



Provincia di Latina
Settore Ecologia e Tutela del Territorio

OGGETTO: D.Lgs.152/06 parte terza. Autorizzazione allo scarico delle acque reflue Ditta: Autorita' Di Sistema Portuale Del Mar Tirreno Centro Settentrionale - Lungomare Caboto, snc - Gaeta

IL DIRIGENTE DEL SETTORE

VISTO l'art. 19 del D. Lgs. 18.08.2000 n. 267, "*Testo Unico delle leggi sull'ordinamento degli Enti Locali*";

VISTA la Legge Regionale del 06.08.1999 n° 14 e s.m. ed i., avente per oggetto "*Organizzazione delle funzioni a livello regionale e locale per la realizzazione del decentramento amministrativo*";

VISTO il Decreto Legislativo 03.04.2006, n. 152 avente per oggetto "*Norme in materia ambientale*" ed in particolare la parte III avente per oggetto "*Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche*";

VISTO l'art.101 del D.Lgs. 152/06 che detta i criteri generali della disciplina degli scarichi stabilendo, al comma 1, che comunque gli scarichi devono rispettare i valori limite di emissione previsti nell'allegato 5 al decreto stesso, e al comma 2, che le regioni nell'esercizio della loro autonomia, definiscono i valori limite di emissione diversi da quelli dell'allegato 5, in funzione dei carichi massimi ammissibili per ogni corpo idrico e delle migliori tecnologie;

VISTO l'art. 113 comma 3 del D.Lgs 152/06 che conferisce alle regioni la disciplina delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne;

VISTO l'art. 124 del D.Lgs.152/06 che stabilisce i criteri generali per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico delle acque reflue;

VISTO l'art. 125 del D.Lgs. 152/06 che stabilisce i contenuti generali della domanda di autorizzazione allo scarico delle acque reflue industriali;

VISTO il Piano di Tutela delle Acque Regionali approvato con D.C.R.L. 27 settembre 2007 n. 42 che all'art.24 delle Norme di Attuazione che disciplina gli scarichi e le autorizzazioni previste per le acque reflue prima pioggia, aggiornato con DCR Lazio n°18/2018;

VISTO il comma 4 del suddetto art. 30, che stabilisce il rispetto dei limiti previsti dalle tabelle 3 e 4 dell'allegato 5 alla parte III del D.Lgs 152/2006 per gli scarichi delle acque di prima pioggia, acque meteoriche e di lavaggio di aree esterne;

VISTA la DGR Lazio del 13 maggio 2011 n°219 con la quale è stato approvato il documento tecnico "*Caratteristiche tecniche degli impianti di fitodepurazione, degli impianti a servizio di installazioni, di insediamenti ed edifici isolati minori di 50 abitanti equivalenti e degli impianti di trattamento dei reflui di agglomerati minori di 2000 abitanti equivalenti*" che al paragrafo 5 disciplina le modalità di trattamento delle acque reflue prima pioggia;

Registro di settore n°_267_____ del 12/10/2022 _____

VISTO l'art. 11 della L.R. 7/2018 avente per oggetto disposizioni in materia di depurazione delle acque reflue;

VISTA l'istanza presentata dal Sig. Musolino Pino in qualità di Legale Rappresentante dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centro Settentrionale, acquisita in atti della Provincia di Latina con prot. 2021/0043320 del 19/11/2021, tendente ad ottenere l'autorizzazione allo scarico delle "acque di prima pioggia", originate dall'insediamento sito in Gaeta, Viale Lungomare Caboto snc, nei corpi idrici ricettori denominati "Fosso Arzano" e "Mar Tirreno";

VISTE le integrazioni acquisite agli atti di questa Provincia con:
prot.n° 2021/43320 del 19/11/2021, prot.n° 2022/10970 del 22/03/2022, prot.n°2022/10973 del 22/03/2022, prot.n° 2022/10975 del 22/03/2022, prot.n° 2022/10980 del 22/03/2022, prot.n° 2022/10984 del 22/03/2022, prot.n° 2022/10985 del 22/03/2022, prot.n° 2022/37270 del 27/09/2022, prot.n° 2022/37299 del 27/09/2022:

VISTA l'istruttoria tecnica prot. n. 39562 del 12/10/2022, con la quale il personale tecnico incaricato da questo Settore, ha relazionato favorevolmente con prescrizioni, al rilascio dell'autorizzazione allo scarico delle acque di "prima pioggia" in acque superficiali in favore dell'Autorità Di Sistema Portuale Del Mar Tirreno Centro Settentrionale, gestore dell'impianto che svolge attività di "Trasporto marittimo e costiero di merci - Movimentazione merci portuali" sito nel comune di Gaeta Viale Lungomare Caboto snc;

VISTA la deliberazione di Giunta Regionale 16 giugno 2016, n. 335 concernente "Ricognizione delle funzioni amministrative e delle attribuzioni in materia ambientale, di competenza rispettivamente della Regione Lazio e degli Enti di Area Vasta, a seguito del riordino intervenuto in attuazione della Legge 7 aprile 2014, n. 56 e dell'art.7, comma 8 della Legge Regionale 31 dicembre 2015, n.17 - Legge di stabilità regionale 2016;

CONSIDERATO che questa Provincia, dovendo concludere il procedimento nei tempi previsti dalla normativa vigente, procede con il rilascio dell'autorizzazione;

VISTO l'art. 107 del D. Lgs. n° 267 del 18.08.2000;

VISTA la legge 241/90 ed il regolamento provinciale sui procedimenti amministrativi approvato dal Consiglio Provinciale con deliberazione n. 22 del 20 aprile 2009;

VISTO il Decreto Presidenziale n. 50 del 03.09.2020, modificato dal Decreto Presidenziale n.44 del 29.09.2021, che assegna all' Ing. Antonio Nardone, l'incarico dirigenziale del Settore Ecologia e Tutela del Territorio della Provincia di Latina;

DICHIARATO

- la regolarità del presente atto e del procedimento ad esso sotteso, ai sensi dell'art. 147 bis del D.lgs. n. 267/2000;
- la veridicità delle informazioni in esso contenute;
- l'esistenza agli atti d'ufficio di tutti i documenti in esso citati o richiamati;
- che l'atto ha non ha come destinatari dipendenti o amministratori locali;
- che si è osservato l'ordine cronologico nella trattazione della pratica;
- che non si è potuto adottare la rotazione del RUP per carenza di personale;
- che con l'esecuzione del presente atto saranno assolti gli eventuali obblighi di pubblicazione, ai sensi del D.lgs. 33/2013 come modificato dal D.lgs. 97/2016, nell'apposita sezione dell'Amministrazione trasparente;
- che non sussistono situazioni di conflitto d'interessi relativamente al procedimento amministrativo in oggetto, ai sensi di quanto previsto dall'art.6-bis della Legge 7 agosto 1990, n.241;
- che il provvedimento è connesso all'area di rischio "Ecologia e Ambiente", sono state applicate le misure di prevenzione previste nel PTPCT corrente

AUTORIZZA

per la durata di anni quattro, dalla data della presente, l’Autorità Di Sistema Portuale Del Mar Tirreno Centro Settentrionale, a scaricare previa depurazione, le “acque di prima pioggia” originate dalle acque meteoriche, drenate dalle seguenti superfici impermeabilizzate:

Piazzale Operativo	mq 60.634,90
Piazzale Esistente	mq 40.000,00
Piazzale Banchina di Riva	mq 8.051,00
Piazzale Molo Salvo D’Acquisto	mq 27.199,00
Banchina Cicconardi	mq 9.603,00

dell’insediamento in cui viene svolta l’attività di “Trasporto marittimo e costiero di merci - Movimentazione merci portuali”, sito nel comune di Gaeta, Viale Lungomare Caboto snc, nei corpi idrici superficiali denominati "Fosso Arzano" e “Mar Tirreno”, nei limiti di cui alla tabella 3, allegato 5, parte terza del D.Lgs. 152/2006.

sono fatti salvi i pareri, i nulla osta, le concessioni, le autorizzazioni, compresa quella ai fini idraulici di cui al R.R. D.D. 368 – 523/1904 e quanto altro previsto dalle altre normative vigenti;

PRESCRIVE al titolare dell’autorizzazione di:

- a) mantenere presso l’insediamento una copia cartacea di tutta la documentazione tecnica presentata;
- b) prima dell’attivazione dello scarico, la ditta dovrà far pervenire al SUAP ed al Settore Ecologia e Tutela del Territorio della Provincia di Latina, una dichiarazione redatta da tecnico abilitato ai sensi dell’art.47 del DPR 445/00, di esecuzione conforme delle opere alla documentazione tecnica presentata per l’ottenimento del presente titolo abilitativo;
- c) presentare entro il termine di 90 gg dal ricevimento dell’atto autorizzativo la seguente documentazione in duplice originale: dichiarazione in merito a quanto previsto dall’art 30 comma 2 D.C.R. 23 Novembre 2018,n.18, Aggiornamento del Piano di Tutela delle Acque Regionali (PTAR) ovvero: *“gli apporti meteorici successivi alle portate di prima pioggia potranno essere scaricati direttamente nel corpo idrico salvo che il rischio di dilavamento di inquinanti connesso con le attività esercitate non si esaurisca con le acque di prima pioggia”*; e pertanto installare a valle del pozzetto scolmatore, ed a monte di altri pozzetti, un pozzetto di campionamento fiscale per le acque di seconda pioggia;
- d) installare sui pozzetti di campionamento fiscali delle acque di prima e seconda pioggia, un cartello identificativo riportante la seguente dicitura “Autorità Di Sistema Portuale Del Mar Tirreno Centro Settentrionale _ pozzetto fiscale di prelievo acque di prima / seconda pioggia”;
- e) predisporre il programma di autocontrollo delle acque di scarico e degli impianti di trattamento delle acque reflue, redatto da tecnico abilitato, contenente: le modalità di manutenzione ordinaria e straordinaria dell’impianto di trattamento delle acque reflue, i punti critici del processo, le procedure da seguire in caso di anomalie che possono causare un mancato rispetto dei limiti in uscita, i parametri determinati sull’effluente, la frequenza di determinazione e le modalità di registrazione dei dati e di eventuali malfunzionamenti;
- f) effettuare gli interventi di manutenzione e controllo secondo quanto previsto nei suddetti programmi;
- g) i predetti programmi di controllo ed i referti analitici dovranno essere trasmessi a questa Provincia e ad Arpa Lazio, e dovranno essere tenuti presso l’insediamento a disposizione degli organi di controllo;
- h) eseguire le analisi chimico fisiche delle acque reflue, su almeno 6 campioni per il primo anno di validità dell’autorizzazione ed almeno 2 campioni per gli anni successivi, verificando il rispetto dei limiti indicati nel dispositivo;
- i) mantenere i pozzetti di prelievo dei campioni in buono stato di manutenzione e renderlo accessibile per il campionamento da parte dell’autorità competente per il controllo;
- l) provvedere allo smaltimento dei fanghi ed oli residui dai processi di depurazione nel rispetto della normativa vigente;

AVVISA la ditta che qualora la zona verrà servita da pubblica fognatura, dovrà convogliare le acque reflue nella stessa, secondo le norme e le prescrizioni regolamentari stabilite dall'ente che gestisce il pubblico servizio di fognatura;

SI RISERVA di modificare l'autorizzazione, ove ritenuto necessario, per effetto dell'evoluzione della situazione ambientale e/o per effetto dell'emanazione dei regolamenti regionali di cui al decreto legislativo 152/06;

FA SALVI specifici e motivati interventi integrativi o restrittivi da parte dell'autorità sanitaria;

RAPPRESENTA alla ditta che dovrà:

- a. presentare domanda di rinnovo della presente autorizzazione, fatto salvo quanto previsto all'art.124 del D.Lgs.152/06, con le modalità previste dal DPR 227/2011;
 - b. presentare domanda di autorizzazione allo scarico delle acque reflue ai sensi del comma 12 art.124 del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., qualora intervengano:
 - modifiche della destinazione d'uso dell'insediamento;
 - ampliamenti dell'insediamento;
 - ristrutturazione;
- e comunque per qualsiasi altra modificazione che dia origine ad uno scarico con caratteristiche qualitative e quantitative diverse da quelle autorizzate;
- c. comunicare alla Provincia eventuali variazioni della titolarità dello scarico, trasferimenti o cessazione dell'attività;

DA ATTO che per tutto quanto non previsto nella presente autorizzazione si intende richiamata la normativa vigente in materia di tutela delle acque dall'inquinamento;

AVVERSO al presente provvedimento amministrativo è possibile proporre ricorso giurisdizionale innanzi al competente Tribunale Amministrativo Regionale, entro sessanta giorni o ricorso straordinario al Presidente della Repubblica entro centoventi giorni a decorrere dalla comunicazione del provvedimento stesso;

ALLEGATI:

Descrizione_della_rete_di_drenaggio_-_PV3_scar_da_1_a_10_rev_1_signed;

Diagrammi_di_flu_signed;

ALL_6_TAV.017_Piazzali_esistente_e_operativo_.pdf;

Planimetria_Piazzale_esistente_signed;

Planimetria_Banchina_di_riva_signed;

Planimetria_Molo_Salvo_D_Acquisto_signed;

Planimetria_Banchina_Cicconardi_signed;

Ubicazione_pozzetti_fiscali_signed;

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

F.to Geom. Giorgio Tufano

IL RESPONSABILE DI P.O.

F.to Dott. Sorabella Enrico

IL DIRIGENTE DEL SETTORE

F.to Ing. Antonio Nardone



Descrizione del processo e del relativo dimensionamento del sistema di trattamento

RELAZIONE TECNICA

Rete di drenaggio delle acque meteoriche a servizio del nuovo piazzale operativo: Scarichi n. 1 - 4

La configurazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche di progetto del nuovo piazzale operativo (scarichi n. 1 – 4) è stata definita in funzione delle condizioni al contorno (quote e pendenze del nuovo piazzale operativo, disposizione delle altre reti presenti sul piazzale) cercando di ottimizzare la soluzione progettuale in modo da ottenere le migliori condizioni di ricezione, trasporto, recapito nelle vasche di accumulo della I pioggia, trattamento e scarico delle acque meteoriche afferenti alle superfici impermeabili del nuovo piazzale operativo, nel rispetto dei vincoli e dei limiti imposti dalla legge.

Operando in tal senso e considerando la configurazione plano-altimetrica del piazzale (avente una doppia pendenza), la soluzione di progetto ha previsto nei tratti terminali dei collettori della rete di drenaggio l'inserimento (immediatamente a monte del recapito finale) di specifiche vasche di I pioggia per l'immagazzinamento dei volumi idrici iniziali (primi 5 mm in 15 minuti) ed un sistema di scarico diretto delle acque di II pioggia. In questo modo si è potuto garantire un migliore funzionamento del sistema di raccolta dei volumi idrici di prima pioggia che pervengono sulle superfici impermeabili ed il loro trattamento consentendo anche il riutilizzo delle acque trattate per l'irrigazione delle aree a verde del nuovo piazzale operativo. Più in dettaglio, per la rete di drenaggio ed il sistema di trattamento delle prime piogge del piazzale retrostante la banchina Cicconardi, la superficie è caratterizzata da una falda a doppia pendenza: la pendenza sarà unica secondo la direzione ortogonale al mare, mentre è gradualmente variabile (dal valore massimo pari a 1,5% fino al minimo di 1%) lungo la giacitura ortogonale alla precedente. Anche i numerosi collettori necessari al trasferimento dei volumi pluviali raccolti dalla superficie del piazzale operativo sono stati disposti secondo la giacitura a pendenza massima e costante. Tale impostazione ha portato al posizionamento delle n. 4 vasche di accumulo delle I piogge (associate a ciascuno dei quattro sottobacini così individuati), che mediante l'impiego di un pozzetto selezionatore delle acque di prima e seconda pioggia, consente di intercettare ed immagazzinare tutto il volume di I pioggia ed in seguito allo scarico diretto attraverso un condotto fognario separato al recapito finale, ad una quota leggermente superiore al l.m.m., in prossimità dell'esistente ponte di attraversamento del Fosso Arzano appena a monte della banchina Cicconardi. Ciascuno dei quattro sottobacini è servito da due collettori di drenaggio, muniti di pozzetti (con griglie di raccolta), con il collettore secondario che riversa le portate nel collettore principale (che riceve anche i contributi di un collettore definito di "sicurezza" posto nella fascia di separazione tra nuovo piazzale operativo e vecchia banchina Cicconardi) collegato ad un pozzetto selezionatore che farà affluire alla nuova vasca di accumulo le acque di prima pioggia e, successivamente al suo completo riempimento, a far defluire liberamente le acque di seconda pioggia. Tale condotta di alimentazione della vasca di accumulo delle prime piogge ha una quota di scorrimento ubicata leggermente al disotto della quota



di scorrimento del collettore primario così che le acque dilavanti convergano alla vasca sino a quando essa non avrà stoccato le acque di prima pioggia. Raccolto tutto il volume di prima pioggia, la valvola a "clapet" posizionata all'ingresso della vasca si chiuderà per la presenza di un galleggiante interno e da quel momento in poi le portate di seconda pioggia verranno scaricate direttamente senza alcun trattamento. Il sistema si completa con l'installazione di un impianto di disoleazione, con filtro a coalescenza, alimentato mediante un impianto di sollevamento (avente una portata di 1 l/s) ubicato all'interno della vasca di accumulo, che inizierà a funzionare entro 24 ore in base al riempimento della stessa. Trascorso il tempo di 48 ore dalla fine dell'evento piovoso la vasca sarà pertanto vuota per poter accogliere le acque piovane di un nuovo evento meteorico. La portata disoleata viene trasportata all'interno di una vasca di accumulo (da tutti e quattro gli impianti) e poi sollevata per il trasferimento dei volumi trattati (depurati) alla nuova vasca di accumulo ad uso irriguo. All'interno di tale vasca di accumulo e rilancio, di dimensioni pari a 5,00 x 2,50 m, è stato collocato l'impianto di sollevamento (costituito da 2 elettropompe) ed è stata dotata di uno scarico di sicurezza (troppo pieno).

