasi ALLEGATO 1); per essi vengono indicati anche i bacini tributari allo stato attuale (scenario 1) e in quello futuro (scenario 2, con realizzazione del PUA "PRU-Ambito 1", e scenario 3, con intercettazione temporanea della fogna cieca di viale Magellano):

- TRATTO 1-2: primo tratto su viale Cavour, sino all'intersezione con viale Amerigo Vespucci (in PVC, DN 400) - bacino C -;
- TRATTO 2-3: secondo tratto su viale Cavour, tra viale Amerigo Vespucci e via Caboto (in CLS, DN 1200) - bacini A + B + C + D + E + F (+ A* nello scenario 2, + A* + M nello scenario 3) -
- TRATTO 3-4: terzo tratto su viale Cavour, tra via Caboto e viale Mazzini (in CLS, DN 1200) - bacini A + B + C + D + E + F + G + H (+ A* nello scenario 2, + A* + M nello scenario 3) -
- TRATTO 4-5: quarto tratto di attraversamento della ferrovia FE-RN (in CLS, DN 1500) - bacini A + B + C + D + E + F + G + H + I + L (+ A* nello scenario 2, + A* + M nello scenario 3) -
- TRATTI 5-6 E 6-7: in ingresso all'impianto di sollevamento (in CLS, DN 1500) - bacini A + B + C + D + E + F + G + H + I + L (+ A* nello scenario 2, + A* + M nello scenario 3) -

Per ogni tratto verrà considerata come estensione del bacino la somma delle aree dei bacini presenti a monte, caratterizzato naturalmente come coefficiente di afflusso ϕ dalla media pesata dei vari singoli bacini tributari.

Il tempo di corrivazione è dato dalla somma del tempo di accesso (alla rete) e del tempo di rete (dato quest'ultimo dal rapporto tra la lunghezza idraulicamente maggiore per raggiungere la sezione di chiusura considerata e la velocità media con cui si muove l'acqua all'interno della condotta).

Il tempo di accesso alla rete fognaria è stato assunto pari a 15 minuti, considerando anche l'elevata permeabilità delle aree a verde e la possibilità che si creino piccoli invasi temporanei sia puntuali (pozzanghere, avvallamenti, contropendenze, ecc.) che diffusi (lama d'acqua sulla superficie) che rallentano il percorso verso i manufatti di captazione (pozzetti a caditoia, bocche di lupo, griglie, ecc).

L'effettiva velocità di trasferimento all'interno della condotta dovrebbe essere calcolata per via iterativa; per semplicità, si assume una velocità media pari a 1.0 m/s (mediamente verificata a posteriori), essendo questo il valore tipico delle reti fognarie meteoriche.

Determinato il tempo di corrivazione di ogni bacino chiuso alle sezioni di chiusura, cioè di controllo, individuate ($t_c = t_{acc} + t_{rete}$), è possibile calcolare l'intensità di pioggia che genera la portata di picco.

Di seguito si riportano le portate al colmo relative allo scenario 1, ossia allo stato attuale, e agli scenari 2 e 3 futuri. I bacini che entrano nella dorsale fognaria di viale Cavour sono quelli riportati alla pagina precedente.

SCENARIO 1

Lo scenario 1 rappresenta lo stato attuale, nel quale non si computa quindi l'ingresso dell'area oggetto di futuro intervento "PRU-Ambito 1", delimitata dalle vie Magellano, Cavour e Vespucci. Allo stato attuale, infatti, tale area è servita solo parzialmente dal fognatura bianca (le due porzioni del comparto ricadenti nel bacino A e nel bacino C).

Scenario 1: tempi di corrivazione rete viale Cavour

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	Coeff_affl [-]	L max [m]	v_rete [m/s]	t_acc [min]	t_rete [min]	tc [h]
1-2	20'463	0.33	243	1.00	15	4.05	0.32
2-3	194'677	0.57	1'073	1.00	15	17.88	0.55
3-4	256'149	0.58	1'371	1.00	15	22.85	0.63
4-5	345'456	0.58	1'402	1.00	15	23.37	0.64
5-6	345'456	0.58	1'613	1.00	15	26.88	0.70
6-7	345'456	0.58	1'625	1.00	15	27.08	0.70

Scenario 1: intensità di pioggia e portate di verifica rete viale Cavour, per Tr = 3, 5 e 10 anni

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	i (Tr = 10) [mm/h]	i (Tr = 5) [mm/h]	i (Tr = 3) [mm/h]	Q (Tr = 10) [mc/s]	Q (Tr = 5) [mc/s]	Q (Tr = 3) [mc/s]
1-2	20'463	76.21	59.53	47.66	0.141	0.110	0.088
2-3	194'677	52.11	40.76	32.67	1.616	1.264	1.013
3-4	256'149	47.25	36.97	29.64	1.939	1.517	1.217
4-5	345'456	46.80	36.62	29.36	2.603	2.037	1.633
5-6	345'456	44.03	34.46	27.64	2.449	1.917	1.537
6-7	345'456	43.88	34.35	27.54	2.441	1.910	1.532

I calcoli idraulici per la verifica dell'ufficiosità dei tratti della dorsale di viale Cavour sono stati condotti con la nota formula di moto uniforme generalmente usata per le correnti a pelo libero, ossia la formula di Chèzy, per la quale:

$$v = C \sqrt{R \cdot i}$$

dove v è la velocità media del fluido (m/s), C un coefficiente di conduttanza dipendente dalla scabrezza omogenea equivalente ϵ (mm), dal numero di Reynolds Re e dal coefficiente di forma della sezione trasversale, ϕ (uguale ad 1 per la sezione circolare), R è il raggio idraulico definito come rapporto tra la superficie della sezione del flusso S ed il contorno dello stesso B.

La portata risulta quindi dalla formula:

$$Q = \varepsilon \cdot C \sqrt{R \cdot I}$$

Nel caso di moto assolutamente turbolento, tipico per le reti di fognatura, si annulla la dipendenza del coefficiente di conduttanza dal numero di Reynolds Re. In questo caso sono molto usate le seguenti formule empiriche che legano il coefficiente di conduttanza C alla scabrezza della parete ed al raggio idraulico R:

Gauckler-Stricker $C_{GS} = c R^{1/6}$

Manning $C_M = (1/n) R^{1/6}$

I valori dei parametri di scabrezza ($c = 1/n$) delle formule di moto uniforme vanno assegnati sulla base della natura, dello stato di conservazione e d'impiego del materiale costituente le pareti del condotto/canale. Per condotti/canali convoglianti acque bianche e nere, a titolo indicativo, nella tabella seguente sono elencati alcuni valori normalmente utilizzati.

Parametri di scabrezza per canali e condotte [Marchi e Rubatta, 1981]

TIPO DI CANALIZZAZIONE	Gauckler - Strickler c [m ^{1/3} /s]	Manning n [m ^{1/3} /s]
Condotta in materiale plastico/ceramico	100	0.0100
Condotta in conglomerato cementizio	70	0.0143