Come indicato poco sopra, la rete di drenaggio si completa con la presenza di sistemi di accumulo e trattamento delle prime piogge mediante l'impiego di n. 4 vasche aventi un volume utile di accumulo di circa 23 m³ ciascuna, per un totale di circa 90 m³ per ogni impianto. Tali vasche sono collegate ad un pozzetto selezionatore delle acque di prima, che in seguito al completo riempimento ed alla chiusura del clapet, provvede a trasferire direttamente la seconda pioggia attraverso una tubazione di scarico dedicata. Terminato l'evento meteorico ed in condizione di impianto pieno l'impianto di sollevamento provvederà a trasferire le acque di I pioggia al disoleatore che dopo il trattamento depurativo verranno trasferite, a superficie libera con una tubazione $\phi 160$, nella vasca di accumulo e rilancio delle acque di I pioggia trattate da cui saranno rilanciate al serbatoio di accumulo irriguo ubicata nella parte più interna del piazzale operativo.

Il dimensionamento di ciascun impianto di prima pioggia è stato effettuato considerando la superficie di ogni sotto-bacino per uno sviluppo complessivo del piazzale di circa 61.500 m² che considerando l'intensità di pioggia di 5 mm/15 min, prevista dalla vigente normativa, ha comportato la necessità di immagazzinare circa 300 m³ di acque di I pioggia. Tale volume dopo il trattamento di disoleazione verrà trasferito all'impianto di accumulo e rilancio delle acque di I pioggia depurate, che verrà dotato di un gruppo di sollevamento caratterizzato da una portata 8 l/s. Le portate in esubero, nel caso in cui il serbatoio irriguo fosse pieno, verranno sfiorate direttamente nel Fosso Arzano mediante condotta dedicata (sfioro di sicurezza). Dai calcoli di dimensionamento eseguiti per garantire l'innaffiamento delle aree verdi è stato adottato un serbatoio irriguo avente un volume utile di accumulo pari a 200 m³, alimentato con acqua di I pioggia depurata mediante disoleatori a coalescenza.

Si evidenzia che l'utilizzo dei disoleatori dotati di filtro a coalescenza, aventi la capacità di trattamento di 1 l/s, comporterà un intervallo di funzionamento dell'operazione di disoleazione di circa 21-22 ore per ciascun impianto di I pioggia. L'avvio del trattamento di disoleazione avverrà successivamente al riempimento (totale e/o parziale) di ciascuno degli impianti di I pioggia fino al completo svuotamento del volume (complessivo o parziale) accumulato nelle vasche.



Piazzale operativo: Planimetria della rete di drenaggio con indicazione dei collettori e delle vasche di I pioggia

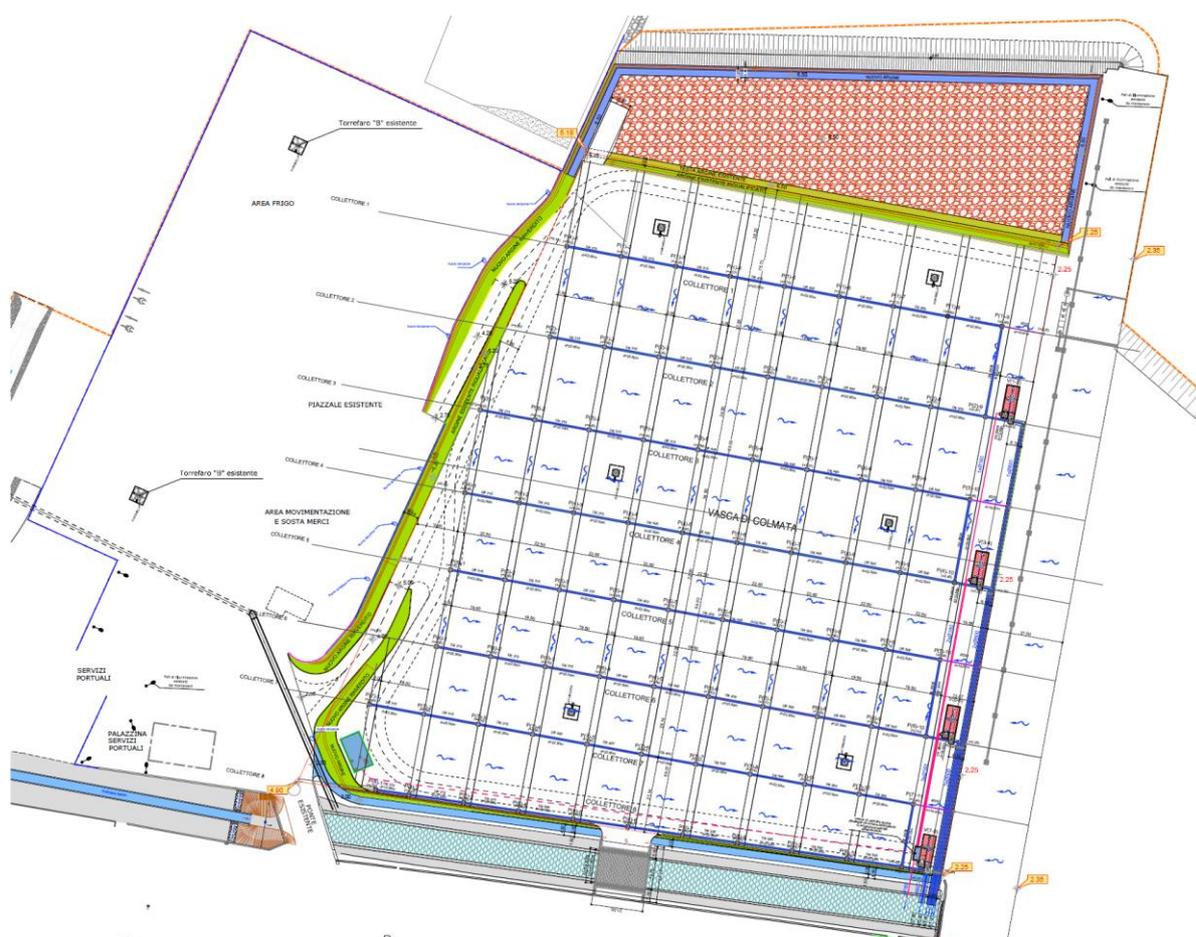
La nuova rete a servizio del piazzale operativo (dimensioni delle tubazioni dei numerosi collettori che servono il nuovo piazzale), è stata verificata considerando l'intensità di pioggia corrispondente ad una precipitazione intensa associata ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. L'intensità di precipitazione assunta per le verifiche idrauliche dei collettori è stata calcolata considerando il tempo di concentrazione ottenuto dalla somma del tempo di accesso alla rete t_a , assunto generalmente pari a 10 minuti a cui è stato aggiunto il tempo di rete t_r calcolato in funzione della lunghezza e pendenza dei successivi tratti di tubazione che costituiscono ogni collettore della rete.

La rete di smaltimento delle acque meteoriche è costituita da otto collettori principali, paralleli tra loro disposti secondo la massima pendenza del piazzale. La superficie totale del nuovo piazzale operativo è stata suddivisa in quattro sotto-bacini, ognuno servito da due collettori: uno costituito da



una singola tubazione (Collettore 1) che corre parallelo all'altro fino alla immissione all'interno del Collettore 2, con diramazione ortogonale, della portata raccolta e trasferita a poca distanza dal punto di immissione nel pozzetto di arrivo della vasca di I pioggia. Ciascuno dei quattro sotto-bacini è stato a sua volta suddiviso in numerose aree di competenza, in ognuna delle quali è stato localizzato un pozzetto di confluenza e raccolta munito di griglia. Le dimensioni di ciascuna di tali aree assumono estensioni planimetriche variabili fino a valori di circa 800-900 m² ciascuna. Le superfici di ciascun sotto-bacino (di circa 15.000 m² ciascuna) sono state individuate in modo da ottenere uno schema idraulico "modulare" e tale da servire un'area complessiva di **60.634,90 m²**. Una volta immagazzinate le acque di I pioggia, è prevista la chiusura del dispositivo a clapet collocato nel punto di ingresso di ciascuna vasca con conseguente transito e scarico diretto delle acque di II pioggia nel vicino Fosso Arzano. L'ubicazione degli scarichi delle acque di II pioggia è collocata in un solo punto posto poco a monte dello sbocco in mare del Fosso Arzano.

Una rappresentazione schematica della peculiare conformazione del piazzale, del percorso dei collettori, dell'ubicazione delle vasche di I pioggia e degli scarichi è riportata nella figura seguente:



Planimetria della nuova rete di collettori delle acque meteoriche con ubicazione delle vasche di I pioggia e delle tubazioni di scarico delle II piogge

L'area complessiva del piazzale operativo, di **60.634,90 m²**, raccoglie un volume massimo delle acque di prima pioggia di circa 300 m³, in quanto ogni sotto-bacino è stato dotato di un impianto di prima pioggia (denominati V₁₋₂, V₃₋₄, V₅₋₆, V₇₋₈) costituito da quattro vasche di accumulo di



volume complessivo $4 \times 5,20 \times 2,20 \times 2,00 = 92 \text{ m}^3$, al cui interno è possibile stoccare un volume utile massimo di 80 m^3 . All'interno di una delle suddette vasche è collocata una elettropompa di sollevamento che provvede ad alimentare, con una portata di 1 l/s, un disoleatore munito di filtro a coalescenza, che in seguito al trattamento riversa a superficie libera la portata di acqua disoleata in una vasca di rilancio, adiacente alla vasca di I pioggia denominata V₇₋₈, che riceve le portate trattate dai 4 impianti e le trasferisce mediante un altro gruppo di sollevamento (avente una portata di 8 l/s) alla vasca di accumulo ad uso irriguo, posizionata nella parte più interna del nuovo piazzale operativo a poca distanza dal Fosso Arzano (vedi figura a pagina precedente).

Una descrizione più dettagliata della rete di raccolta e trasferimento delle portate meteoriche è la seguente:

- Sotto-bacino 1÷2: è servito da una tubazione principale (collettore 1) in cui si immette il secondo e più lungo collettore 2. Dopo l'immissione il collettore principale prosegue per pochi metri per immettersi in una vasca di smistamento delle acque meteoriche (denominata V₁₋₂): le I piogge vengono accumulate fino a completo riempimento dell'impianto, mentre successivamente alla chiusura della valvola di regolazione (clapet) le II piogge transitano direttamente in un collettore di scarico dedicato (senza ulteriori immissioni – Collettore 13) che trasferisce le portate nel Fosso Arzano. Si deve evidenziare che all'interno della citata vasca di smistamento viene fatta pervenire anche la portata raccolta dal Collettore 9 che viene alimentato da n. 4 caditoie posizionate nel punto più basso del piazzale operativo ed allineate nell'impluvio che si verrà a creare tra piazzale operativo e banchina Cicconardi. La funzione di tale collettore è sia quella di raccogliere le I piogge in un'area non servita dai Collettori 1 e 2, ma anche quella di avere una funzione di "sicurezza" nel raccogliere eventuali contributi idrici che non dovessero essere tratti dalle caditoie poste a servizio del sotto-bacino a causa di assestamenti differenziali. Si deve evidenziare che il funzionamento di tale sistema garantisce la raccolta, il convogliamento ed il trattamento di tutte le acque di I pioggia in quanto il tempo di corrivazione caratteristico del Collettore 9 è decisamente inferiore a quello degli altri due (Collettori 1 e 2) decisamente più lunghi e con tempi di corrivazione più lunghi;
- Sotto-bacino 3÷4: è servito da una tubazione principale (collettore 3) in cui si immette il secondo e più lungo collettore 4. Dopo il pozzetto di immissione il collettore principale prosegue per pochi metri riversando in una vasca di smistamento delle acque meteoriche (denominata V₃₋₄): le I piogge vengono accumulate fino a completo riempimento dell'impianto, mentre successivamente alla chiusura della valvola di regolazione (clapet) i volumi relativi alle II piogge transitano direttamente in un collettore di scarico dedicato (parallelo al primo – Collettore 14) che trasferisce le portate nel Fosso Arzano. Come nel precedente caso all'interno della citata vasca di smistamento viene fatta pervenire anche la portata raccolta dal Collettore 10 che viene alimentato da n. 4 caditoie posizionate nel punto più basso del piazzale operativo ed allineate nell'impluvio che si verrà a creare tra piazzale operativo e banchina Cicconardi.
- Sotto-bacino 5÷6: è servito da una tubazione principale (collettore 5) in cui si immette il secondo e più lungo collettore 6. Dopo il pozzetto di immissione il collettore principale prosegue per pochi metri riversando in una vasca di smistamento delle acque meteoriche (denominata V₅₋₆): le I piogge vengono accumulate fino a completo riempimento dell'impianto, mentre successivamente alla chiusura della valvola di regolazione (clapet) i volumi relativi alle II piogge



transitano direttamente in un collettore di scarico dedicato (parallelo agli altri due – Collettore 15) che trasferisce le portate nel Fosso Arzano. Come nel precedente caso all'interno della citata vasca di smistamento viene fatta pervenire anche la portata raccolta dal Collettore 11 che viene alimentato da n. 4 caditoie posizionate nel punto più basso del piazzale operativo ed allineate nell'impluvio che si verrà a creare tra piazzale operativo e banchina Cicconardi.

- Sotto-bacino 7÷8: è servito da una tubazione principale (collettore 5) in cui si immette il secondo e più lungo collettore 6. Dopo il pozzetto di immissione il collettore principale prosegue per pochi metri riversando in una vasca di smistamento delle acque meteoriche (denominata V_{7-8}): le I piogge vengono accumulate fino a completo riempimento dell'impianto, mentre successivamente alla chiusura della valvola di regolazione (clapet) i volumi relativi alle II piogge transitano direttamente in un collettore di scarico dedicato (parallelo agli altri tre – Collettore 16) che trasferisce le portate nel Fosso Arzano. Come nel precedente caso all'interno della citata vasca di smistamento viene fatta pervenire anche la portata raccolta dal Collettore 12 che viene alimentato da n. 4 caditoie posizionate nel punto più basso del piazzale operativo ed allineate nell'impluvio che si verrà a creare tra piazzale operativo e banchina Cicconardi.

Trattamento acque meteoriche

Per quanto riguarda il funzionamento dei gruppi di sollevamento si deve sottolineare che:

- per le vasche di I pioggia, il comando automatico delle elettropompe sarà affidato ad un sistema di sonde di livello (sensori o galleggianti installati in vasca) ed un orologio programmatore che ne regolerà i tempi di funzionamento. Il funzionamento delle elettropompe è altresì monitorato dall'impianto di gestione remoto mediante il quale sarà possibile forzare o arrestare il funzionamento delle stesse (es.: in caso di allarme sversamento l'operatore a video terminale potrà inibire il funzionamento delle elettropompe). La portata costante di 1 l/s verrà trasferita al disoleatore, di medesima capacità di trattamento, che dopo il trattamento transiterà per un pozzetto di controllo da cui partirà un collettore $\phi 160$ mm che provvederà a trasferire la suddetta portata alla vasca di accumulo e rilancio.
- per la vasca di accumulo e rilancio, il comando automatico delle elettropompe sarà affidato ad un sistema di sonde di livello (sensori o galleggianti installati in vasca). L'avvio del gruppo di sollevamento avverrà al riempimento della suddetta vasca, a cui arriverà (a pieno regime) una portata derivata dai quattro disoleatori di 8 l/s. Raggiunto il livello minimo il trasferimento della citata portata il funzionamento del gruppo terminerà fino al successivo e nuovo riempimento della stessa vasca. Le dimensioni della vasca (vedi elaborati grafici allegati) sono 5,20 x 2,20 x 1,80 per cui il volume utile di accumulo e compenso è $V \approx 20$ m³. Considerando che la portata del gruppo di sollevamento è di 8 l/s le tempistiche minime di svuotamento della suddetta vasca di rilancio sono stimabili in 45 minuti circa; infatti se dovesse affluire in vasca la portata massima di 4 l/s dalle vasche di I pioggia tale tempo raddoppierà.



Caratteristiche delle vasche di accumulo con successivo sollevamento e trattamento.

Funzionamento e dimensionamento

Come accennato in precedenza la nuova rete di drenaggio riversa le portate raccolte sul piazzale operativo (suddiviso in quattro sotto-bacini) nelle rispettive vasche di accumulo delle acque di prima pioggia e solo dopo aver recepito tutto il volume di I pioggia al successivo scarico diretto delle acque di seconda pioggia nel vicino Fosso Arzano. Le acque di prima pioggia, separate per accumulo dalle successive, verranno trattate mediante disoleazione come richiesto dalla vigente normativa, prima del loro trasferimento a superficie libera nella vasca di rilancio da cui saranno ulteriormente trasferite nella vasca di accumulo irrigua.

Gli impianti di prima pioggia sono ubicati in posizione appena arretrata rispetto alla fascia di separazione individuata dal nuovo piazzale operativo e l'esistente banchina Cicconardi. Gli impianti di I pioggia deriveranno preliminarmente le acque di prima e successivamente lasceranno transitare liberamente quelle di seconda pioggia che inizieranno ad arrivare solo dopo che sarà stato accumulato e trattenuto tutto il volume di I pioggia ($V \approx 75 \div 80 \text{ m}^3$). Il funzionamento dell'impianto di trattamento è stato quindi studiato per rispondere alla richiesta di eseguire il trattamento delle acque di prima pioggia che presentano o possono presentare un maggior grado di sostanze inquinanti rispetto a quelle di seconda pioggia. Per risolvere le problematiche connesse al trattamento e depurazione delle acque piovane contenenti materiali in sospensione, sabbia e possibili sostanze inquinanti per l'ambiente marino circostante (idrocarburi e residui oleosi), le portate meteoriche immesse in ciascuna vasca subiscono anche un primo trattamento di rimozione di eventuali materiali (fini e grossolani) raccolti e trasportati dall'acqua all'interno delle tubazioni di scarico. Dal pozzetto deviatore, in cui vengono convogliati i volumi pluviali da ognuno dei collettori principali, le acque piovane raggiungono la vasca che provvederà ad accogliere il volume di prima pioggia, ovvero una quantità di acqua pluviale corrispondente ad un evento meteorico avente una intensità di pioggia corrispondente ai primi 5 mm di pioggia in 15 minuti. I volumi idrico-pluviale così accumulati, corrispondenti a circa $75 \div 80 \text{ m}^3$ per ognuno dei quattro impianti a servizio dei relativi sotto-bacini e complessivamente di circa 200 m^3 per l'intero piazzale operativo, vengono isolati dalle successive portate di seconda pioggia mediante la chiusura di un apposita valvola di ritenuta (clapet) munita di galleggiante di cui è dotata la vasca di ingresso. Le acque di prima pioggia così raccolte e stoccate provvisoriamente verranno sollevate, in un secondo momento, mediante apposite elettropompe che provvederanno ad immetterle in un pozzetto di calma ubicato all'interno dell'impianto di disoleazione. Il gruppo di sollevamento verrà comandato da un sistema di regolazione e controllo che a partire dalla chiusura delle valvole di ritenuta gestisce il sollevamento e quindi il successivo trattamento delle acque, nelle 24 ore successive all'evento meteorico, predisponendo l'impianto a ricevere nuove acque di prima pioggia. Lo svuotamento delle camere di accumulo verrà effettuato mediante il sollevamento di una portata di 1 l/s che sarà sottoposta a trattamento mediante apposito impianto di disoleazione e successivamente riversata temporaneamente nella vasca di rilancio da cui i volumi idrici di I pioggia disoleati verranno trasferiti alla vasca di accumulo irrigua attraverso una tubazione di mandata dedicata.

Il dimensionamento dei manufatti è stato eseguito facendo riferimento alle portate di progetto determinate per le verifiche idrauliche delle tubazioni appartenenti alla rete di raccolta e scarico a



servizio del nuovo piazzale operativo. Il funzionamento dell'impianto è suddiviso in due parti distinte: una camera di accumulo della prima pioggia, costituita da n. 4 vasche prefabbricate unite mediante aperture e da un'altra vasca, sempre prefabbricata di uguali dimensioni, avente la funzione di camera di arrivo e smistamento. La camera di aspirazione, in cui sono alloggiati i gruppi di sollevamento (uno di riserva all'altro) è adiacente all'ultima dei quattro impianti di I pioggia e consentirà il completo svuotamento dei volumi stoccati temporaneamente come indicato precedentemente.

Le quote delle camere di accumulo e di aspirazione sono tutte collocate allo stesso livello e sono state scelte in funzione delle quote di scorrimento delle tubazioni costituenti la rete di scarico. Le dimensioni di ciascuna vasca, costituita da quattro elementi da 5,2 x 2,2 x 2,0 m per un volume complessivo di circa 90 m³ dei quali **solo tra i 75 e gli 80 m³** verranno utilizzati per lo stoccaggio provvisorio delle prime piogge, sono state scelte in funzione del volume raccolto da ogni sottobacino, delle quote di scorrimento delle tubazioni previste dalla variante ed ai conseguenti livelli che verranno raggiunti in seguito al progressivo riempimento delle camere. Il volume accumulato verrà trasferito all'impianto di disoleazione mediante un gruppo di sollevamento collegato al disoleatore come indicato in precedenza.

Al raggiungimento del livello minimo all'interno delle camere di aspirazione ed all'arresto del gruppo di sollevamento, il sistema ricomincerà il ciclo di funzionamento descritto.

Funzionamento e principali caratteristiche degli impianti di disoleazione

Oltre al dimensionamento della rete di drenaggio sono stati affrontati gli aspetti di tipo ambientale connessi allo scarico nel recettore finale (Fosso Arzano in prossimità dello sbocco in mare) delle portate pluviali raccolte dal nuovo piazzale operativo.

Ai fini del calcolo delle portate si è stabilito che tale valore si verifichi in quindici minuti e sia associato ad un coefficiente di afflusso assunto pari ad 1 per le superficie coperte, lastricate od impermeabilizzate considerando come eventi meteorici distinti (o meglio indipendenti) quelli che si succedono a distanza di quarantotto ore uno dall'altro.

Le acque piovane raccolte dal piazzale possono infatti contenere materie inquinanti (come oli minerali e/o gasolio o benzina) persi inavvertitamente e accidentalmente da automezzi operanti nell'area operativa.

Il meccanismo di funzionamento degli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia è differente dal caso dei semplici disoleatori disposti sulla linea di scarico, mediante by-pass. Infatti per tali disoleatori il funzionamento può essere sintetizzato come segue: l'acqua proveniente dalla superficie impermeabile del piazzale confluisce in un pozzetto deviatore e da qui tutte le acque di prima pioggia vengono trattate in continuo durante l'evento. La soluzione appena indicata richiede spesso l'impiego di disoleatori in grado di depurare portate notevoli con possibili malfunzionamenti e disservizi.

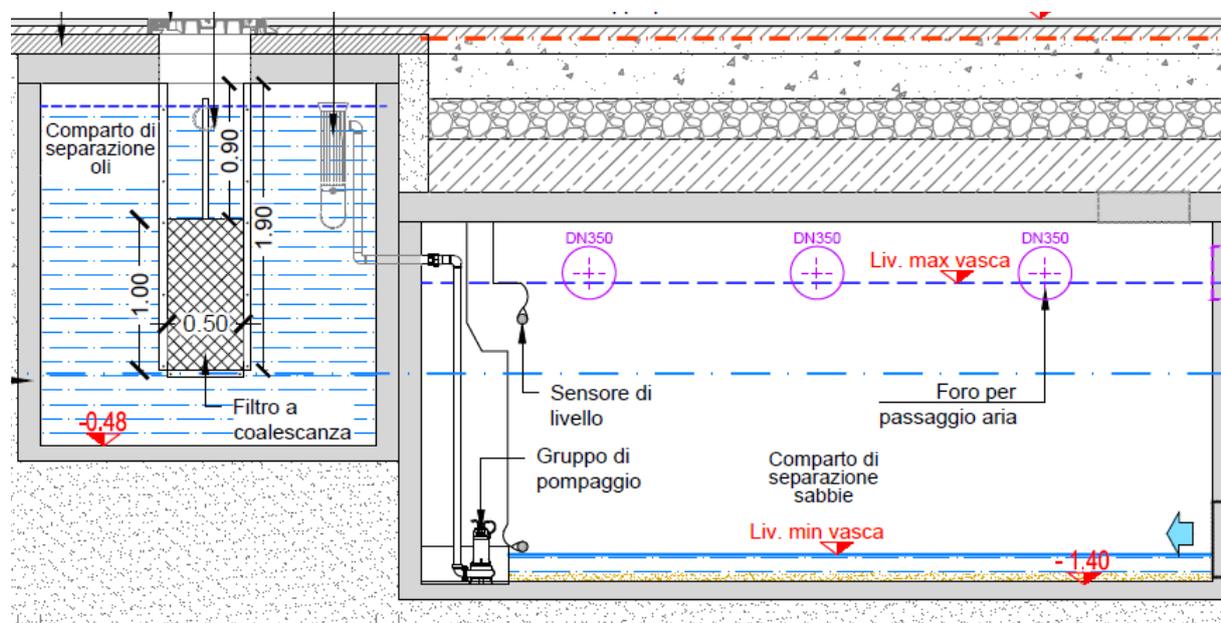
Invece con l'adozione delle vasche di trattamento delle prime piogge i volumi idrici relativi alle prime piogge vengono separati e accumulati, per il successivo trattamento in differita, mentre quelle in eccedenza (seconda pioggia) vengono scaricate direttamente e liberamente verso il recettore finale.

Il funzionamento dei disoleatori può essere sintetizzato come segue: nel separatore oli il flusso dell'acqua è frenato per mezzo di una lastra in modo da far depositare sul fondo eventuali sedimenti presenti in sospensione. Una prima e grossolana sedimentazione viene già eseguita nella vasca di arrivo ed immissione nell'impianto di I pioggia. L'acqua ed il liquido leggero (sostanza oleosa) passano quindi nel separatore oli. All'entrata di quest'ultimo viene uniformata la distribuzione del flusso nella vasca. Le gocce di liquido leggero di dimensioni maggiori, salgono per gravità in superficie, creando tra il meccanismo di entrata e la lastra posta davanti all'uscita uno strato galleggiante di spessore crescente. Il dispositivo di sicurezza (galleggiante avente una densità pari a quella dell'olio) impedisce che il liquido oleoso possa defluire all'esterno. Le particelle di piccola dimensione, che restano in sospensione vengono trattenute dal filtro coalescente, si ingrandiscono aggregandosi e formano una pellicola d'olio attorno al filtro stesso. Al raggiungimento di un determinato spessore si staccano secondo il principio di gravità e salgono in superficie.

Le certificazioni dell'impianto dovranno garantire che in uscita dal separatore olii coalescente l'acqua meteorica trattata abbia un contenuto di sostanze oleose inferiore ai 5 mg/l. All'interno del separatore olii viene generalmente installato un sistema di allarme che segnala la necessità di svuotamento del disoleatore.

L'impianto di disoleazione adottato è pertanto costituito da:

- un pozzetto deviatore / ripartitore (by-pass),
- un pozzetto di calma, adibito anche a sedimentatore,
- una vasca contenente un separatore di olii coalescente.



Schema tipo di disoleatore a coalescenza

Il dimensionamento dei disoleatori è stato effettuato considerando come acque meteoriche di prima pioggia i 5 mm iniziali che si ipotizza ricadano nei primi 15 minuti sulla superficie del piazzale, ovvero assumendo una intensità di piovosità pari a 0,0055 l/s.



Solitamente la grandezza nominale GN dell'impianto (l/s) viene determinata moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assumendo un fattore di densità prossimo all'unità), come illustrato nella formula seguente:

$$GN_{separatori\ oli} = S(m^2) \times 0.0055 \frac{l}{s} = S(m^2) \cdot 5,56 \times 10^{-6} m/s$$

In realtà nel caso in esame, si è scelto di accumulare le acque di prima pioggia e di trattarle successivamente in modo da adottare un disoleatore di modeste capacità, decisamente più facile da gestire e mantenere. Il volume di accumulo è stato calcolato in funzione della superficie di ciascuno dei quattro sotto-bacini in cui è stato suddiviso il piazzale operativo, assumendo l'intensità di piovosità pari a 0,0055 l/s ed ottenendo i valori riportati nella seguente tabella.

Il disoleatore installato all'interno dell'impianto di trattamento di I pioggia, è stato scelto in funzione del calcolo della tempistica di indipendenza degli eventi meteorici (48 ore), adottando una portata da sollevare fissata pari a 1 l/s, definendo di conseguenza l'adozione di una portata nominale dell'impianto di disoleazione pari a GN5, come meglio specificato di seguito. Ai tempi di trattamento di ciascun disoleatore si devono poi aggiungere quelli di riempimento parziale della vasca di rilancio, dalla quale vengono poi trasferiti alla vasca irrigua utilizzando un ulteriore e dedicato gruppo di sollevamento.

Parametri idrologici			Superfici di raccolta e portata I pioggia					Vasche di I pioggia (dimensioni e caratteristiche)						
Altezza pioggia	tempo di pioggia	intensità pioggia	Coll	Superficie totale	Superficie da disoleare	coefficiente Deflusso ϕ	$\Phi \times A$	portata Q (m ³ /s)	portata Q (l/s)	Portata in ingresso (l pioggia)	Durata pioggia	Volume di accumulo vasca I pioggia	portata sollevata al Disoleatore	Durata disoleazione (ore)
m	s	m/s		m ²	m ²			m ³ /s	l/s	l/s	s	m ³	l/s	
0.005	900	0.0000056	Coll 1	8106.2	8106.2	1.00	8106.2	0.045	45.03	86.30	900.00	77.67	1.0	21.57
			Coll 2	7427.0	7427.0	1.00	7427.0	0.041	41.26					
			Sup totale		15533.2		15533.2		86.30					
0.005	900	0.0000056	Coll 3	8033.0	8033.0	1.00	8033.0	0.045	44.63	85.68	900.00	77.11	1.0	21.42
			Coll 4	7389.4	7389.4	1.00	7389.4	0.041	41.05					
			Sup totale		15422.4		15422.4		85.68					
0.005	900	0.0000056	Coll 5	8005.9	8005.9	1.00	8005.9	0.044	44.48	83.43	900.00	75.09	1.0	20.86
			Coll 6	7012.3	7012.3	1.00	7012.3	0.039	38.96					
			Sup totale		15018.2		15018.2		83.43					
0.005	900	0.0000056	Coll 7	7156.3	7156.3	1.00	7156.3	0.040	39.76	81.45	900.00	73.31	1.0	20.36
			Coll 8	7504.8	7504.8	1.00	7504.8	0.042	41.69					
			Sup totale		14661.1		14661.1		81.45					

Calcolo delle portate di prima pioggia e tempi di funzionamento del disoleatore a servizio di ciascun impianto di prima pioggia



Per il dimensionamento è stato considerato un coefficiente di afflusso pari a 1,0 maggiore di quello impiegato per la determinazione delle portate di progetto e solitamente utilizzato (pari a 0,9) per superfici con pavimentazioni impermeabili per tener conto del fatto che tutto il volume meteorico che raggiunge la superficie dei piazzali sarà sottoposto a trattamento di disoleazione.

Nel caso fossero disponibili ulteriori contributi di I pioggia, in condizioni di vasca irrigua piena è stata prevista una tubazione di sfioro di sicurezza che partendo dalla vasca di rilancio provvederà a scaricare i volumi idrici in surplus direttamente nel Fosso Arzano.

La quota di restituzione dello sfioro di sicurezza non desta preoccupazione in quanto le quote del piazzale nell'area di scarico sono collocate ad un'altezza di circa +2,35 m sul l.m.m., mentre quella di uscita dello sfioro di sicurezza è collocata a +0,32 m sul l.m.m. per cui anche considerando sovralti del l.m.m. significativi, pari a circa 0,5 – 0,7 m, non si rilevano particolari problemi per lo scarico a superficie libera delle portate meteoriche trattate. Per garantire l'assoluto funzionamento della vasca di rilancio si è introdotto un ulteriore tubazione di sfioro che riverserà le portate nel pozzetto di arrivo delle portate della vasca V₇₋₈ che quindi fornisce l'assoluta certezza dello scarico dei volumi di surplus che raggiungono la vasca di rilancio.