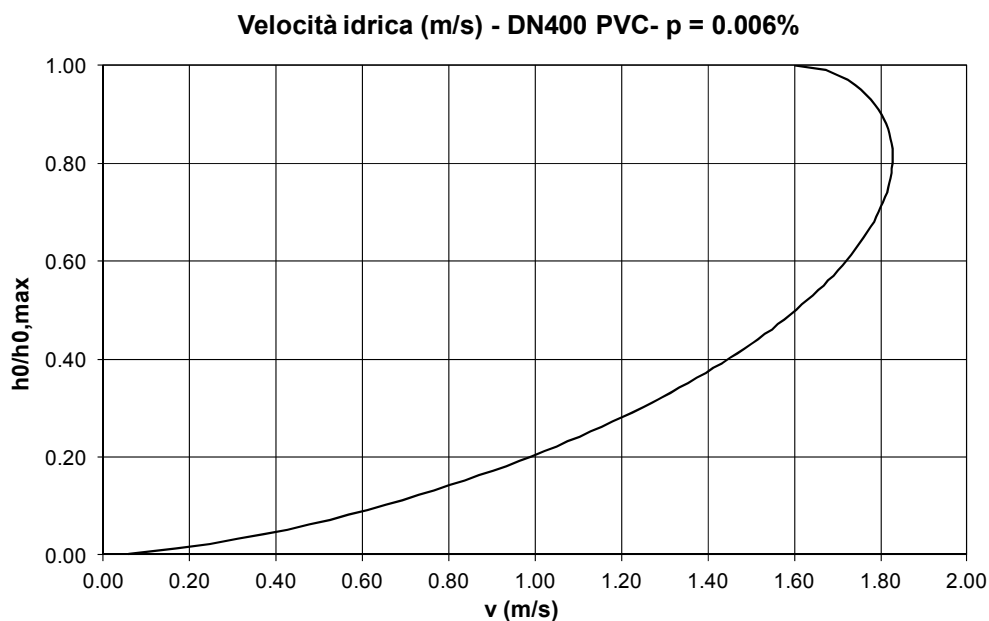
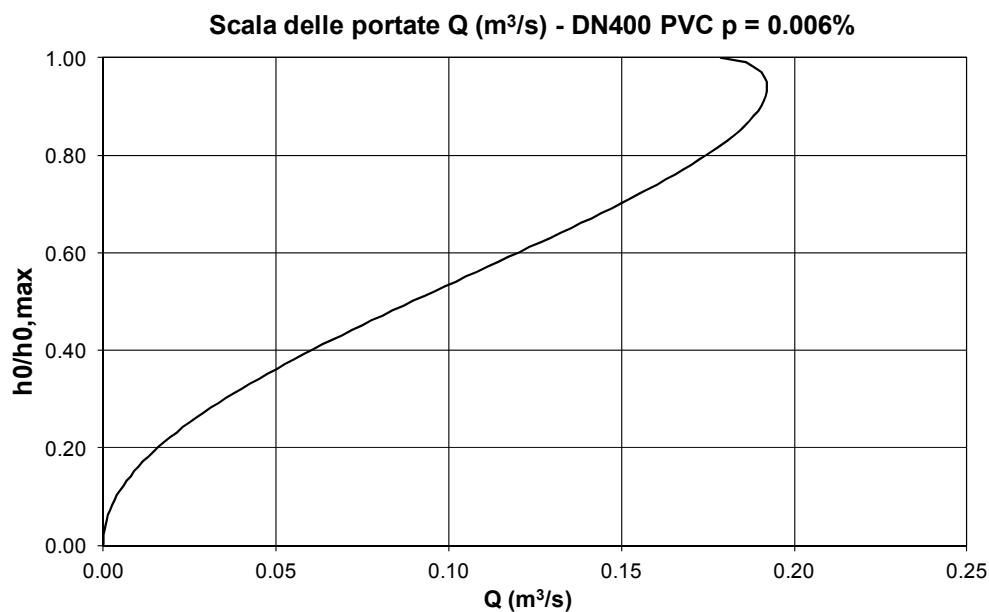
Di seguito si riporta in tabella l'officiosità dei singoli tratti della dorsale principale di viale Cavour; diametro, materiale e pendenza sono stati dedotti dal rilievo plano-altimetrico:

Ramo [-]	Materiale [-]	DN [mm]	p [-]	Qunif [mc/s]	Q (Tr = 10) [mc/s]	Q (Tr = 5) [mc/s]	Q (Tr = 3) [mc/s]
1-2	PVC	400	0.0060	0.178	0.141	0.110	0.088
2-3	CLS	1200	0.0030	1.942	1.616	1.264	1.013
3-4	CLS	1200	0.0020	1.586	1.939	1.517	1.217
4-5	CLS	1500	0.0250	10.166	2.603	2.037	1.633
5-6	CLS	1500	0.0011	2.132	2.449	1.917	1.537
6-7	CLS	1500	0.0310	11.320	2.441	1.910	1.532

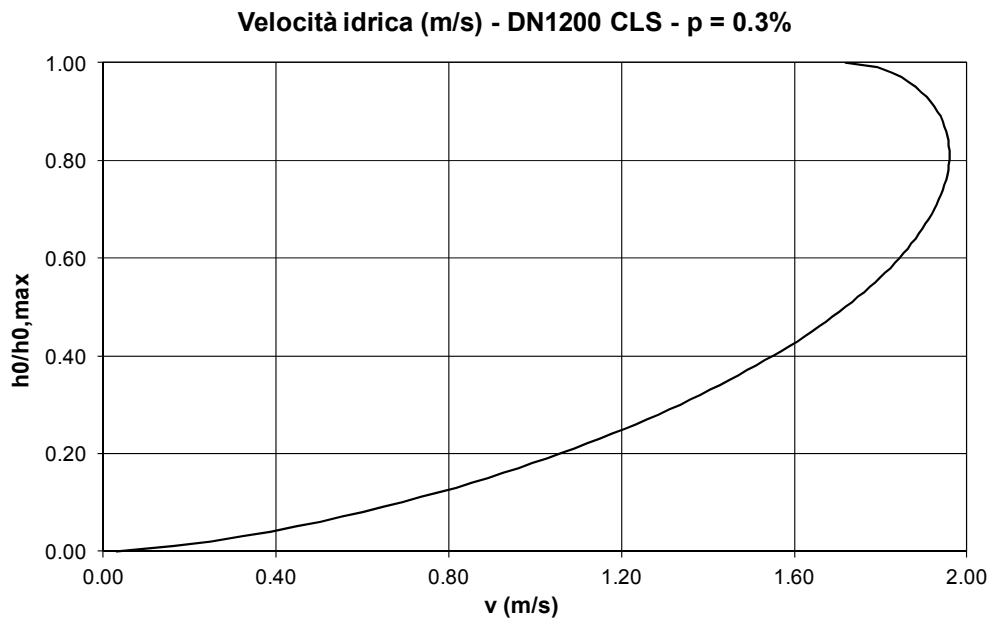
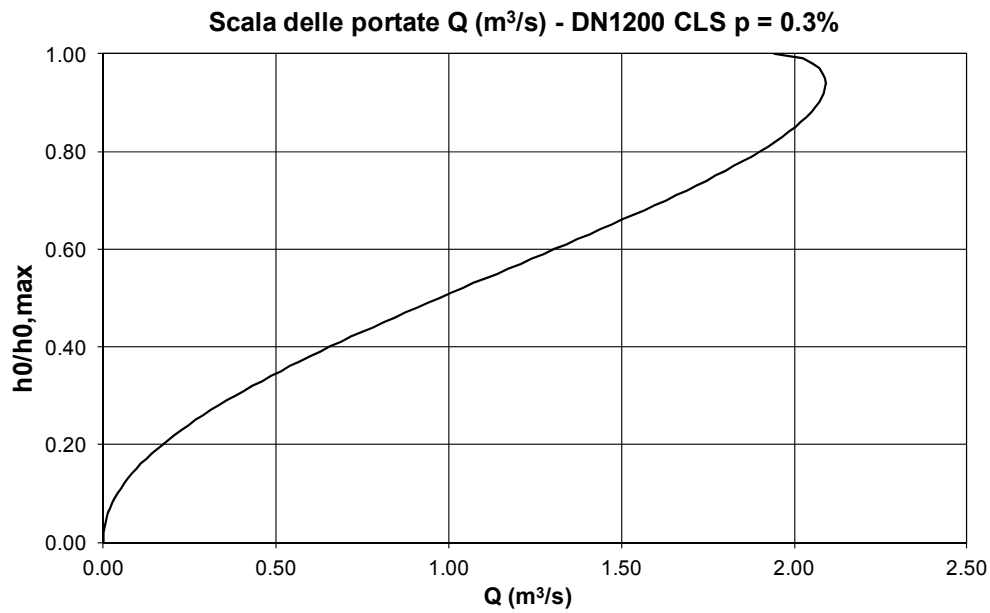
Si osserva come tutta la dorsale di Viale Cavour, allo stato attuale, sia in grado di smaltire le portate con Tr = 3 anni e Tr = 5 anni. La portata decennale manda leggermente in crisi qualche ramo intermedio (3-4 e 5-6, a causa delle modeste pendenze di posa) ma, come precedentemente osservato, per aree pianeggianti con edificazione medio/bassa e assenza di industrie/attività commerciali di rilievo, solitamente per il dimensionamento dei collettori fognari si adotta - ed è sufficiente - un tempo di ritorno di riferimento pari a Tr = 2 - 5 anni.