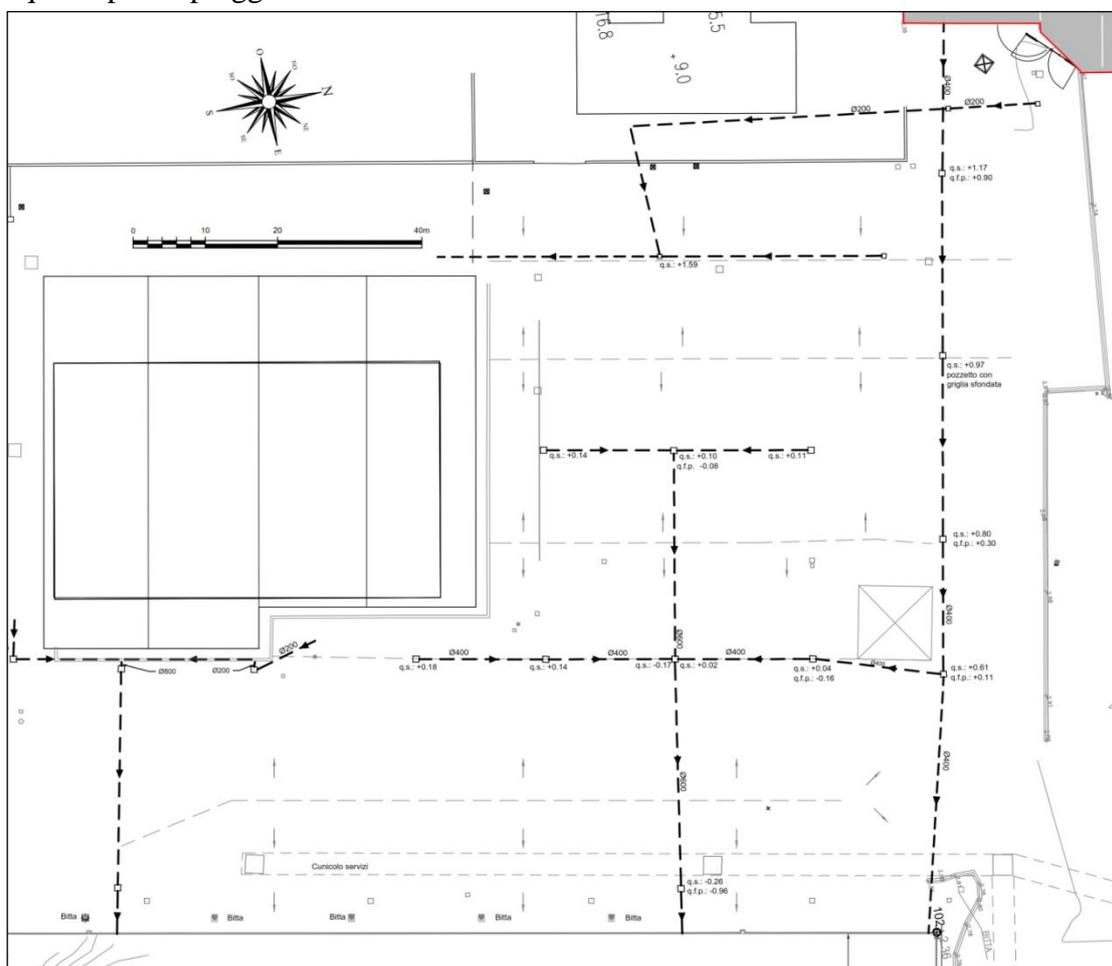
Rete di drenaggio delle acque meteoriche a servizio del nuovo piazzale operativo: Scarichi n. 5 e 6

Di seguito vengono descritti ed illustrati alcuni degli adeguamenti, delle modifiche e delle integrazioni introdotte con la presente Perizia di Variante n° 2 che è stata redatta al fine di migliorare, sia dal punto di vista esecutivo che funzionale, alcune delle opere previste dall'appalto dai lavori di completamento del Porto commerciale di Gaeta.

Piazzale retrostante la banchina di riva (scarico n. 5)

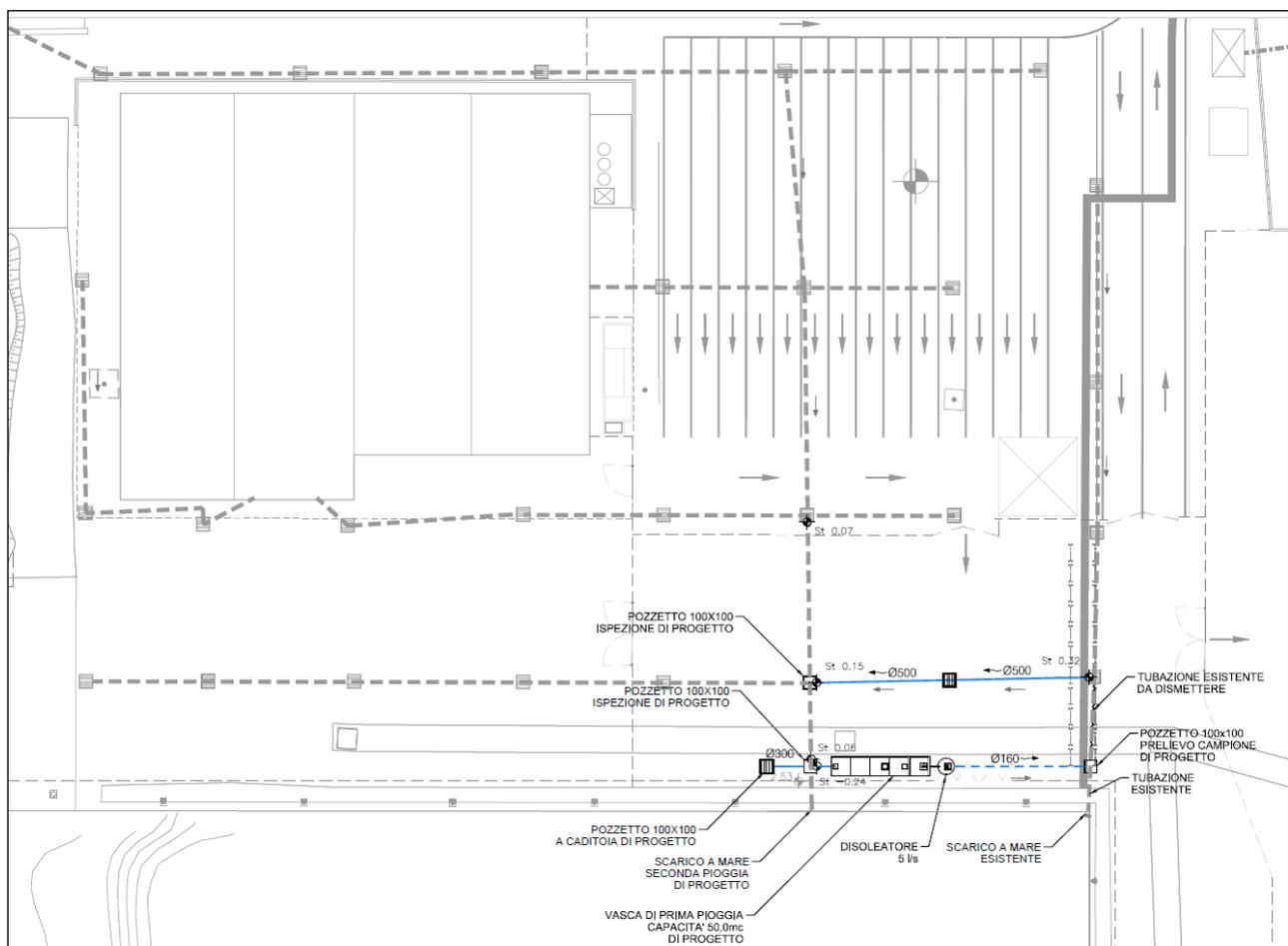
L'adeguamento della rete di raccolta e del sistema di trattamento e scarico delle acque di prima raccolte dal piazzale retrostante la banchina di riva ha previsto una modifica dell'ubicazione della vasca di accumulo della prima pioggia e, quindi, della rete di raccolta degli afflussi meteorici che raggiungono le superfici impermeabili del piazzale in esame.

L'esistente rete di raccolta delle acque meteoriche a servizio del piazzale retrostante la banchina di riva è costituita in una serie di caditoie, che raccolgono gli afflussi meteorici e li trasferiscono mediante due collettori principali, in cui si immettono alcuni tronchi secondari, che provvedono a scaricarle direttamente in mare lungo il fronte di accosto della banchina di riva. La rete attuale è dimensionata per intercettare le acque meteoriche con scarico diretto in mare senza trattamento delle acque di prima pioggia.



Piazzale retrostante la banchina di riva: Schema della rete di drenaggio pre-esistente ai lavori di completamento

All'inizio dei lavori è stato eseguito un rilievo topografico del piazzale esistente, integrato in data 26.10.2016 con una campagna di misure atte a verificare sia le quote altimetriche del piazzale (per l'individuazione delle pendenze esistenti) sia le quote di scorrimento dei collettori (principali e secondari). La restituzione dei suddetti rilievi ha confermato le indicazioni del progetto esecutivo appaltato e consentito di avere ulteriori informazioni utili alla definizione della configurazione proposta nella presente Perizia di Variante n. 2 da considerarsi come una ottimizzazione della soluzione progettuale appaltata.



OPiazzale retrostante la banchina di riva (progetto esecutivo appaltato): Schema della rete di drenaggio modificata secondo le indicazioni di progetto esecutivo

Come si può osservare dalla precedente illustrazione, le indicazioni del progetto appaltato comportano leggere modifiche nello schema idraulico di raccolta degli afflussi pluviali esistente che raggiungono il piazzale con interposizione nel tratto terminale dell'unico collettore di scarico (rispetto ai precedenti ed esistenti due collettori principali) di una vasca di accumulo delle prime piogge e di un disoleatore per il trattamento, differito nel tempo, di tali volumi di prima pioggia. Mantenendo l'impostazione originale del progetto appaltato, nella presente Perizia di Variante n. 2, si è provveduto ad ottimizzare il posizionamento della vasca di accumulo delle prime piogge e, di conseguenza, ad adeguare la rete di raccolta necessaria sia per l'accumulo delle prime piogge che per il successivo scarico diretto delle seconde piogge nel recettore finale. Infatti, lo spostamento



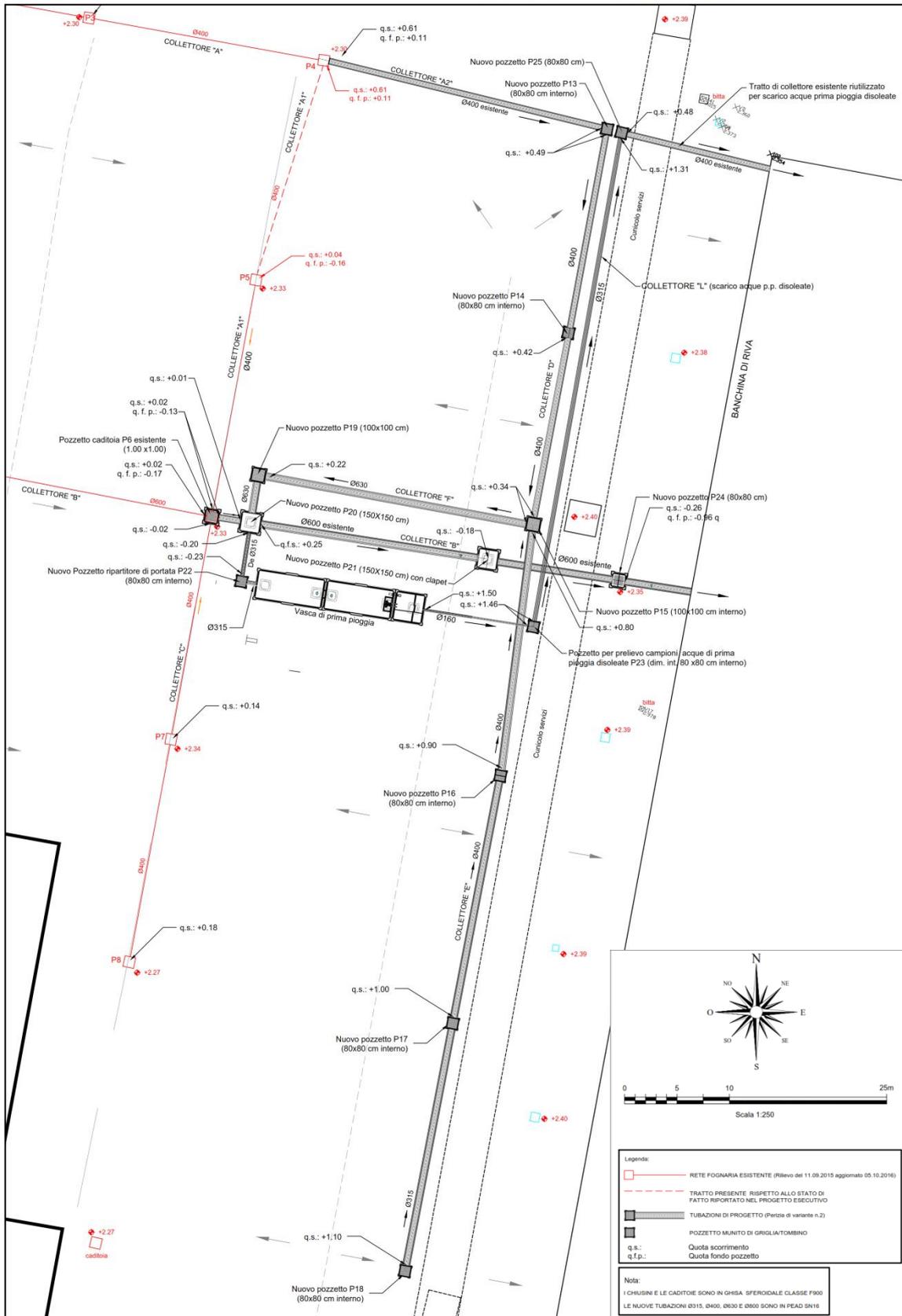
della vasca di accumulo delle prime piogge dalla posizione di progetto appaltato, ubicata parallelamente ed in prossimità del fronte di accosto della banchina di riva, a quella della presente perizia di variante, ubicata in posizione più arretrata rispetto alla precedente e di una decina di metri più a monte dello scarico (da parte del collettore principale) in mare, ha consentito di mantenere l'impostazione progettuale appaltata consentendo una più agevole realizzazione, in quanto l'area di lavoro è più ampia e libera da altri sottoservizi insistenti nella zona in cui era stata prevista. Si fa ovviamente riferimento al cunicolo servizi (scatolare in c.a.) presente a circa 5 m dal fronte banchina che, a livello esecutivo, rappresentava un vincolo importante per la realizzazione della vasca anche per i possibili cedimenti differenziali a cui si potrebbe incorrere durante gli scavi per la realizzazione del volume di accumulo.

Pertanto, come illustrato nella figura seguente, la modifica parziale della configurazione di progetto esecutivo consiste nello spostamento (modesto arretramento) della vasca di accumulo delle prime piogge e riposizionamento del pozzetto selezionatore delle acque di prima e seconda pioggia in modo da intercettare i volumi pluviali poco prima del recapito finale, migliorando anche la quota di immissione nella vasca di accumulo, portandola ad una quota leggermente superiore a quella prevista in progetto.

A completamento degli interventi di variante sono state introdotte piccole modifiche alla rete di drenaggio di progetto, attraverso la realizzazione di due nuovi collettori (muniti di pozzetti con griglie di raccolta), utili ad una migliore e completa raccolta dei volumi che affluiscono nella fascia di piazzale immediatamente retrostante il fronte banchina. I due nuovi collettori secondari riversano le portate in un ultimo collettore di raccordo che immette inizialmente le portate di prima pioggia nel pozzetto selezionatore (fino alla chiusura della valvola a galleggiante posta all'ingresso della vasca) e successivamente a far defluire liberamente le acque di seconda pioggia fino allo scarico in mare.

Il sistema mantiene l'installazione a valle della vasca di accumulo di un impianto di disoleazione, con filtro a coalescenza, alimentato mediante un'elettropompa di sollevamento ubicata all'interno della vasca di accumulo, che inizierà a funzionare subito dopo il completo riempimento della vasca. La portata disoleata verrà restituita poco a valle dell'impianto di trattamento delle piogge, all'interno di un pozzetto dedicato e collegato alla tubazione principale di scarico a mare. All'interno di tale pozzetto, di dimensioni pari a 1,50 x 1,50 m, sarà collocata anche una valvola a "clapet" utile a impedire la risalita delle acque marine all'interno della rete di drenaggio a causa delle variazioni di marea e della quota di scorrimento delle tubazioni, prossime al livello medio marino.

Il dimensionamento della vasca di accumulo della prima pioggia è stato effettuato considerando una superficie complessiva del piazzale di **8.051,00 m²** da cui secondo le indicazioni della vigente normativa, si è confermata la necessità di installare un volume utile di accumulo di prima pioggia di poco inferiore ai 41 m³, ovvero **40,26 m³**. Per tale motivo si è scelto di adottare due vasche in cemento armato aventi dimensioni pari a 5,0 x 2,5 x 2,0 m per un totale di 50 m³.

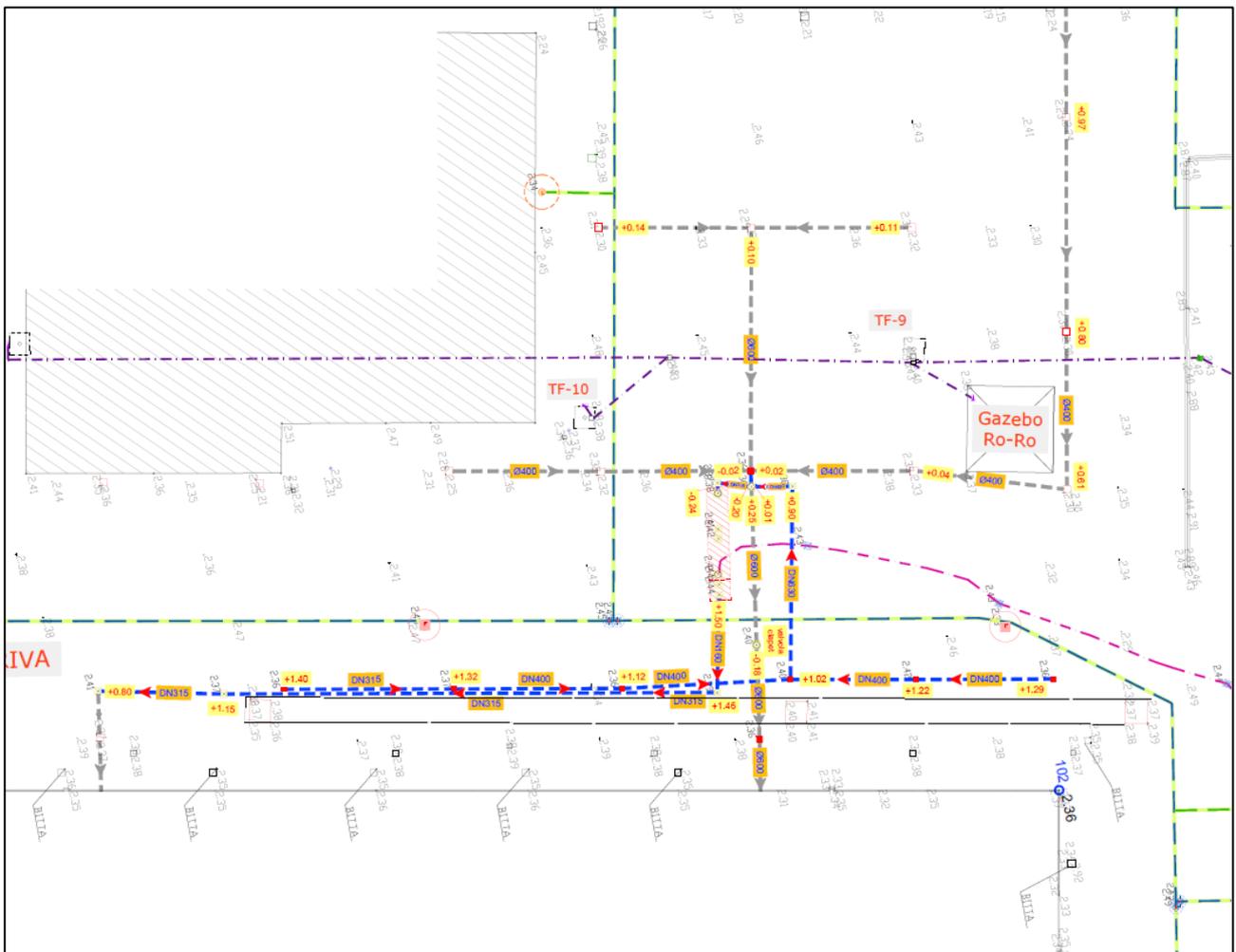


Piazzale retrostante la banchina di riva (Perizia di Variante n° 2): Schema della rete di drenaggio nella configurazione di progetto ottimizzata rispetto al progetto esecutivo appaltato



Infine, si è confermata la posa in opera del disoleatore dotato di filtro a coalescenza ed avente la capacità di trattamento di 5 l/s, con funzionamento posticipato, che consentirà di svuotare la vasca di accumulo in un intervallo di funzionamento di circa 2,3 ore. L'acqua trattata in uscita dal disoleatore verrà riversata a gravità attraverso un pozzetto di ispezione, avente anche funzione di pozzetto di prelievo dei campioni dell'acqua, prima che venga riversata nel collettore di scarico principale da cui saranno recapitate nel mare, corpo ricettore finale.

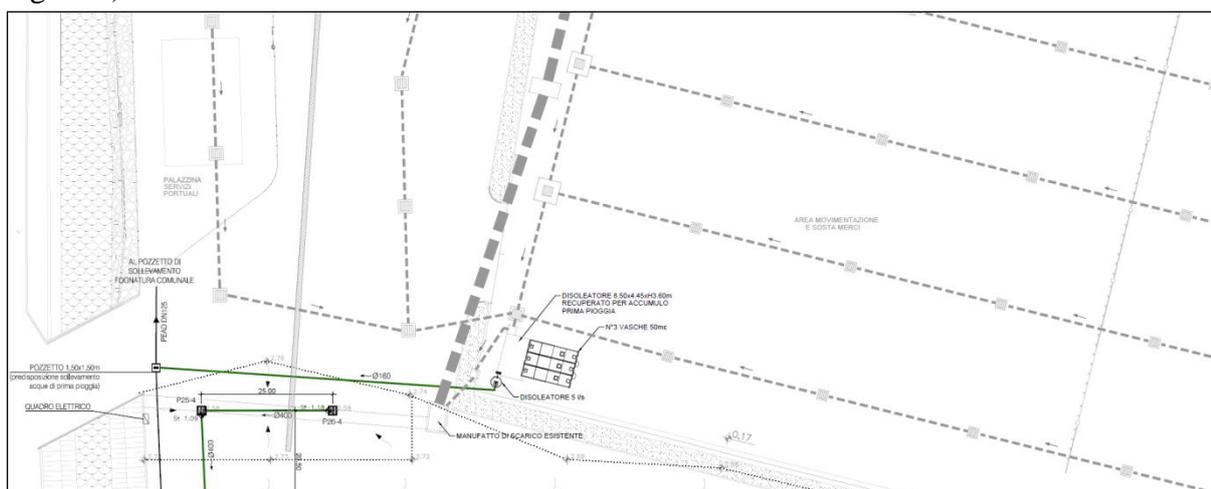
L'iniziale impostazione di mantenere il Collettore L per lo scarico delle acque di prima pioggia disoleate è stata abbandonata a seguito della verifica che il tratto terminale (esistente) era occluso e non consentiva di poter effettuare lo scarico in mare delle portate disoleate. Per tale motivo si è dovuta utilizzare, per le difficoltà legate alla realizzazione di uno scarico dedicato per la presenza di una paratia che costituisce la banchina di riva a parete verticale, l'unica tubazione esistente posta nelle immediate vicinanze della vasca, come meglio identificato nello stralcio planimetrico di seguito riportato:



Piazzale esistente (scarico n. 6)

L'adattamento dell'impianto di accumulo delle prime piogge provenienti dalla rete di raccolta delle acque piovane del piazzale esistente e l'adeguamento del percorso e funzionamento della rete di tubazioni di scarico degli afflussi pluviali, consiste nel riposizionamento ed ampliamento delle vasche di accumulo delle prime piogge (a servizio del piazzale esistente ubicato nell'area retrostante la vasca di colmata in corso di realizzazione) con conseguente sistemazione delle tubazioni di scarico delle portate meteoriche raccolte nelle vicinanze dell'impianto di accumulo.

Lo stato dei luoghi del piazzale esistente (immediatamente retrostante la vasca di colmata) è rappresentato da un piazzale con superficie asfaltata, suddivisa in falde inclinate, servito da n. 5 collettori di raccolta e scarico degli afflussi meteorici che pervengono sull'intera area. Le acque meteoriche vengono raccolte dai numerosi pozzetti, collocati a distanze costanti lungo l'intero sviluppo della rete di collettori esistenti, e convogliate in un collettore finale che provvede a recapitare le portate direttamente nel fosso Arzano 2, previa interposizione di un manufatto di disoleazione (di dimensioni pari a 8.50 x 4.45 x h=3.60 m) come meglio illustrato nella seguente Figura 6).



Piazzale esistente: Schema della rete di drenaggio esistente e dell'integrazione prevista nel progetto esecutivo appaltato per il sistema di trattamento delle acque di prima pioggia

Come si evince dalla precedente illustrazione, nella previsione progettuale appaltata si è valutata la possibilità che tale piazzale esistente possa assumere la funzione di area utilizzabile per il deposito di materiali e materie prime, per cui si è reso indispensabile prevedere un più adeguato trattamento delle acque di prima pioggia. Così nel progetto esecutivo e poi in quello coordinato con la proposta migliorativa (offerta dall'Impresa in fase di gara) è stato previsto un adeguamento del manufatto esistente (disoleatore) consistente nell'ampliamento della capacità di stoccaggio di tutte le acque di prima pioggia che pervengono su tutto il piazzale esistente, ampliando l'impianto di disoleazione esistente con n. 3 vasche da 50 m³.

Il manufatto di disoleazione attuale è stato adeguato al fine di poter accumulare tutte le acque di prima pioggia che raggiungono la superficie del piazzale esistente (stimata in circa 40.000 m²) e stimate in 200 m³.

La nuova opera di accumulo, inserita nel progetto esecutivo coordinato, ha assunto così una consistenza di n. 4 vasche da 50 m³ cadauna con un disoleatore, dotato di filtro a coalescenza ed avente una capacità di trattamento di 5 l/s, che inizierà a funzionare subito dopo il riempimento di tutte le vasche e sino allo svuotamento posticipato del volume di prima pioggia accumulato, così come già descritto e indicato per l'impianto a servizio del piazzale retrostante la banchina di riva.



Piazzale esistente: superficie scolante e schema della rete di drenaggio prevista nel progetto esecutivo coordinato (Perizia di Variante n. 1)

Come si evince dalla precedente illustrazione, per la rete di drenaggio ed il sistema di trattamento delle prime piogge del piazzale esistente, la modifica parziale della configurazione di progetto esecutivo consiste nell'adeguamento dei collettori di scarico in prossimità del nuovo impianto di accumulo della prima pioggia, oltre che l'abbandono dell'esistente disoleatore e la modifica del percorso del Fosso Arzano 2 nel suo tratto terminale di sbocco nel Fosso Arzano 1 ed in corrispondenza del Ponte Salvo.

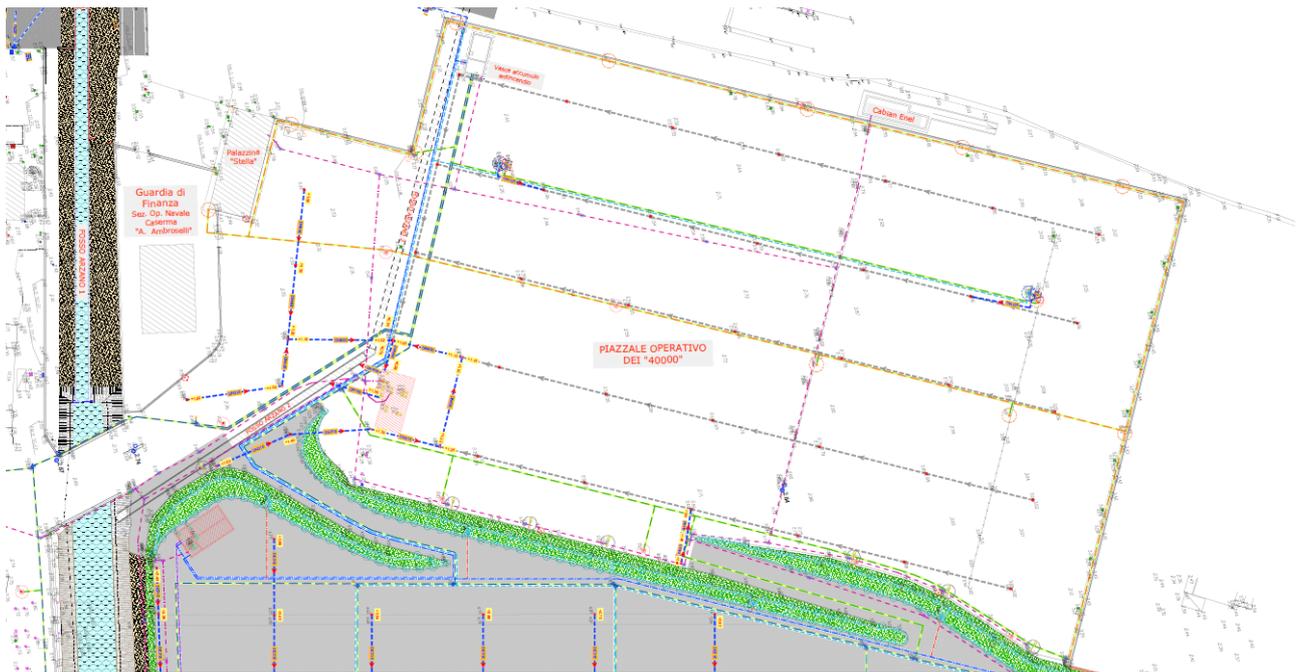
Le modifiche introdotte nella presente Perizia di Variante n. 2, pur mantenendo l'impostazione del progetto esecutivo appaltato e di quello esecutivo coordinato, prevede una rotazione di 90° delle vasche di accumulo della prima pioggia utile ad ottimizzare tutto il sistema di raccolta e di immissione dei volumi di accumulo, prima dello scarico delle rimanenti portate.

Gli interventi (vedi illustrazione seguente) si completano nella ridefinizione del tracciato di alcuni tratti di collettori nella parte immediatamente precedente lo scarico delle prime piogge nelle vasche di accumulo, del pozzetto selezionatore delle acque di prima e seconda pioggia e nell'adeguamento del percorso della tubazione di scarico delle acque di prima pioggia trattate dal disoleatore.

Il dimensionamento dell'impianto di accumulo della prima pioggia è stato effettuato confermando una superficie complessiva del piazzale di circa 40.000 m² da cui si è ricavato il volume utile di

accumulo di prima pioggia pari a 200 m³. Infine, si è confermata la posa in opera del disoleatore dotato di filtro a coalescenza ed avente la capacità di trattamento di 5 l/s con funzionamento posticipato. Per cui, si potrà completare lo svuotamento dell'intero volume accumulato con un intervallo di funzionamento di circa 11 ore.

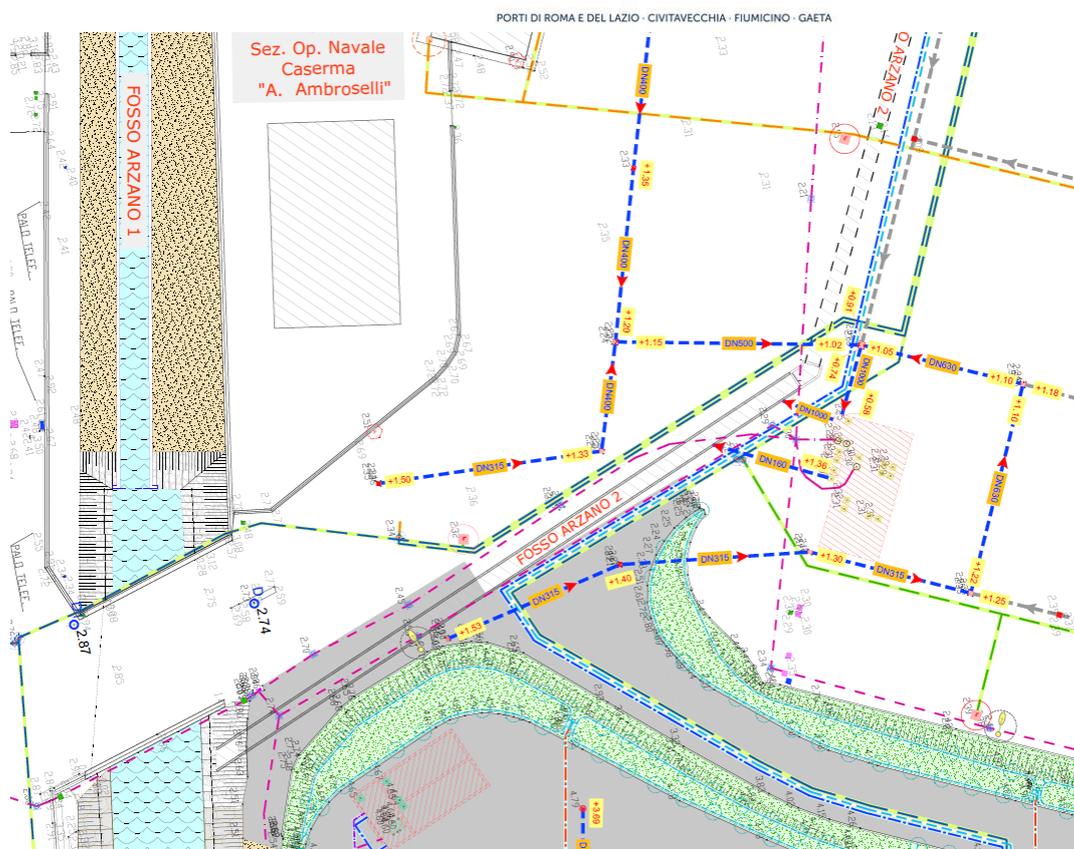
L'acqua in uscita dal disoleatore (acque di prima pioggia trattate) verrà scaricata direttamente nel fosso Arzano 2 attraverso un'opportuna tubazione separata dallo scarico delle acque di seconda pioggia.



Piazzale esistente: superficie scolante e schema della rete di drenaggio realizzata



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Centro Settentrionale



Piazzale esistente: stralcio planimetrico della rete di drenaggio realizzata

Dimensionamento degli impianti di prima pioggia (scarichi n. 5 e n. 6)

Il dimensionamento dei disoleatori è stato effettuato considerando come acque meteoriche di prima pioggia i 5 mm iniziali che si ipotizza ricadano nei primi 15 minuti sulla superficie del piazzale, ovvero assumendo una intensità di piovosità pari a 0,0055 l/s.

La grandezza nominale GN dell'impianto (l/s) viene determinata moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assumendo un fattore di densità prossimo all'unità), come illustrato nella formula seguente:

$$GN_{separatori\ oli} = S(m^2) \times 0.0055 \frac{l}{s} = S(m^2) \cdot 5,56 \times 10^{-6} m/s$$

Nel caso in esame, si è scelto di accumulare le acque di prima pioggia e di trattarle successivamente in modo da adottare un disoleatore di modeste capacità, decisamente più facile da gestire e mantenere.