Di seguito, si riportano per i vari tratti le curve di deflusso $Q-h_{0,max}/h_0$ e $v-h_{0,max}/h_0$, dalle quali si ricavano, per la portata da verificare, il grado di riempimento e la velocità. Si osserva dalla scala di deflusso delle portate come la Q massima si abbia non in condizioni di bocca piena (valore riportato in tabella), ma in corrispondenza di un grado di riempimento dell'ordine del 94%; di conseguenza, la reale officiosità massima è leggermente superiore rispetto al valore riportato in tabella e questo garantisce un ulteriore piccolo margine di sicurezza idraulica rispetto ai calcoli qui effettuati.

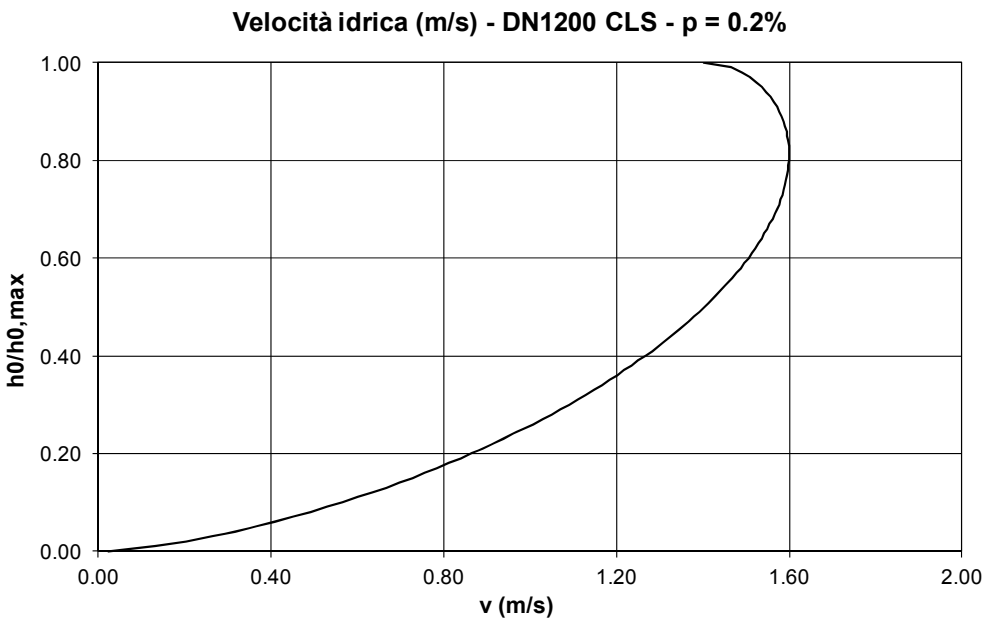
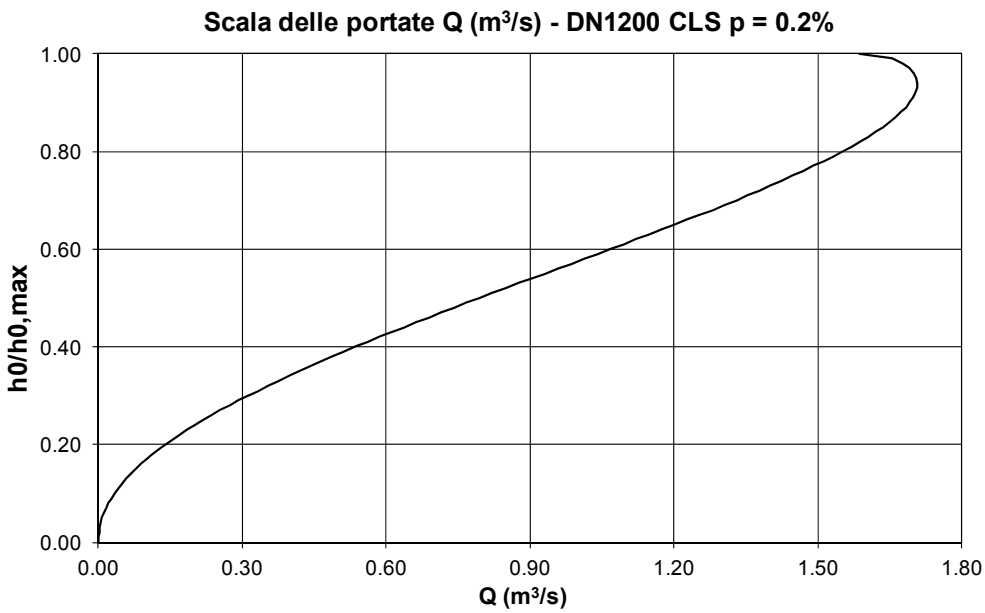
TRATTO 1-2



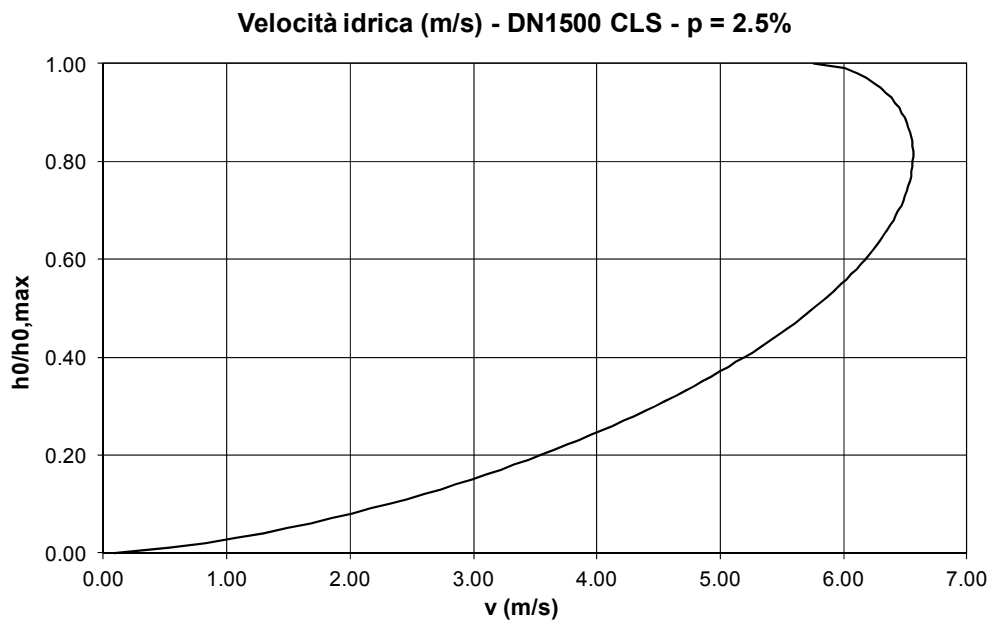
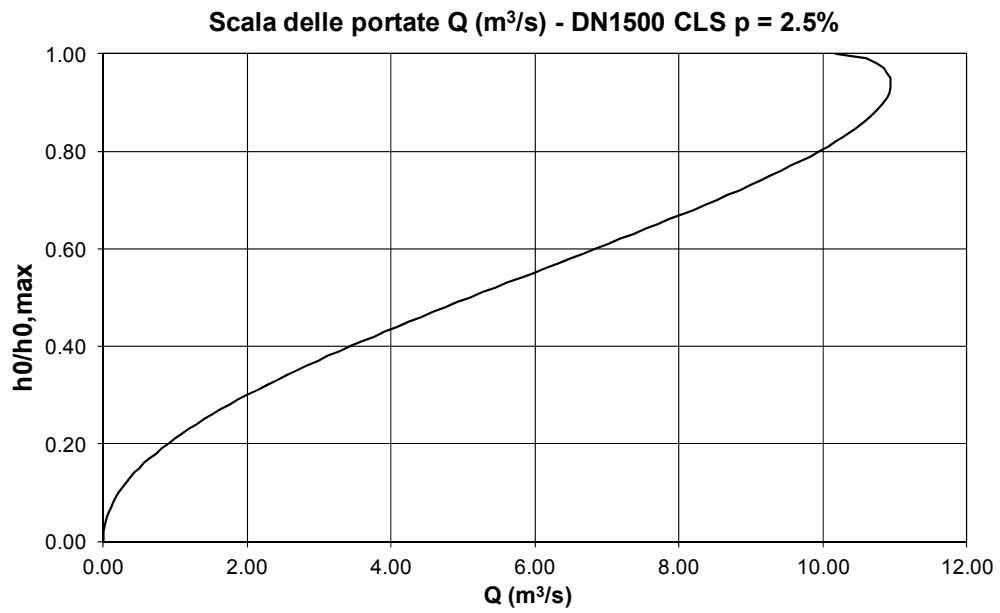
TRATTO 2-3