Il dimensionamento del disoleatore da installare a valle dell'impianto di trattamento di I pioggia, è stato effettuato in funzione del calcolo delle portate delle acque di I pioggia sollevate dalle elettropompe, con portata fissata pari a 5 l/s, definendo di conseguenza l'adozione di una portata nominale dell'impianto di disoleazione pari a GN5, come indicato di seguito:



Autorità di Sistema Portuale
del Mar Tirreno Centro Settentrionale

PORTI DI ROMA E DEL LAZIO - CIVITAVECCHIA - FIUMICINO - GAETA

Altezza pioggia	tempo di pioggia	intensità pioggia	Coll	Superficie totale	Superficie da disoleare A	coefficiente Deflusso Φ	$\Phi \times A$	portata	portata	Vasca di l pioggia	Durata pioggia	Volume di accumulo vasca l pioggia	portata sollevata (Disoleatore)	Durata disoleazione (ore)	
mm	s	m/s		m ²	m ²			m ³ /s	l/s	l/s	s	m ³	l/s		
0.005	900	0.0000056	A + A2	2992.0	2992.0	1.00	2992.0	0.01662	16.62	44.73	900.00	40.26	5.0	2.24	
			B (C+G+H+A1)	3974.0	3974.0	1.00	3974.0	0.02208	22.08						
			D + E	1085.0	1085.0	1.00	1085.0	0.00603	6.03						
			Sup totale		8051.0		8051.0	0.04473	44.73						

Altezza pioggia	tempo di pioggia	intensità pioggia	Coll	Superficie totale	Superficie da disoleare A	coefficiente Deflusso Φ	$\Phi \times A$	portata	portata	Vasca di l pioggia	Durata pioggia	Volume di accumulo vasca l pioggia	portata sollevata (Disoleatore)	Durata disoleazione (ore)
mm	s	m/s		m ²	m ²			m ³ /s	l/s	l/s	s	m ³	l/s	
0.005	900	0.0000056		40000	40000.0	1.00	40000	0.22222	222.22	222.22	900.00	200.00	5.0	11.11
			Sup totale		40000.0				222.22					

Tabella 3 – Calcolo delle portate di prima pioggia e tempi di funzionamento del disoleatore a servizio dell'impianto di prima pioggia

Per il dimensionamento è stato considerato un coefficiente di afflusso pari a 1,0 maggiore di quello impiegato per la determinazione delle portate di progetto e solitamente utilizzato (pari a 0,9) per superfici con pavimentazioni impermeabili per tener conto del fatto che tutto il volume meteorico che raggiunge la superficie dei piazzali sarà sottoposto a trattamento di disoleazione.

Una volta effettuato il trattamento sopra indicato, le acque depurate vengono scaricate in mare come indicato nelle planimetrie riportate negli elaborati grafici (vedi elaborati grafici allegati).

Si deve infine osservare come le quote di restituzione delle acque trattate mediante disoleazione per la banchina di riva non destano preoccupazioni in quanto le quote del piazzale sono collocate ad un'altezza variabile tra +3,50 e +4,40 m sul l.m.m., per cui anche considerando sovralti del l.m.m., associati ad eventi significativi di moto ondoso, non si rilevano particolari problemi per lo scarico delle portate meteoriche trattate.



Rete di drenaggio delle acque meteoriche a servizio del Molo Salvo D'Acquisto, banchina Cicconardi e piazzale esistente: Scarichi n. 7 – 8 - 9 - 10

Per questa porzione dell'ambito portuale nelle pagine seguenti viene allegato lo stralcio del progetto realizzato (i cui scarichi furono già oggetto di autorizzazione rilasciata da parte dell'allora Provincia di Latina, oggi Città Metropolitana).

A seguito di richiesta in fase di istruttoria per il rilascio dell'autorizzazione allo scarico è stato richiesto di verificare il corretto dimensionamento delle vasche di accumulo.

Nella tabella che segue si riporta l'esito positivo di tali verifiche:

Molo Salvo D'Acquisto e Banchina Cicconardi															
Altezza pioggia	tempo di pioggia	intensità pioggia	Coll	Superficie totale	Superficie da disoleare A	coefficiente Deflusso Φ	$\Phi \times A$	portata	portata	Portata Vasca di I pioggia	Durata pioggia	Volume di accumulo vasca I pioggia	Volume utile vasche I pioggia		
m	s	m/s		m ²	m ²			m ³ /s	l/s	l/s	s	m ³	m ³		
0,005	900	0,0000056	Rete 1	11647	11647,0	0,95	11064,65	0,05840	58,40	⇒	58,40	900,00	52,56	58,00	
			Rete 2	8135	8135,0	0,95	7728,25	0,04079	40,79	⇒	40,79	900,00	36,71	40,00	
			Rete 3	7417	7417,0	0,95	7046,15	0,03719	37,19	⇒	37,19	900,00	33,47	38,00	
				27199											
			B. Cicconardi	9603	9603,0	0,95	9122,85	0,04815	48,15	⇒	48,15	900,00	43,33	48,00	
Piazzale esistente															
Altezza pioggia	tempo di pioggia	intensità pioggia	Coll	Superficie totale	Superficie da disoleare A	coefficiente Deflusso Φ	$\Phi \times A$	portata	portata	Portata Vasca di I pioggia	Durata pioggia	Volume di accumulo vasca I pioggia	Volume utile vasche I pioggia		
m	s	m/s		m ²	m ²			m ³ /s	l/s	l/s	s	m ³	m ³		
0,005	900	0,0000056	Collettore 1	6550	6550,0	0,95	6222,50	0,03284	32,84	⇒	32,84	900,00	29,56	45,76	
			Collettore 2	7200	7200,0	0,95	6840,00	0,03610	36,10	⇒	36,10	900,00	32,49	45,76	
			Collettore 3	8150	8150,0	0,95	7742,50	0,04086	40,86	⇒	40,86	900,00	36,78	44,52	
			Collettore 4	8750	8750,0	0,95	8312,50	0,04387	43,87	⇒	43,87	900,00	39,48	42,64	
			Collettore 5	9350	9350,0	0,95	8882,50	0,04688	46,88	⇒	46,88	900,00	42,19	21,32	
				40000								200,56	900,00	180,50	200,00

IL TECNICO
(DIRIGENTE AREA TECNICA E
PIANIFICAZIONE DELLE OPERE)
Dott. Ing. Maurizio Marini



PORTI
di ROMA
e del LAZIO

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA,
FIUMICINO E GAETA

PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva
Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto - Fase D

PROGETTO ESECUTIVO DI DETTAGLIO

RELAZIONE IDRAULICA

CODICE ELABORATO

A	0	0	R	I	D	G	0	0	1	4
Codice WBS							N. Progr.		Rev.	

Indice	Data	Modifiche	Redatto da	Controllato da	Approvato da
00	20/10/2008	PRIMA EMISSIONE	CIB/ASV	AO	AED
1	14/05/2009	SECONDA EMISSIONE	ASV	AO	AED
2	27/10/2010	TERZA EMISSIONE	ASV	AO	AED
3	01/03/2012	QUARTA EMISSIONE	ACN / EMS	AO	AED
4	30/10/2012	QUINTA EMISSIONE	ACN / EMS	AO	AED

APPALTATORE:



C.M.C di Ravenna
Via Trieste, 76
48100 Ravenna - Italia

Tel. +39 0544 428111
Fax +39 0544 428554

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

D'APPOLONIA

D'APPOLONIA S.p.A.
Via San Nazaro, 19
16145 Genova - Italia

Tel. +39 010 362 8148
Fax +39 010 362 1078
E-mail: dappolonia@dappolonia.it
www.dappolonia.it

GRUPPO DI LAVORO:

Responsabile del Progetto: Prof. Ing. Andrea DEL GROSSO

Assistente del Responsabile del Progetto: Ing. Alessandro ODASSO

Opere strutturali: Ing. Carlo VARDANEGA

Opere geotecniche: Ing. Filippo FORLANI

Opere marittime e idrauliche: Ing. Massimo VITTELLOZZI

Impianti: Ing. Riccardo VIVIANO

Manutenzione: Ing. Simone DELLACASAGRANDE



SGAI srl di E.Forlani & C.

Studio di Ingegneria e Geologia Applicata
Via Mariotti, 16
47833 Morciano di Romagna (RN) - ITALY
Tel. +39 0541988277 - Fax +39 0541987606
E-mail: sga@sgai.com



SEACON s.r.l.

Viale Parioli, 60
00197 Roma - Italia

Tel. +39 06 808 2106
Fax +39 06 808 2790

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO:

DIRETTORE DEI LAVORI:

L'IMPRESA:

IL PROGETTISTA:

COOPERATIVA MURATORI & CEMENTISTI
C. M. C. di Ravenna
Direz. Tecnica Lavori Marittimi
Il Direttore Tecnico
Giorgio Calderoni



INDICE

	<u>Pagina</u>
ELENCO DELLE TABELLE	II
ELENCO DELLE FIGURE	III
1 INTRODUZIONE	1
1.1 OPERE A PROGETTO	1
1.2 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
2 FOSSO ARZANO	3
2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	3
2.2 VERIFICA IDRAULICA	3
2.2.1 Opera a progetto	3
2.2.2 Studio Idraulico	4
3 DRENAGGIO ACQUE METEORICHE	14
3.1 INTRODUZIONE E METODOLOGIA DI CALCOLO	14
3.1.1 Pluviometria - Analisi Statistica	14
3.1.2 Curve di Probabilità Pluviometrica	18
3.1.3 Dimensionamento Idraulico	19
3.1.4 Verifica statica delle condotte	20
3.2 RETE DI DRENAGGIO MOLO SALVO D'ACQUISTO	24
3.2.1 Rete 1	24
3.2.2 Rete 2	28
3.2.3 Rete 3	32
3.3 RETE DI DRENAGGIO BANCHINA NORD	36
4 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	39
4.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO	40
4.2 CARATTERISTICHE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA	40
5 COLLEGAMENTO RETE DI DRENAGGIO ESISTENTE	42
5.1 INTRODUZIONE	42
5.2 VERIFICA IDRAULICA SCATOLARE	42
5.3 VERIFICA POZZETTO	43
APPENDICE A: VERIFICHE STATICHE DELLE TUBAZIONI	
APPENDICE B: RELAZIONE DI CALCOLO POZZETTO	

ELENCO DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 2.1: Tabulato di Out-put del Programma HEC-RAS	11
Tabella 3.1: Serie storiche delle precipitazioni di massima intensità per diverse durate	15
Tabella 3.2: Curve di probabilità pluviometrica	18
Tabella 3.3: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 1 – Molo Esistente	26
Tabella 3.4: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 1 – Molo Esistente	27
Tabella 3.5: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 2 – Molo Esistente	30
Tabella 3.6: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 2 – Molo Esistente	31
Tabella 3.7: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 3 – Molo Esistente	34
Tabella 3.8: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 3 – Molo Esistente	35
Tabella 3.9: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio Banchina Nord	37
Tabella 3.10: Verifiche idrauliche rete di drenaggio Banchina Nord	38
Tabella 5.1: Calcolo delle portate e verifiche idrauliche scatolare	43

ELENCO DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 2.1: Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico (Autorità dei Bacini Regionali del Lazio)	4
Figura 2.2: Sezione Tipo di Progetto del Fosso	6
Figura 2.3: Sezione d'alveo - Tratto A	7
Figura 2.4: Sezione d'alveo - Tratto B	8
Figura 2.5: Sezione d'alveo - Tratto C	9
Figura 2.6: Profilo Longitudinale del Deflusso con $T_R = 200$ anni	12
Figura 3.1: Schema rete di drenaggio 1 - Molo Esistente	25
Figura 3.2: Schema rete di drenaggio 2 - Molo Esistente	29
Figura 3.3: Schema rete di drenaggio 3 - Molo Esistente	33
Figura 3.4: Schema rete di drenaggio Banchina Nord	36

**PROGETTO ESECUTIVO PORTO COMMERCIALE DI GAETA
LAVORI DI ESCAVO NELLA ZONA ANTISTANTE LA BANCHINA DI RIVA SUD E
LA TESTATA DEL MOLO SALVO D'ACQUISTO**

RELAZIONE IDRAULICA

1 INTRODUZIONE

La presente relazione è stata sviluppata con i seguenti obiettivi:

- Finalizzare e verificare le reti di drenaggio delle acque meteoriche delle banchine esistenti (Banchina Commerciale e Banchina Cicconardi) di cui al Progetto Generale di Variante approvato il 03/08/2011, alla luce dei rilievi topografici, delle indagini e delle prospezioni eseguite nel mese di Gennaio 2012;
- Adeguare e verificare la rete di drenaggio della Banchina Nord di cui al Progetto Generale di Variante approvato il 03/08/2011, allo scopo di uniformare la soluzione tecnica a quella adottata per il drenaggio delle acque meteoriche delle banchine esistenti.

La presente relazione è sviluppata in 5 Capitoli. Il Capitolo 1 introduce le opere a progetto di cui si occupano le verifiche idrauliche e riassume la documentazione di riferimento. Il Capitolo 2 riporta la verifica idraulica della sezione di progetto del Fosso Arzano. Il Capitolo 3 illustra la metodologia e le verifiche condotte per il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche. Il Capitolo 4 illustra le verifiche condotte per il dimensionamento delle vasche di prima pioggia collegate alle nuove reti di drenaggio. Il Capitolo 5 riporta le verifiche e il dimensionamento dello scatolare che collega la rete di drenaggio del Piazzale Movimentazione - Sosta Merci con il Fosso Arzano.

1.1 OPERE A PROGETTO

Nella presente relazione si sviluppano i calcoli e le verifiche idrauliche relative alla seguenti opere:

- Fosso Arzano: verifica idraulica delle sezione di progetto;
- Drenaggio Acque Meteoriche: dimensionamento e verifica delle reti di drenaggio previste rispettivamente per le aree del molo esistente e della Banchina Nord;
- Vasche di Prima Pioggia: calcolo e verifica delle singole vasche di prima pioggia collegate alle reti di drenaggio di cui al punto precedente;
- Collegamento Rete di Drenaggio Esistente: calcolo e verifica degli elementi necessari per il collegamento della rete di drenaggio esistente del Piazzale Movimentazione - Sosta Merci con il Fosso Arzano.

1.2 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il presente documento è sviluppato in osservanza alle previsioni e prescrizioni della seguente documentazione:

- Regione Lazio, Dipartimento Territorio, Direzione Ambiente e Cooperazione tra i Popoli, Autorita' dei Bacini Regionali, Segreteria Tecnico-Operativa, 2008, "Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) — Norme di attuazione".
- Regione Lazio, Consiglio Regionale, Deliberazione No. 42 del 27 settembre 2007, "Piano di Tutela delle Acque Regionali (PTAR) ai sensi del D.Lgs. n. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, No. 152 "Norme in materia ambientale"
- Decreto Ministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi".
- Decreto Ministeriale 16 Gennaio 1996: "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- Decreto Ministeriale 12 Dicembre 1985 "Norme tecniche relative alle tubazioni";
- Circolare LL.PP. 27291 istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- O.P.C.M. 3274 del 20 Marzo 2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", G.U.della Repubblica Italiana n. 105 del 8 Maggio 2003.
- DIN 4033 Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione;
- UNI 7517 Guida per la scelta della classe dei tubi sottoposti a carichi esterni e funzionanti con o senza pressione interna;
- UNI EN 1916 Tubi di calcestruzzo armato, non armato e rinforzato con fibre d'acciaio;
- UNI EN 681 Elementi di tenuta in elastomero. Requisiti dei materiali per giunti di tenuta nelle tubazioni utilizzate per adduzione e scarico delle acque;
- UNI EN 124 Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e da veicoli;
- UNI EN 1433 Canalette di drenaggio per aree soggette al passaggio di veicoli e pedoni.

2 FOSSO ARZANO

Il progetto di ampliamento del piazzale in destra idrografia dell'attuale foce del Fosso Arzano prevede anche la sistemazione della parte terminale del fosso in esame. La foce viene avanzata verso il mare aperto di circa 290 m rispetto all'attuale foce ubicata immediatamente a sinistra della radice dello sporgente del molo.

2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Il Progetto prevede per il Fosso Arzano la realizzazione di una sezione di deflusso trapezoidale, avente una luce di fondo pari a 7.0 m, una quota del fondale a -2.0 m e delle scarpate di raccordo con il piano di campagna, di pendenza 2:3.

Al fine di proteggere le scarpate dall'erosione spondale, queste sono state rivestite con la messa in opera di un materasso. Tale materasso è costituito da due tessuti in poliestere ad alta tenacità sovrapposti e solidali fra loro tramite punti di contatto a singolo telo e riempito da calcestruzzo o miscele cementizie. I punti di contatto, a sezione quadrata, servono anche come elementi di filtraggio e compensazione di pressione.

La realizzazione di una sezione trapezoidale per il deflusso del Fosso Arzano con scarpate di pendenza 2:3 comporta una riduzione dell'area d'intervento su Molo Salvo d'Acquisto.

2.2 VERIFICA IDRAULICA

2.2.1 Opera a progetto

Il progetto di ampliamento del piazzale in destra idrografia dell'attuale foce del Fosso di Monte Lauro prevede anche la sistemazione della parte terminale del fosso in esame. La foce viene avanzata verso il mare aperto di circa 290 m rispetto all'attuale foce ubicata immediatamente a sinistra della radice dello sporgente del molo.

Il prolungamento dell'attuale sezione trasversale di tipo trapezoidale del canale di sbocco esistente, avviene mediante la realizzazione di un canale a sezione trapezia lungo tutto lo sviluppo fino a raggiungere l'esistente banchina, sulla quale è stata prevista una apertura di sezione rettangolare a concludere lo sbocco a mare.

La sezione del Canale deve essere tale da garantire il deflusso della portata di progetto tutta all'interno della sezione.

Attualmente il Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) non identifica l'intero bacino imbrifero del Fosso di Monte Lauro come area a pericolo d'inondazione, inclusa la zona in adiacenza al Porto. Ne risulta che il progetto in questione non entra in nessuna area di rischio e quindi non è vincolato dalle normative del PAI. Inoltre, essendo il Fosso fuori da ogni fascia di pericolosità attribuita dal PAI, non è richiesto un livello di studio dettagliato o elaborati specifici nella realizzazione del seguente documento.