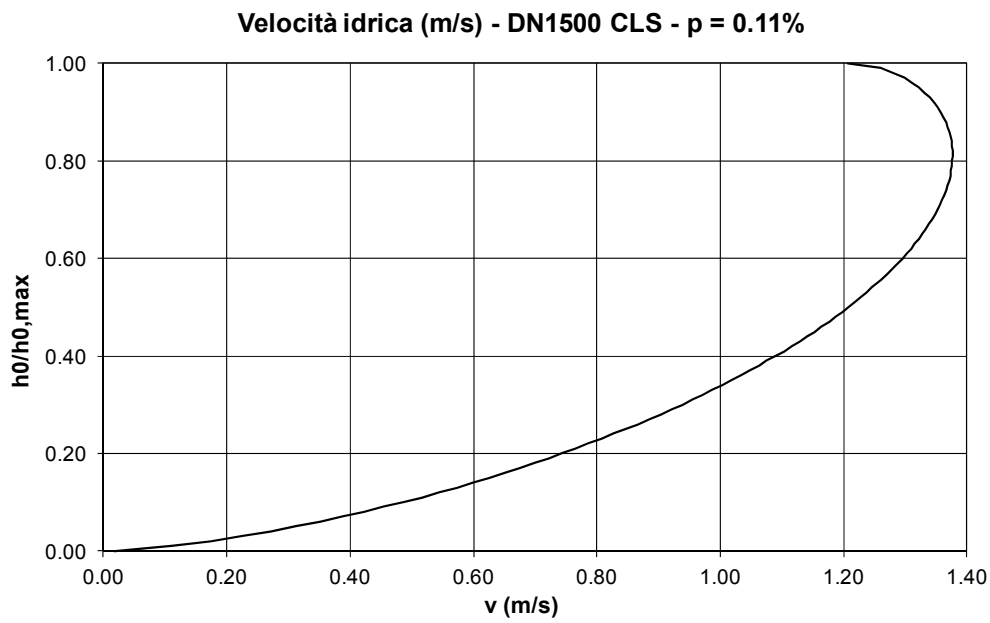
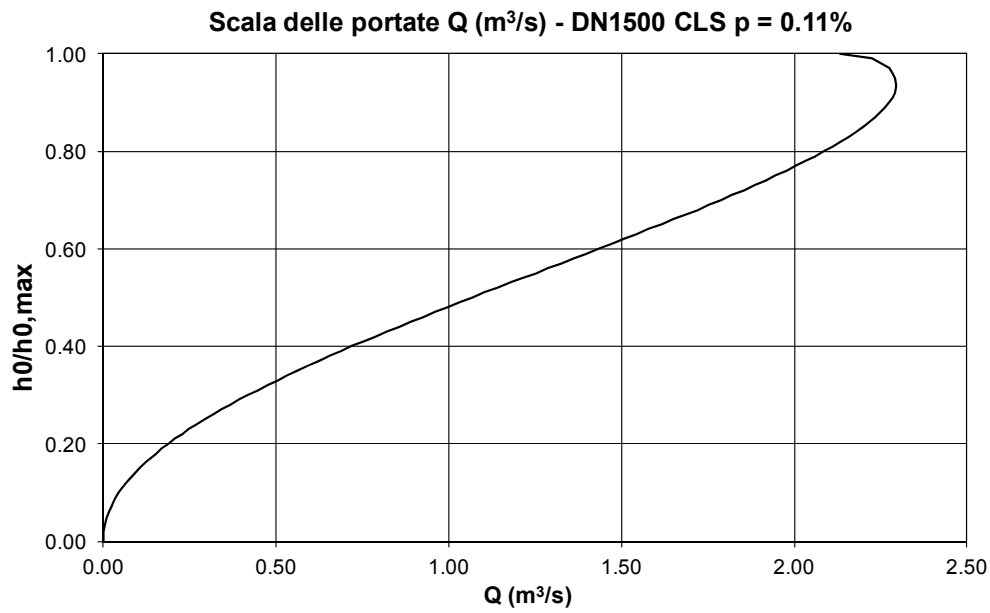
TRATTO 3-4



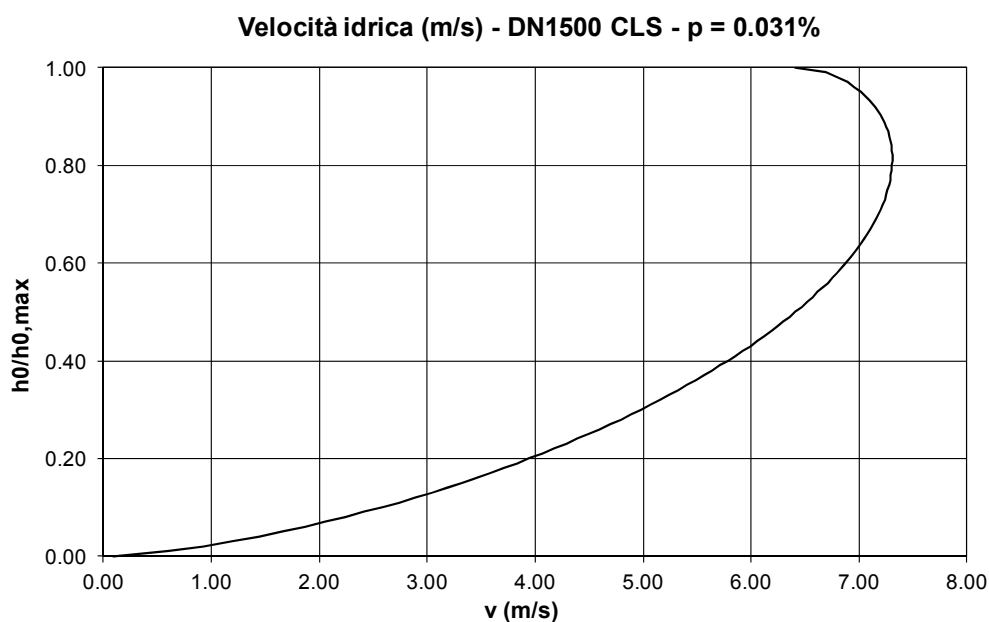
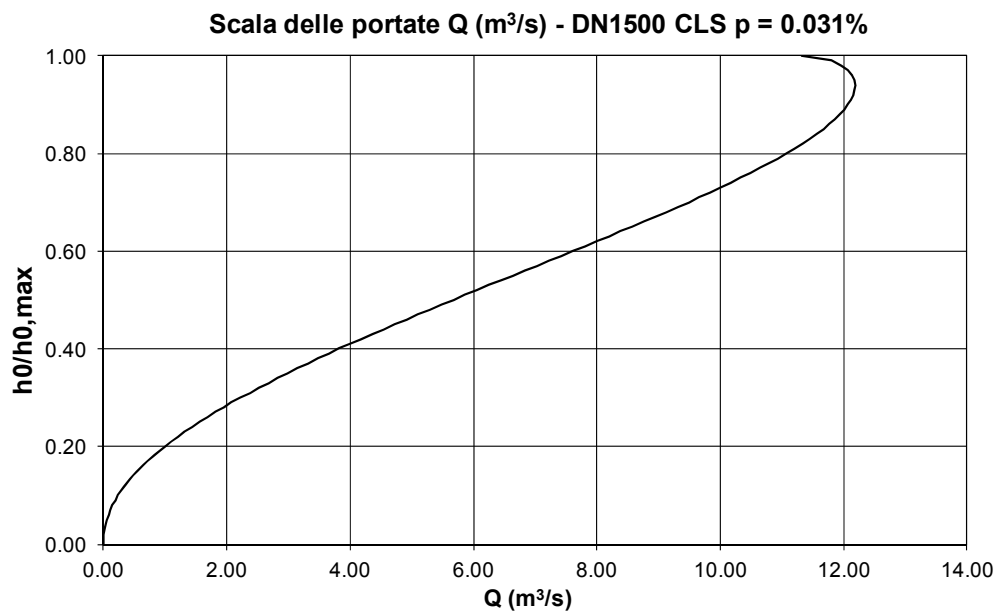
TRATTO 4-5



TRATTO 5-6



TRATTO 6-7



SCENARIO 2

Lo scenario 2 rappresenta lo stato di progetto nel quale si ha l'ingresso dell'area oggetto di futuro intervento (PUA "PRU-Ambito 1") delimitata dalle vie Magellano, Cavour e Vespucci.

Come precedentemente osservato, allo stato attuale il bacino A* (di estensione pari a 77'738 mq e ricompreso all'interno del perimetro di Comparto) non è servito da fognatura bianca, mentre da progetto lo sarà in quanto tributario della nuova dorsale interna DN800/1200 sotto la nuova via Colombo e viale Vespucci. Per esso, si considera una percentuale di area permeabile circa pari al 50% e quindi un coefficiente di afflusso medio pari a 0.48.

L'intero comparto di PUA ha un'estensione di 158'173 mq; di questi però una porzione non trascurabile si trova oltre la duna in progetto e andrà a costituire la zona di spiaggia ove ovviamente non risulta necessario raccogliere e drenare le acque meteoriche (ad eccezione dei fabbricati balneari); per tale ragione la porzione di arenile non viene ricompresa all'interno dei bacini tributari dei vari tratti fognari (una porzione minoritaria, inoltre, ricade come detto all'interno dei bacini A e C, già considerati fin dallo stato attuale).

In sede di progettazione della rete fognaria bianca a servizio del PUA, la portata massima in uscita dal collettore di progetto lungo viale Amerigo Vespucci, con ingresso nella dorsale di via Cavour, era stata determinata cautelativamente assumendo un coefficiente udometrico per le aree permeabili di 15 l/s/ha e per quelle impermeabili di 100 l/s/ha, ottenendo così un valore complessivo all'uscita pari a 1.44 mc/s (pari a circa 90 l/s/ha come udometrico). Inoltre era stata considerata l'intera area, compresa la parte di arenile oltre la duna.

In realtà, per la porzione di comparto (A*) si ha un contributo in termini di portata massima significativamente inferiore a quanto conteggiato in fase di progetto esecutivo delle opere di urbanizzazione del Comparto, così come si osserva dalle tabelle successive ove si riportano le portate al picco, per lo scenario 2, al variare di Tr. L'incremento di portata nella dorsale di Viale Cavour rispetto allo scenario 1, infatti, è dell'ordine di soli 0.2 - 0.3 mc/s, crescente all'aumentare del tempo di ritorno; uno dei motivi del limitato incremento delle portate è legato anche al fatto che i tempi di corrivazione (e dunque i tempi di pioggia critici) tipici della dorsale di Viale Cavour sono ovviamente più alti rispetto a quelli del solo Comparto (in ragione della maggiore vastità del bacino e quindi delle maggiori lunghezze di percorrenza della rete fognaria a monte) e ciò fa sì che, a parità di tempo di ritorno, siano più ridotte le intensità di pioggia di riferimento.

Scenario 2: tempi di corrivazione rete viale Cavour

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	Coeff_affl [-]	L max [m]	v_rete [m/s]	t_acc [min]	t_rete [min]	tc [h]
1-2	20'463	0.33	243	1.00	15	4.05	0.32
2-3	272'415	0.55	1'073	1.00	15	17.88	0.55
3-4	333'887	0.55	1'371	1.00	15	22.85	0.63
4-5	423'194	0.56	1'402	1.00	15	23.37	0.64
5-6	423'194	0.56	1'613	1.00	15	26.88	0.70
6-7	423'194	0.56	1'625	1.00	15	27.08	0.70

Scenario 2: intensità di pioggia e portate di verifica rete viale Cavour, per Tr = 3, 5 e 10 anni

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	i (Tr = 10) [mm/h]	i (Tr = 5) [mm/h]	i (Tr = 3) [mm/h]	Q (Tr = 10) [mc/s]	Q (Tr = 5) [mc/s]	Q (Tr = 3) [mc/s]	Qunif [mc/s]
1-2	20'463	76.21	59.53	47.66	0.141	0.110	0.088	0.178
2-3	272'415	52.11	40.76	32.67	2.151	1.682	1.348	1.942
3-4	333'887	47.25	36.97	29.64	2.424	1.897	1.521	1.586
4-5	423'194	46.80	36.62	29.36	3.083	2.412	1.934	10.166
5-6	423'194	44.03	34.46	27.64	2.901	2.270	1.821	2.132
6-7	423'194	43.88	34.35	27.54	2.891	2.263	1.815	11.320

Non variano naturalmente le officiosità idrauliche dei singoli tratti di fognatura oggetto di verifica; di conseguenza, nello scenario 2 risulterà che tutte le condotte, pur con l'aumento delle portate da smaltire determinato dal l'ingresso del PUA "PRU-Ambito 1", sono ancora verificate per la pioggia di progetto con $Tr = 3$ anni, mentre alcuni tratti risultano leggermente insufficienti per $Tr = 5$ anni (i soliti rami 3-4 e 5-6, ma con deficit assai limitati e tali che verosimilmente la capacità di autoinvaso della stessa rete fognaria, qui implicitamente non considerata - cautelativamente - avendo assunto il metodo cinematico per il calcolo delle portate, sarà tale da evitare fuoriuscite anche per $Tr = 5$ anni): la rete fognaria resta comunque adeguata e sufficiente anche in tale scenario di progetto, rispetto alla prestazionalità minima richiesta ($Tr = 3$ anni).

SCENARIO 3

Al fine di risolvere la problematica della dorsale cieca lungo via Magellano (avente oggi un troppo pieno "di soccorso" sulla fogna nera di via Colombo), la soluzione più semplice risulterebbe quella di eliminare il troppo pieno sulla nera e collegare la tubazione ovoidale alla nuova rete di fognatura bianca di progetto avente sedime lungo via Colombo, all'interno del Comparto "PRU-Ambito 1". In questo modo, a monte del bacino A* entrerà anche il bacino indicato alla planimetria all'ALLEGATO 1 con la lettera "M".

Il bacino M, di estensione pari a 127'755 mq, comprende il quartiere di via Pigafetta, il centro sportivo con il circolo tennis, il parco acquatico Atlantica; per esso si considera, data la percentuale di area verde presente, un coefficiente di afflusso medio pari a 0.59. La presenza del bacino M allunga notevolmente il tempo di corrivazione in corrispondenza della sezione di chiusura della dorsale fognaria di viale Cavour oggetto di verifica; di conseguenza, le precipitazioni più critiche per la rete avranno durata superiore (e intensità minore). L'estensione complessiva del bacino tributario della dorsale di viale Cavour arriva a 550'949 mq.