Si riporta di seguito in Figura 2.1 la cartografia ufficiale dell'Autorità dei Bacini della Regione Lazio con individuate le aree a rischio; in dettaglio è evidenziata l'area di Gaeta, di interesse del Fosso Arzano, dove non si riscontrano aree di rischio.



Figura 2.1: Aree Sottoposte a Tutela per Dissesto Idrogeologico (Autorità dei Bacini Regionali del Lazio)

2.2.2 Studio Idraulico

Lo studio idrologico di base, atto a determinare il valore della portata defluente nel nostro Fosso, è riferito al lavoro già svolto e approvato per la redazione del Progetto Definitivo. Dalla relazione Idrogeologica e Idraulica è quindi possibile ricavare i dati di partenza necessari alle verifiche, scopo principale dell'analisi, qui riportate.

L'indagine idraulica è stata estesa dalla futura posizione della foce procedendo verso monte, fino a raggiungere l'attuale sbocco a mare, per una lunghezza complessiva del tratto analizzato di circa 290 m, considerando un evento di piena per cui si ha il raggiungimento delle condizioni di deflusso in moto permanente delle portate al colmo.

2.2.2.1 Dati di input

Portata defluente

Il bacino imbrifero in questione è assimilabile ad un "piccolo bacino" con area inferiore a 100 km². Da un punto di vista pluviografico nei piccoli bacini i deflussi più temibili derivano da precipitazioni intense, brevi e concentrate; inoltre la configurazione morfologica del bacino e lo stato del suolo possono alterare profondamente i caratteri del decorso della piena.

Per la determinazione delle portate di piena del corso d'acqua in esame si è fatto riferimento ai dati forniti dal Progetto Definitivo, il quale ha fatto riferimento a tre studi sulle massime piene di alcuni bacini nell'Italia Centrale e Centro-Settentrionale:

- Calenda G., Casentino C.: "Analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale" (1996);
- Brath, Franchini e Galeati: "Valutazione delle piogge intense nell'Italia centosettentrionale" (1998), che fanno riferimento ad un modello probabilistico che interpreta le distribuzioni degli eventi di pioggia di varia durata;

- Mele P.: "Contributi di massima piena dei corsi d'acqua italiani con piccolo bacino imbrifero" (1976) che applica il tradizionale metodo delle curve di inviluppo delle portate di piena e mette in relazione l'area del bacino idrografico e la massima portata al colmo di piena registrata nel passato. Tale metodo viene utilizzato ancora in tutte quelle zone prive di misure (come quello in esame) e per valutazioni di massima, facendo riferimento a valori determinati in bacini limitrofi e di simili caratteristiche.

Per il calcolo della portata si è utilizzato il metodo cinematico, essendo questo il metodo che meglio caratterizza i piccoli bacini.

Il metodo cinematico consiste nel calcolare le portate di piena a partire dalle piogge. Esso si basa sul concetto che se la pioggia è distribuita uniformemente sul bacino, essa produce un colmo di piena in corrispondenza del tempo necessario affinché la particella d'acqua caduta nel punto più lontano dalla sezione di chiusura giunga nella predetta sezione (tempo di corrivazione). Pertanto per la stima della massima piena verrà assunto un tempo di pioggia (tp) pari al tempo di corrivazione (tc) che può essere maggiorato di un tempo di ritardo (te) dovuto all'effetto di invaso del bacino.

Verificato per il bacino del fosso Arzano, di estensione pari a circa 4 km² con pendenza media $i = 9.5\%$, il valore del tempo di corrivazione è pari a 0.982 ore.

I dati di pioggia di riferimento assunti per la determinazione della portata sono stati ricavati dall'analisi regionale di frequenza delle precipitazioni intense rilevate nella rete del Servizio Idrografico dei tre compartimenti di Bologna, Pisa e Roma. In pratica, è stata considerata una serie storica delle altezze di pioggia massima annua rilevate da stazioni pluviometriche con dislocazione abbastanza uniforme (densità media di 1 stazione ogni 52 Km² per i valori giornalieri e di 169 Km² nel caso di dati orari) con almeno 30 anni di osservazioni all'interno del periodo 1916 ÷ 1991.

Si ottiene una portata avente un tempo di ritorno duecentennale, da utilizzare nella simulazione per la determinazione del profilo di rigurgito pari a $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Materiali

Come rivestimento e protezione degli argini si è scelto di utilizzare un rivestimento in materassi geosintetici iniettati di calcestruzzo o miscele cementizie, tipo Flexitex Filter Point. Il materasso è costituito da due tessuti in poliestere ad alta tenacità sovrapposti e solidali fra loro tramite punti di contatto a singolo telo. Tali punti, a sezione quadrata, servono anche come elementi di filtraggio e compensazione di pressione. Il rivestimento ha uno spessore medio di 13.5 cm.

La superficie finale del rivestimento, a seguito della presenza dei punti di filtraggio, avrà una forma bugnata, rivestita dal geotessile; pertanto si può assimilare la parete rivestita come quella di una muratura irregolare, attribuendo un coefficiente di scabrezza per canali a pelo libero pari a :

- coefficiente di Manning: $n = 0.018 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$

Geometria

Il prolungamento del Fosso si ottiene mediante realizzazione, lungo tutto il suo sviluppo, di una sezione tipo trapezoidale. Le scarpate laterali sono inclinate con pendenza 3 su 2; la quota del fondo sarà imposta a -2 m s.l.m., mentre la quota di sommità raggiunge la quota

Il tratto interessato dalle verifiche è stato discretizzato come segue, procedendo da valle verso monte:

- Tratto A: sezione rettangolare. Il tratto già esistente è stato realizzato con apertura al di sotto del tratto terminale del Molo Salvo D'Acquisto. La quota del fondo varia dai -10 m s.l.m. a seguito del dragaggio, nella sezione esterna, a -2 m s.l.m. nella sezione interna. Le pareti laterali sono rivestite in cemento fino alla quota -0.5 m s.l.m e in lamiera ondulata nella rimanente parte; si attribuisce, quindi, un coefficiente di scabrezza di Manning n pari a $0.025 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ (canali rivestiti in lamiera ondulata).

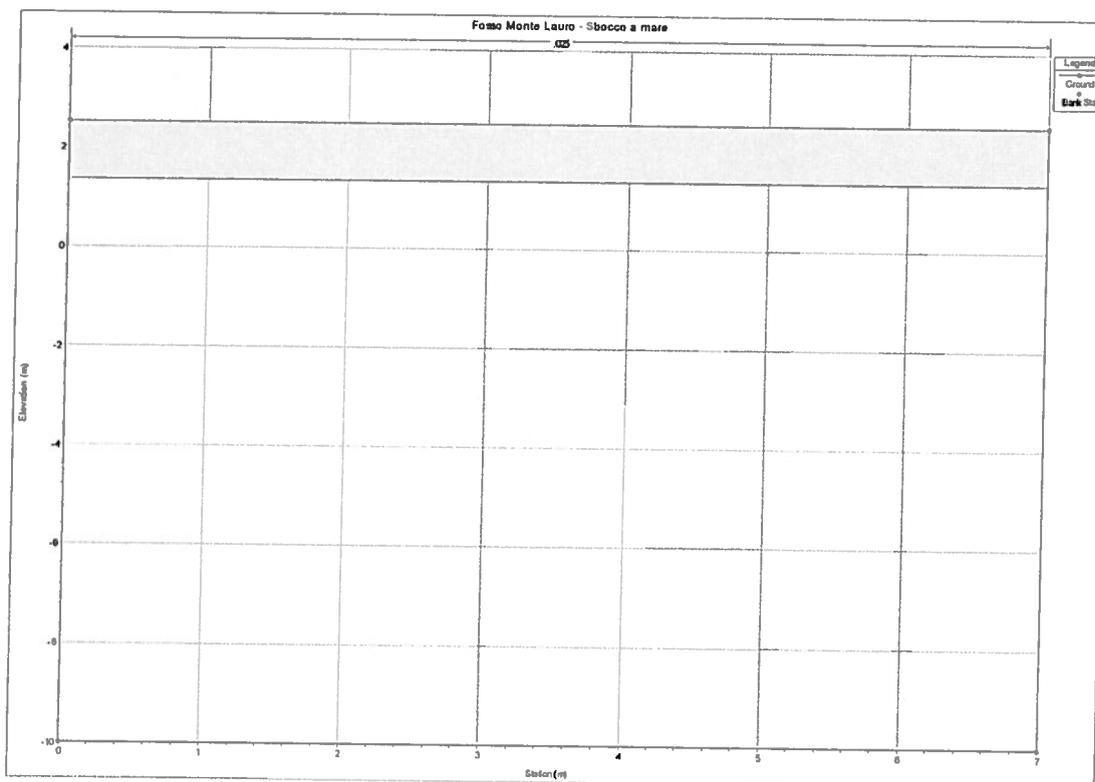


Figura 2.3: Sezione d'alveo - Tratto A

- Tratto B: sezione trapezoidale. Sezione di progetto con quota del fondo scavata a -2 m s.l.m. Al canale rivestito in materassi geosintetici è associato un valore del coefficiente di Manning n pari a $0.018 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ come precedentemente descritto.

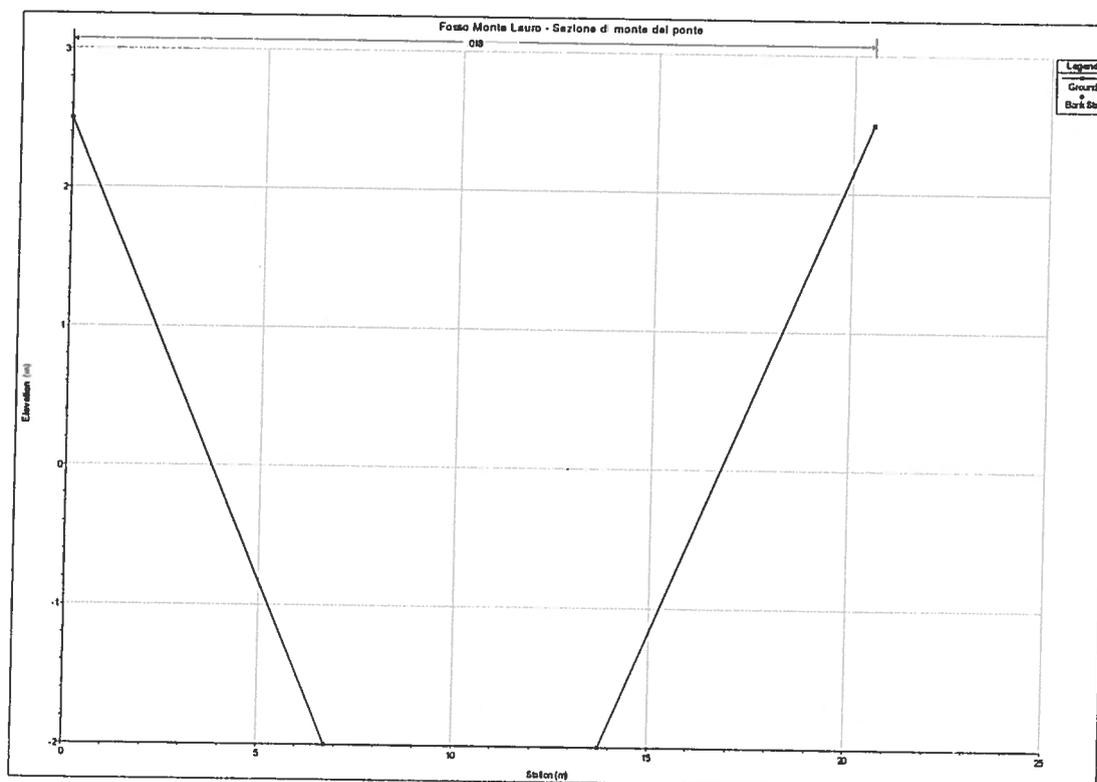


Figura 2.4: Sezione d'alveo - Tratto B

- Tratto C: sezione di raccordo tra la sezione di progetto e l'attuale sbocco a mare del Fosso. La sezione si mantiene trapezoidale mentre la quota fondo si raccorda a quota -1 m s.l.m. Le pareti del tratto esistente sono rivestite con scogliera in massi naturali a cui si attribuisce un coefficiente di scabrezza di Manning n pari a $0.030 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ (Canale con fondo regolarizzato e sponde in scogliera).

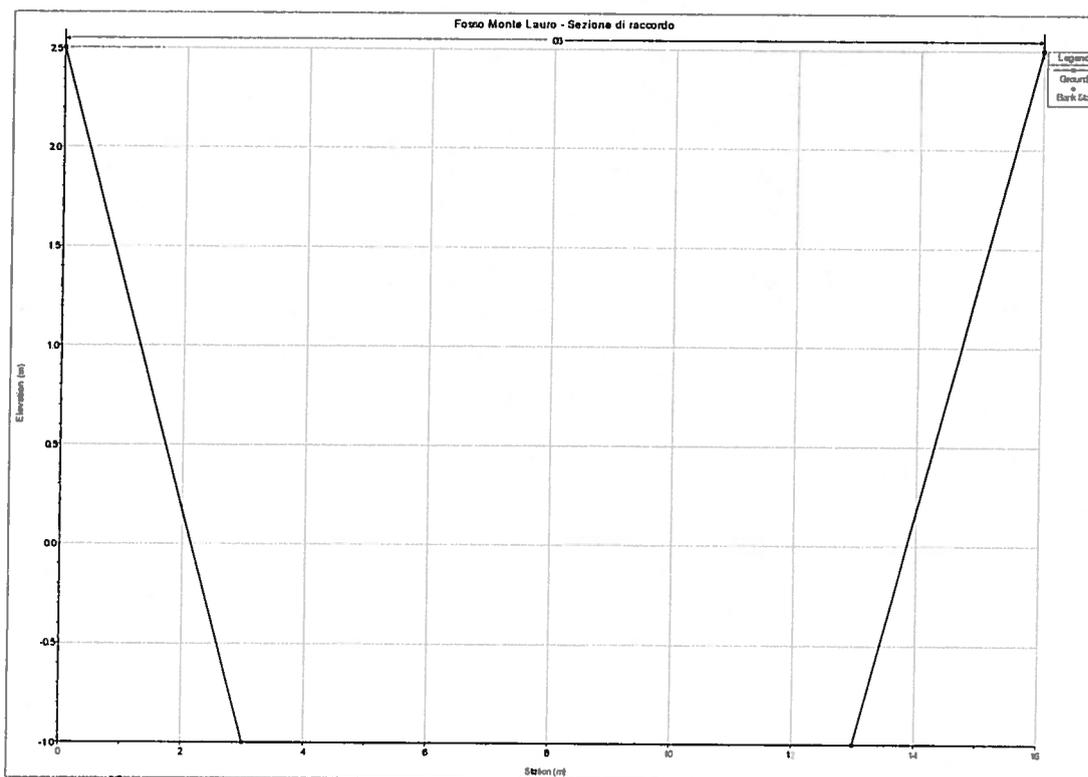


Figura 2.5: Sezione d'alveo - Tratto C

Sotto queste ipotesi è stato possibile definire le caratteristiche idraulico-cinematiche della corrente idrica (velocità, tirante idrico) applicando la legge di Bernoulli (equilibrio dei carichi totali) risolta alle differenze finite.

Le verifiche idrauliche effettuate hanno lo scopo di verificare che la soluzione proposta consenta il transito della portata di progetto evitando il verificarsi di deflusso in pressione al di sotto dell'impalcato ed allagamenti del costruendo piazzale.

2.2.2.3 Analisi dei risultati

Deflusso della portata di progetto

I risultati dei calcoli sono esposti in forma tabellare (Tabella 2.1) dove si riportano nell'ordine le seguenti principali grandezze:

- la relativa sezione di calcolo (River Sta);
- la portata di deflusso (Q total);
- la quota di fondo alveo (Min Ch El);
- la quota di pelo libero in moto permanente (W. S. Elev);
- la velocità media (Vel Chnl);
- l'area su cui avviene il deflusso (Flow Area);
- il numero di Froude (Froude).