Si ribadisce nuovamente che questo scenario 3 rappresenta una configurazione di progetto "transitoria" in quanto il tratto cieco di viale Magellano dovrà essere completato e reso pienamente performante, secondo un progetto di massima dell'intera area di Ponente che dovrà individuare, secondo uno schema idraulico di funzionamento "ottimale" ancora da definire - anche sulla base dei diversi vincoli al contorno esistenti -, il sedime, le sagome, i materiali e le pendenze di posa più adeguate e bilanciate. Quasi certamente, vista la pendenza verso sud-ovest (i.e. verso viale Mazzini) del tratto cieco esistente, tale completamento non potrà che prevedere il prolungamento della dorsale di Viale Magellano verso viale Mazzini e successivamente verso il recettore terminale (presumibilmente, sempre l'impianto di pompaggio a Fossatone), circostanza che decurterà nuovamente (come nello scenario 2) le portate in arrivo da Viale Vespucci alla dorsale di viale Cavour (nodo 2); ciò avverrà, inoltre, che si realizzi o meno la dismissione del collegamento "di soccorso" previsto da progetto del PUA "PRU-Ambito 1" tra le due fogne bianche all'incrocio di viale Magellano con via Colombo.

Di seguito si riportano i valori dei tempi di corrivazione, considerando oltre al bacino A* anche il bacino M, e le portate massime per ogni tratto:

Scenario 3: tempi di corrivazione rete viale Cavour

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	Coeff_affl [-]	L max [m]	v_rete [m/s]	t_acc [min]	t_rete [min]	tc [h]
1-2	20'463	0.33	243	1.00	15	4.05	0.32
2-3	400'170	0.56	1'326	1.00	15	22.10	0.62
3-4	461'642	0.56	1'624	1.00	15	27.07	0.70
4-5	550'949	0.57	1'655	1.00	15	27.58	0.71
5-6	550'949	0.57	1'866	1.00	15	31.10	0.77
6-7	550'949	0.57	1'878	1.00	15	31.30	0.77

Scenario 3: intensità di pioggia e portate di verifica rete viale Cavour, per Tr = 3, 5 e 10 anni

Ramo [-]	Area_bacino [mq]	i (Tr = 10) [mm/h]	i (Tr = 5) [mm/h]	i (Tr = 3) [mm/h]	Q (Tr = 10) [mc/s]	Q (Tr = 5) [mc/s]	Q (Tr = 3) [mc/s]	Qunif [mc/s]
1-2	20'463	76.21	59.53	47.66	0.141	0.110	0.088	0.178
2-3	400'170	47.91	37.48	30.05	2.976	2.329	1.867	1.942
3-4	461'642	43.90	34.35	27.55	3.167	2.479	1.988	1.586
4-5	550'949	43.52	34.06	27.32	3.775	2.954	2.369	10.166
5-6	550'949	41.18	32.24	25.86	3.572	2.796	2.243	2.132
6-7	550'949	41.06	32.14	25.78	3.561	2.788	2.236	11.320

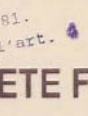
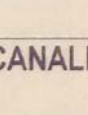
Si osserva che, nel caso di immissione anche dell'area drenata dal collettore ovoidale lungo viale Magellano (scenario 3), la dorsale di viale Cavour per Tr = 3 anni potrebbe andare in crisi, ancorché leggera (cioè per brevi lassi temporali e con volumetrie non captate dalla fognatura di lieve entità come volumetrie e tiranti in superficie) in alcuni tratti (sempre quelli caratterizzati da una minore pendenza, cioè il 3-4 lungo viale Cavour ed il 5-6 al di là della linea ferroviaria, in area suburbana di poco pregio). Tale soluzione può essere comunque accettabile temporaneamente (essendo tra l'altro soluzione tecnicamente migliore rispetto ad un "travasò" su rete nera), visto che la frequenza media dell'evento pluviometrico comunque smaltito si aggira (estrapolando dai valori calcolati nel range "3-10 anni") su valori dell'ordine di Tr = 2 anni, anche se risulterebbe - come detto - più idonea una soluzione alternativa, che permetta di evitare di sovraccaricare la dorsale di viale Cavour con il bacino M, ubicato a notevole distanza e caratterizzato da una percentuale di area impermeabile non trascurabile.

Dal presente elaborato occorrerà dunque partire, il più rapidamente possibile, con uno studio generale dell'area di Ponente di Cesenatico che individui gli interventi migliorativi sull'intera rete di fognatura bianca. In primis, dovrà essere terminata e di fatto attivata correttamente la dorsale di viale Magellano (oggi monca). Inoltre, si potranno individuare ulteriori interventi, anche puntuali, di potenziamento e/o interconnessione tra le varie sottoreti di fogna bianca, al fine di sfruttare appieno le capacità di smaltimento idraulico delle acque meteoriche proprie della rete: tra questi, grande attenzione andrà riposta sull'impianto di pompaggio terminale "di Ponente", con scarico a Fossatone, poiché esso risulta attualmente "potenziabile" con l'installazione di ulteriori pompe (vi sono predisposizioni, nella vasca di pompaggio, per l'installazione di nuove pompe, operazione ad oggi non eseguita in quanto sufficienti le n. 2 pompe presenti, come risulta dalle verifiche del successivo paragrafo).

6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO ACQUE METEORICHE "DI PONENTE"

Il tratto 6-7 termina, come detto, all'impianto di sollevamento di Ponente, ubicato tra la linea ferroviaria Ferrara-Rimini e la S.S. 16 "Adriatica".

Tale impianto, di proprietà comunale ed in gestione operativa a HERA, è stato realizzato alla fine degli anni '90 sulla base di un progetto dell'Ufficio Tecnico comunale di Cesenatico, a firma dell'Ing. Luperto (vedasi di seguito il frontespizio della Tavola 1, quella principale).

 COMUNE DI CESENATICO Provincia di Forlì - Cesena Ufficio Tecnico Comunale	
REALIZZAZIONE DELLA RETE FOGNANTE BIANCA A SERVIZIO DELLA ZONA PONENTE DELLA CITTÀ	
IMPRESA E PROGETTATRICE: LUPERTO GIUSEPPE Viale G. Cesare 40 - (Cesena) (FC) 47021 Partita IVA 0015650755	PROGETTO ARCH. STRUTT. ESECUTIVO: (Dott. Ing. Angelo LUPERTO) 
IL CAPO SERVIZIO FOGNE: (Geom. Vincenzo MULAS) 	IL DIRIGENTE DI SETTORE: (Dott. Ing. Maurizio ZAMAGNI) 
IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO E CANALE DI DEFLUSSO	
PROGETTO ARCHITETTONICO	
UFFICIO TECNICO COMUNALE settore lavori pubblici	allegato 1 scala: varie data: 27 maggio 1996

Frontespizio del progetto esecutivo (1996, poi realizzato) dell'impianto di sollevamento e del canale di deflusso a recettore (Scolo consorziale Fossatone)

Esso invia le acque meteoriche allo scolo consorziale "Fossatone" mediante idoneo canale scatolare di deflusso, di ampia sagoma trasversale (400 * H310 cm), sufficiente da calcoli dello stesso progetto a trasferire allo scolo tutta la portata sollevata dal "parco pompe" installabile al completo, cioè n. 3 pompe di tipo Flygt PL 7081.

I particolari architettonici e strutturali, e quindi anche dimensionali ed idraulici, del manufatto edilizio sono stati desunti, come detto, dagli elaborati di progetto originari in possesso dell'Amministrazione comunale, e ad essi si rimanda per ogni dettaglio.

Nella presente relazione verranno richiamate solamente le caratteristiche elettromeccaniche ed idrauliche principali (fornite da HERA e dal Comune, e per quanto possibili verificate durante il citato rilievo topografico), se utili alla verifica funzionale di massima - sul piano meramente idraulico - qui proposta.

All'interno della vasca di arrivo e rilancio dell'impianto di sollevamento cosiddetto "Mobilificio Adriatico" o "di Ponente" (manufatto simil-parallelepipedo, realizzato in opera in c.c.a., di grandi dimensioni: quasi 9*16 metri in pianta, di altezza complessiva pari a quasi 14 metri, 4 m circa fuori terra e quasi 10 m in profondità) sono presenti attualmente n. 2 elettropompe con le seguenti caratteristiche:

Modello Flygt PL 7081 (n. matricola: n. 9671105 - n. 9671104)
Motore: 735
Potenza: 125-135 kw
Corrente: 246-260 A
Girante: 985 giri/minuto
Peso: 1,95 tn

Nelle pagine seguenti sono riportate, da documentazione tecnica della ditta costruttrice Flygt, la curva caratteristica della pompa e le caratteristiche tecniche e geometriche principali della stessa.

In particolare, si rileva che:

- le pompe devono avere una sommersione minima, funzione della portata istantanea sollevata, che - nel range di portate qui in gioco - non può essere inferiore a 1,4-1,7 metri;
- vicino al livello di stacco delle pompe, in ragione dell'alinea precedente e del fatto che l'acqua pompata mentre passa sopra la soglia di scolmo nel canale di adduzione a Fossatone deve presentare un carico idraulico che praticamente raggiunga l'intradosso del solaio sovrastante, si ha la massima prevalenza da superare, pari a circa 8,5 metri;
- vicino al livello di attacco delle pompe (o comunque quando la portata idrologica istantanea supera quella pompata), in ragione del fatto che in vasca di arrivo si realizza un livello che sfiora l'intradosso della vasca stessa (e che quindi quasi rigurgita la fogna DN1500 CLS in ingresso) si ha la minima prevalenza da superare, pari a circa 5,0 metri.

Nel caso specifico di questo impianto, gli attacchi/stacchi sono stati configurati in modo che le pompe di norma lavorano in alternanza l'una all'altra, ma - quando necessario e per picchi di portata estremi, quindi limitati nel tempo - sono in grado di lavorare anche contemporaneamente.

Essendo la potenza impegnata di 188 Kw, quando questo succede (funzionamento congiunto delle n. 2 pompe, per potenze dell'ordine di 250 Kw) ENEL applica semplicemente costi aggiuntivi per l'elettricità fornita oltre i limiti contrattuali.

Fatto questo inquadramento generale del funzionamento del pompaggio, sulla curva caratteristica (Q,H) della pompa sono state indicate le succitate due situazioni limite del funzionamento del pompaggio (freccia verde, freccia rossa).

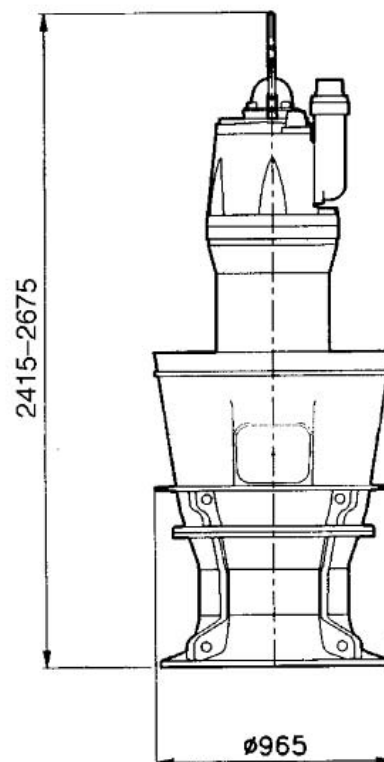
In sintesi, quando si attiva (alternativamente) una pompa, essa è in grado di sollevare almeno 1400 l/s circa (quando sta per svuotare la vasca fino al livello minimo impostato per la corretta sommersione delle macchine), arrivando fino ad un massimo (quando si è appena attaccata o quando la portata idrologica in ingresso è esuberante rispetto al pompaggio) di circa 1900 l/s.

Quando la portata in arrivo dalla dorsale DN1500 CLS di Viale Cavour eccede tale portata di 1900 l/s, si innesca anche la seconda pompa (in parallelo) portando il range delle portate smaltibili da un minimo di 2800 l/s circa ad un massimo (= PRESTAZIONE ASSOLUTA DELL'IMPIANTO) di circa 3800 l/s.

PL

Dimensions in mm	Weight	1650–1950 kg
Maße in mm	Gewicht	1650–1950 kg
Dimensions en mm	Poids	1650–1950 kg
Dimensioni in mm	Peso	1650–1950 kg

Required pipe diameter	1000 mm
Erforderlicher Rohrdurchmesser	1000 mm
Diamètre mini de la conduite	1000 mm
Diametro tubo contenitore	1000 mm

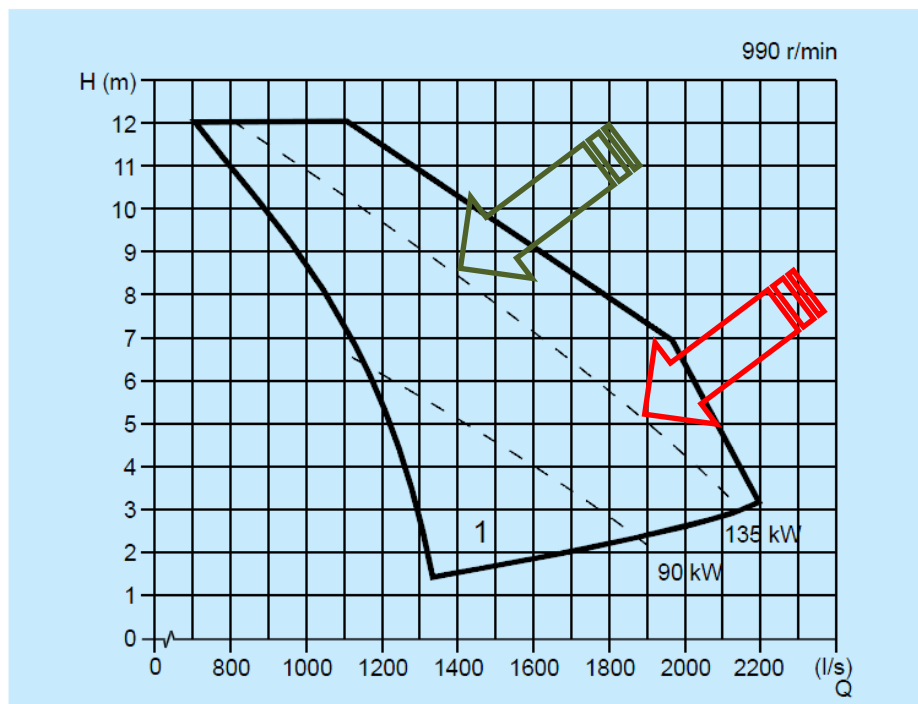
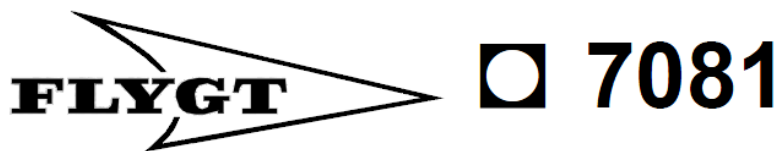
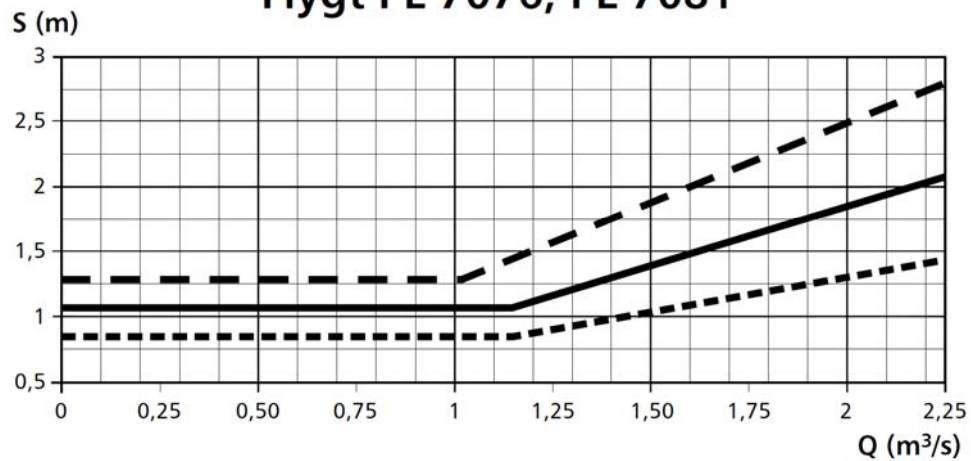


Submergence diagram for open sump intake design

Note that NPSH has to be fulfilled according to the performance curve for the designed duty point.

- Lateral approach
- Symmetrical approach
- - - Limited operation

Flygt PL 7076, PL 7081



Ragionando in termini di potenzialità massima dell'impianto di pompaggio, visto che in concomitanza di eventi pluviometrici estremi questa sarà la condizione d'esercizio della/e pompa/e, si evince dunque che:

- con una sola pompa in funzione (max 1900 l/s), l'impianto è comunque in grado di sollevare a recettore le portate idrologiche corrispondenti a $Tr = 5$ anni per lo Scenario 1, a $Tr = 3$ anni per lo Scenario 2 e a $Tr = 2$ anni per lo Scenario 3, tutte condizioni già sufficienti, a diverso grado di efficienza idraulica, rispetto agli standards progettuali minimi per la progettazione di un sistema fognario per acque meteoriche (stimato in $2 \text{ anni} < Tr < 10 \text{ anni}$);
- nel caso le portate in ingresso superino, per i vari scenari, quella smaltibile da una sola pompa, interviene in parallelo anche la seconda pompa, raddoppiando di fatto la capacità di evacuazione (max 3800 l/s circa), circostanza che - ammesso che le tubazioni di monte siano in grado di trasferire a valle, ancorché in condizioni locali ed estemporanee di pressione, tutta l'acqua intercettata - permette all'impianto di pompaggio attuale di sollevare la portata con $Tr = 10$ anni nello Scenario 3 e con $Tr >> 10$ anni negli scenari meno gravosi 1 e 2, condizione davvero ottimale.

Si può dunque ragionevolmente ritenere l'attuale sistema di pompaggio, con n. 2 pompe installate, del tutto adeguato ai vari scenari indagati, poiché già una pompa sola smaltisce le portate in arrivo conseguenti a piogge con $2 \text{ anni} < Tr < 5 \text{ anni}$, mentre con due pompe in parallelo si arriva a smaltire sempre eventi eccezionali con $Tr > 10 \text{ anni}$.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nei precedenti paragrafi sono state valutate tutte le grandezze idrologiche ed idrauliche caratterizzanti l'impianto fognario complessivo, per acque meteoriche, adducendo alla dorsale di viale Cavour, in Cesenatico, al fine di poterne caratterizzare la capacità (o meno) di smaltimento - in varie condizioni (attuali e future) di funzionamento - nei confronti degli eventi pluviometrici presi a riferimento per la progettazione di questa tipologia di opere (tempo di ritorno: $2 < Tr < 10 \text{ anni}$).

Si riporta di seguito un quadro sinottico riassuntivo delle portate idrologiche (sollecitazione) e delle officiosità idrauliche (risposta) rispettivamente in ingresso e smaltibili dai vari tratti individuati - nello schema approntato per il presente studio - sulla fognatura bianca di viale Cavour, dall'origine fino al relativo impianto di pompaggio terminale "di Ponente".

	SCENARIO 1			SCENARIO 2			SCENARIO 3			
Ramo	Q (Tr 10)	Q (Tr 5)	Q (Tr 3)	Q (Tr 10)	Q (Tr 5)	Q (Tr 3)	Q (Tr 10)	Q (Tr 5)	Q (Tr 3)	Qunif
[-]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]	[mc/s]
1-2	0.141	0.110	0.088	0.141	0.110	0.088	0.141	0.110	0.088	0.178
2-3	1.616	1.264	1.013	2.151	1.682	1.348	2.976	2.329	1.867	1.942
3-4	1.939	1.517	1.217	2.424	1.897	1.521	3.167	2.479	1.988	1.586
4-5	2.603	2.037	1.633	3.083	2.412	1.934	3.775	2.954	2.369	10.166
5-6	2.449	1.917	1.537	2.901	2.270	1.821	3.572	2.796	2.243	2.132
6-7	2.441	1.910	1.532	2.891	2.263	1.815	3.561	2.788	2.236	11.320

Si è ottenuto che:

- **tutti i tratti fognari della dorsale di viale Cavour sono in grado di garantire la prestazionalità idraulica minima richiesta in tutti gli scenari esaminati, arrivando a smaltire piogge con $Tr = 5$ anni nello Scenario 1 attuale, $Tr = 3$ anni nello Scenario 2 (realizzazione del comparto urbanistico "PRU-Ambito 1") e $Tr = 2$ anni nello Scenario 3 (condizione transitoria di ulteriore recepimento della fogna di Viale Magellano).** In realtà, molti dei tratti della fogna di Viale Cavour sarebbero in grado di smaltire portate ben superiori, anche con $Tr > 10$ anni, ma tale potenzialità viene limitata dalla presenza di due "colli di bottiglia", cioè tratti a minor officiosità idraulica, corrispondenti al [3-4] a monte di viale Mazzini e al [5-6] a valle della linea FF.SS. A seguito dello studio generale dell'area di Ponente qui auspicato, sarà possibile individuare i giusti interventi localizzati che permettano di elevare il grado di risposta di questi due tratti, sfruttando così capacità della rete già in buona parte disponibili;
- **l'impianto di pompaggio è assolutamente in grado attualmente di gestire, con ampio margine di sicurezza, tutti gli scenari esaminati,** in quanto già con una pompa sola in funzione garantisce la prestazionalità idraulica minima richiesta [arrivando a smaltire piogge con $Tr = 5$ anni nello Scenario 1 attuale, $Tr = 3$ anni nello Scenario 2 (realizzazione del comparto urbanistico "PRU-Ambito 1") e $Tr = 2$ anni nello Scenario 3 (condizione transitoria di ulteriore recepimento della fogna di viale Magellano)], mentre con due pompe in parallelo si arriva a smaltire sempre eventi eccezionali con $Tr > 10$ anni.

In conclusione, lo studio idraulico di dettaglio condotto sulla dorsale di fognatura bianca di Viale Cavour ha evidenziato che il sistema fognario in questione risulta adeguato, a diversi gradi di prestazionalità idraulica (comunque sempre sufficienti), a smaltire le acque meteoriche dei bacini tributari nei vari scenari, attuale e di progetto, indagati e quindi che le configurazioni previste a breve-medio termine per l'assetto complessivo di tale fognatura sono sicuramente sostenibili.

Lo studio idraulico generale sull'intera area di Ponente, che dovrà essere predisposto specialmente per la risoluzione delle problematiche nell'area nord (tra viale Colombo, viale Mazzini e viale Magellano), potrà poi apportare, prevedendo nuovi interventi strutturali diffusi e/o localizzati, migliorie significative al sistema fognario attuale grazie all'azione combinata di diverse tipologie di interventi (creazione di nuove dorsali fognarie, interconnessione e magliatura tra reti di acque bianche, potenziamenti o raddoppi dei tratti di fognatura più deficitari, ...).

ALLEGATO 1

CARTA DEI BACINI TRIBUTARI DELLA DORSALE

DI FOGNATURA BIANCA DI VIALE CAVOUR

SCALA 1:4000