Protocollo PROVLT/AOO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 40 di 109

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA

PORTO COMMERCIALE DI GAETA

Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Fosso		5 PF 1	50	-1	0.63	0.31	1.00	0.004625	2.70	18.54	12.79	0.72
Fosso	4.8'	PF 1	50	-1.2	0.68		0.97	0.002820	2.34	21.39	13.23	0.58
Fosso	4.8'	PF 1	50	-1.4	0.73		0.95	0.001498	2.09	23.90	13.71	0.50
Fosso	4.2'	PF 1	50	-1.0	0.76		0.94	0.009959	1.89	26.43	14.22	0.44
Fosso	4.2'	PF 1	50	-1.9	0.78		0.93	0.009588	1.73	28.95	14.79	0.40
Fosso	3.99'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000370	1.60	31.25	15.38	0.38
Fosso	3.99'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000370	1.60	31.25	15.38	0.38
Fosso	3.97'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.96'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.95'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.94'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.93'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.92'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.91'	PF 1	50	-2	0.79		0.92	0.000371	1.60	31.24	15.38	0.38
Fosso	3.9	PF 1	50	-2	0.79	-0.48	0.92	0.000371	1.60	31.23	15.38	0.38
Fosso	3.85	Bridge										
Fosso	3.8	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.10	15.35	0.38
Fosso	3.75'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.10	15.35	0.38
Fosso	3.7	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.68'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.68'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.64'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.62'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.6	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.5805'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000376	1.61	31.09	15.35	0.38
Fosso	3.5701'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000377	1.61	31.08	15.34	0.38
Fosso	3.5607'	PF 1	50	-2	0.78		0.91	0.000378	1.61	31.02	15.33	0.38
Fosso	3.5503'	PF 1	50	-2	0.77		0.91	0.000379	1.61	30.99	15.33	0.38
Fosso	3.5470'	PF 1	50	-2	0.77		0.91	0.000380	1.62	30.98	15.32	0.38
Fosso	3.5375'	PF 1	50	-2	0.77		0.90	0.000381	1.62	30.92	15.31	0.38
Fosso	3.5270'	PF 1	50	-2	0.77		0.90	0.000382	1.62	30.89	15.31	0.38
Fosso	3.5166'	PF 1	50	-2	0.77		0.90	0.000383	1.62	30.88	15.30	0.38
Fosso	3.5082'	PF 1	50	-2	0.76		0.90	0.000385	1.62	30.82	15.30	0.38
Fosso	3.4958'	PF 1	50	-2	0.76		0.89	0.000386	1.62	30.79	15.29	0.37
Fosso	3.4854'	PF 1	50	-2	0.76		0.89	0.000387	1.63	30.78	15.28	0.37
Fosso	3.475'	PF 1	50	-2	0.76		0.89	0.000388	1.63	30.72	15.28	0.37
Fosso	3.4645'	PF 1	50	-2	0.75		0.89	0.000391	1.63	30.69	15.27	0.37
Fosso	3.4541'	PF 1	50	-2	0.75		0.89	0.000392	1.63	30.66	15.26	0.37
Fosso	3.4437'	PF 1	50	-2	0.75		0.89	0.000393	1.63	30.62	15.26	0.37
Fosso	3.4333'	PF 1	50	-2	0.75		0.88	0.000394	1.64	30.55	15.25	0.37
Fosso	3.4229'	PF 1	50	-2	0.75		0.88	0.000395	1.64	30.52	15.24	0.37
Fosso	3.4125'	PF 1	50	-2	0.74		0.88	0.000397	1.64	30.49	15.23	0.37
Fosso	3.4020'	PF 1	50	-2	0.74		0.88	0.000398	1.64	30.45	15.22	0.37
Fosso	3.3916'	PF 1	50	-2	0.74		0.88	0.000399	1.64	30.42	15.21	0.37
Fosso	3.3812'	PF 1	50	-2	0.74		0.87	0.000400	1.65	30.38	15.21	0.37
Fosso	3.3708'	PF 1	50	-2	0.73		0.87	0.000402	1.65	30.35	15.20	0.37
Fosso	3.3604'	PF 1	50	-2	0.73		0.87	0.000403	1.65	30.31	15.19	0.37
Fosso	3.35'	PF 1	50	-2	0.73		0.87	0.000404	1.65	30.28	15.19	0.37
Fosso	3.3385'	PF 1	50	-2	0.73		0.87	0.000405	1.65	30.24	15.18	0.37
Fosso	3.3281'	PF 1	50	-2	0.72		0.88	0.000407	1.65	30.21	15.17	0.37
Fosso	3.3176'	PF 1	50	-2	0.72		0.88	0.000408	1.65	30.17	15.17	0.38
Fosso	3.3083'	PF 1	50	-2	0.72		0.88	0.000409	1.65	30.14	15.16	0.38
Fosso	3.2979'	PF 1	50	-2	0.72		0.88	0.000411	1.65	30.10	15.15	0.38
Fosso	3.2875'	PF 1	50	-2	0.72		0.88	0.000412	1.65	30.08	15.15	0.38
Fosso	3.2770'	PF 1	50	-2	0.71		0.85	0.000414	1.67	30.03	15.14	0.38
Fosso	3.2666'	PF 1	50	-2	0.71		0.85	0.000415	1.67	29.99	15.13	0.38
Fosso	3.2562'	PF 1	50	-2	0.71		0.85	0.000416	1.67	29.95	15.12	0.38
Fosso	3.2458'	PF 1	50	-2	0.71		0.85	0.000418	1.67	29.92	15.12	0.38
Fosso	3.2354'	PF 1	50	-2	0.70		0.85	0.000419	1.67	29.88	15.11	0.38
Fosso	3.225'	PF 1	50	-2	0.70		0.84	0.000420	1.68	29.85	15.10	0.38
Fosso	3.2145'	PF 1	50	-2	0.70		0.84	0.000422	1.68	29.81	15.10	0.38
Fosso	3.2041'	PF 1	50	-2	0.70		0.84	0.000423	1.68	29.77	15.09	0.38
Fosso	3.1937'	PF 1	50	-2	0.69		0.84	0.000425	1.68	29.74	15.08	0.38
Fosso	3.1833'	PF 1	50	-2	0.69		0.84	0.000428	1.68	29.70	15.07	0.38
Fosso	3.1729'	PF 1	50	-2	0.68		0.83	0.000428	1.68	29.66	15.07	0.38
Fosso	3.1625'	PF 1	50	-2	0.68		0.83	0.000429	1.69	29.63	15.06	0.38
Fosso	3.1520'	PF 1	50	-2	0.68		0.83	0.000431	1.69	29.59	15.05	0.38
Fosso	3.1416'	PF 1	50	-2	0.68		0.83	0.000432	1.69	29.55	15.04	0.38
Fosso	3.1312'	PF 1	50	-2	0.68		0.82	0.000434	1.69	29.51	15.04	0.38
Fosso	3.1208'	PF 1	50	-2	0.68		0.82	0.000435	1.70	29.48	15.03	0.38
Fosso	3.1104'	PF 1	50	-2	0.67		0.82	0.000437	1.70	29.44	15.02	0.38
Fosso	3.1	PF 1	50	-2	0.67		0.82	0.000438	1.70	29.40	15.01	0.38
Fosso	3.05'	PF 1	50	-2	0.67		0.82	0.000438	1.70	29.40	15.01	0.38
Fosso	2.9	PF 1	50	-2	0.67		0.82	0.000438	1.70	29.40	15.01	0.38
Fosso	2.8'	PF 1	50	-2	0.64		0.82	0.000591	1.66	28.82	13.33	0.42
Fosso	2.9	PF 1	50	-2	0.59		0.91	0.000904	2.08	24.22	11.87	0.46
Fosso	2.4'	PF 1	50	-2	0.53		0.91	0.001311	2.32	21.67	10.04	0.50
Fosso	2.2'	PF 1	50	-2	0.44		0.90	0.002240	2.95	18.95	8.46	0.67
Fosso	2	PF 1	50	-2	0.29	-0.27	0.79	0.003964	3.13	16.00	7.00	0.68
Fosso	1.83333'	PF 1	50	-2.5	0.42	-0.80	0.72	0.001953	2.42	20.68	7.00	0.45
Fosso	1.86666'	PF 1	50	-3.1	0.48	-1.34	0.69	0.001191	2.01	24.83	7.00	0.34
Fosso	1.8'	PF 1	50	-4.1	0.54	-1.87	0.67	0.000805	1.74	28.81	7.00	0.27
Fosso	1.86666'	PF 1	50	-4.7	0.55	-2.40	0.68	0.000580	1.53	32.70	7.00	0.23
Fosso	1.8'	PF 1	50	-5.2	0.58	-2.97	0.65	0.000438	1.37	38.54	7.00	0.19
Fosso	1.83333'	PF 1	50	-5.7	0.57	-3.50	0.64	0.000340	1.24	40.35	7.00	0.18
Fosso	1.86666'	PF 1	50	-6.3	0.58	-4.03	0.63	0.000272	1.13	44.14	7.00	0.14
Fosso	1.4'	PF 1	50	-6.8	0.58	-4.57	0.63	0.000193	0.97	51.69	7.00	0.11
Fosso	1.33333'	PF 1	50	-7.3	0.59	-5.10	0.63	0.000158	0.80	55.45	7.00	0.10
Fosso	1.26666'	PF 1	50	-7.9	0.59	-5.63	0.63	0.000132	0.68	59.21	7.00	0.09
Fosso	1.2'	PF 1	50	-8.4	0.59	-6.17	0.63	0.000118	0.79	62.96	7.00	0.08
Fosso	1.13333'	PF 1	50	-9.0	0.60	-6.70	0.63	0.000100	0.75	66.71	7.00	0.08
Fosso	1.06666'	PF 1	50	-9.5	0.60	-7.23	0.62	0.000088	0.71	70.46	7.00	0.07
Fosso	1	PF 1	50	-10.0	0.60	-7.77	0.62	0.000078	0.67	74.20	7.00	0.07

Tabella 2.1: Tabulato di Out-put del Programma HEC-RAS

Nella citata Tabella, sono riportati i valori dei tiranti idrici del corso d'acqua che si realizzano nel tratto considerato, per la configurazione presa in esame. Dall'analisi si osserva come i livelli idrici, a partire dalla foce e muovendosi verso monte, si innalzano di circa 19 cm rispetto alla quota di partenza prima di raggiungere la sezione corrispondente all'attuale foce del fosso in esame.

Il livello idrico che si raggiunge in corrispondenza del ponte di attraversamento del Fosso è pari a circa 0.79 m s.l.m. garantendo un franco di sicurezza pari a 21 cm del tutto accettabile visto che il calcolo è stato svolto per portata duecentennale con una condizione di alta marea eccezionale. Inoltre, dalla medesima tabella si evince che le velocità raggiunte nel tratto in esame rimangono contenute e leggermente variabili attestandosi intorno ad un valore inferiore a 1,7 m/s. In corrispondenza del tratto di transito che porta alla apertura al di sotto della banchina terminale del Molo Salvo D'Acquisto si realizza un modesto risalto causato dal parziale restringimento della sezione con incremento della velocità del flusso. Incremento solo locale non interessante il finale sbocco a mare del deflusso.

Si riporta per completezza, in Figura 2.6 il profilo longitudinale del deflusso che si verifica lungo il Fosso Arzano per la portata duecentennale.

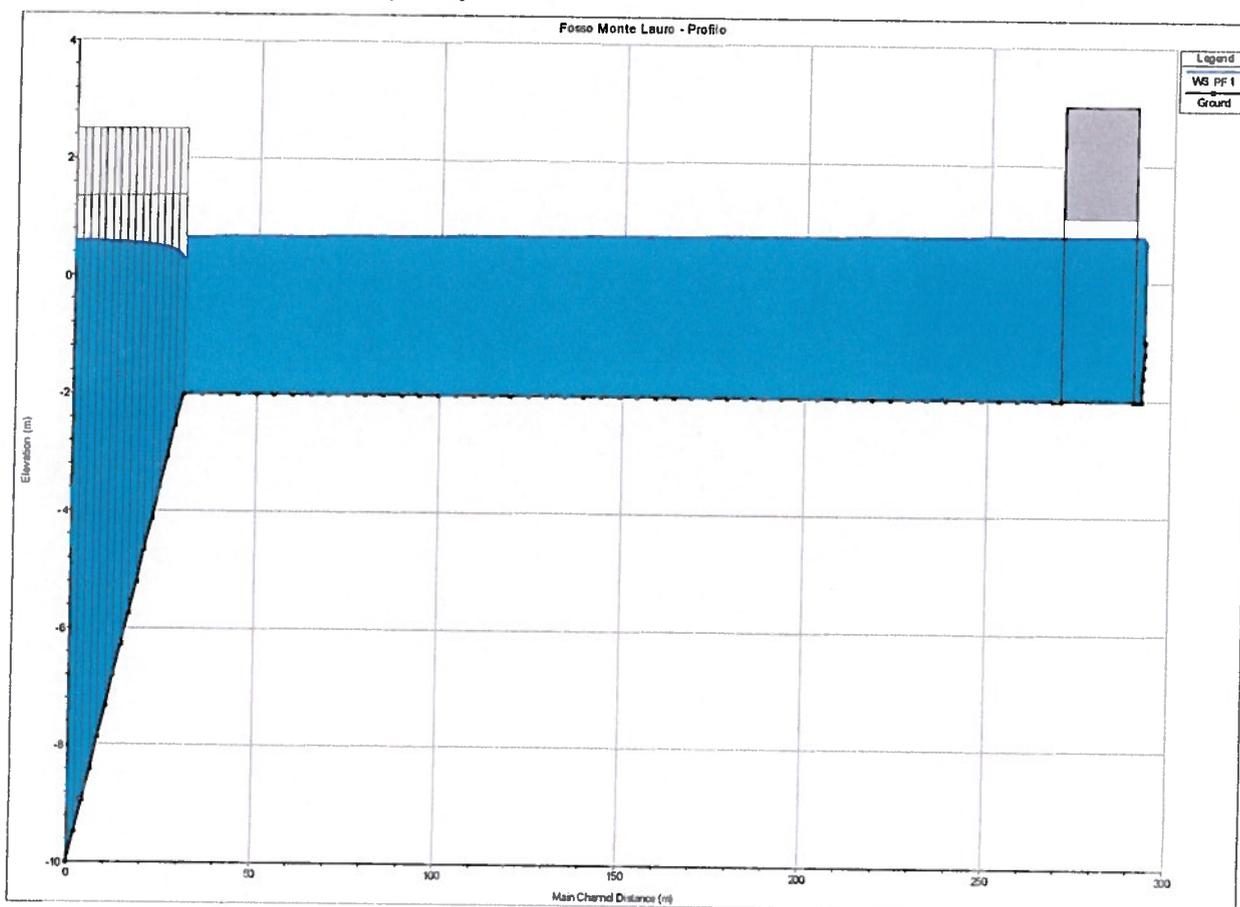


Figura 2.6: Profilo Longitudinale del Deflusso con $T_R = 200$ anni

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

I risultati ottenuti dimostrano la bontà della scelta effettuata, poiché il deflusso della portata di piena in corrispondenza del tempo di ritorno duecentennale viene assicurato senza che si verifichino particolari problemi.

Lo studio di dettaglio per l'ultimo tratto di fosso esaminato, avente una lunghezza di circa 290 m, ha permesso di verificare la scelta progettuale necessaria per consentire il deflusso della portata di piena determinata nello studio idrologico. In particolare, da queste ultime simulazioni effettuate, si è potuto constatare che le dimensioni della sezione nel tratto immediatamente a monte della foce risultano adeguate e consentono un regolare deflusso della portata determinata.

3 DRENAGGIO ACQUE METEORICHE

3.1 INTRODUZIONE E METODOLOGIA DI CALCOLO

La Legge Regionale n. 42 del 27 settembre 2007 ha approvato il piano di tutela delle acque, in cui sono contenute le disposizioni sulle acque di lavaggio e di prima pioggia. Il Piano di tutela fa riferimento al d.lgs. 3 aprile 2006 n. 152; ai sensi del comma 3 dell'art.13 le acque di lavaggio e di prima pioggia dei piazzali e aree esterne industriali devono essere convogliate e opportunamente trattate, prima dello scarico nel corpo idrico ricettore. Pertanto dovranno essere previste opportune reti di smaltimento delle acque.

Il presente paragrafo illustra in particolare le elaborazioni e le metodologie di calcolo finalizzate alla determinazione dell'andamento degli afflussi meteorici intensi, con durata inferiore alle 24 ore, sull'area in esame, e la descrizione delle elaborazioni e delle metodologie di calcolo finalizzate alla determinazione delle portate di progetto e al dimensionamento dei collettori della rete di smaltimento delle acque meteoriche previste nel progetto e delle relative opere accessorie.

Per la corretta definizione delle portate di progetto della rete è stata preliminarmente effettuata un'analisi statistica sull'entità delle precipitazioni di breve durata e massima intensità registrate nelle stazioni pluviometriche poste in prossimità di Gaeta, che risultano più rappresentativa del regime delle piogge intense nell'area in esame, sia per la lunga serie storica di registrazioni (oltre 50 anni) che per l'affidabilità dei dati.

La portata di ciascun tronco della rete di drenaggio è stata determinata attraverso il metodo cosiddetto "dell'invaso", assumendo come riferimento per la scelta del rischio di accadimento il tempo di ritorno $T=10$ anni.

Nel dimensionamento delle reti si è tenuto conto di un grado di riempimento inferiore a 0,8, tale da garantire una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso.

Quale materiale delle condotte è stata utilizzato il calcestruzzo vibro-compresso.

3.1.1 Pluviometria - Analisi Statistica

Si sono utilizzati i dati ottenuti dall'Ufficio Idrografico e Mareografico della Regione Lazio. Nella zona di studio non si sono riscontrate stazioni pluviometriche pertanto sono stati valutati i dati delle stazioni pluviometriche limitrofe, ed estesi i risultati delle relative elaborazioni alla zona oggetto di studio.

Sono stati raccolti i dati delle precipitazioni di massima intensità e breve durata registrati alle stazioni pluviometriche appartenenti ai bacini di Badino e del Lago di Fondi, e ubicate a circa 25 Km dal sito oggetto dello studio ad una quota compresa tra 1 e 5 m s.l.m., che appaiono quelle più rappresentative del regime delle piogge intense nell'area in esame, sia per la lunga serie storica di registrazioni che per l'appartenenza alla stessa zona climatica di Gaeta. Di tali stazioni sono disponibili i dati storici di precipitazione di massima intensità e breve durata per il periodo 1951-2002 (52 anni). I dati ufficialmente pubblicati dal Servizio Idrografico costituiscono un campione storico sufficientemente esteso ed omogeneo per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, mentre per i dati con durata inferiore a 1 ora, le letture non sono continue anche a causa della variabilità degli intervalli temporali di riferimento utilizzati. In

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
 Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Tabella 3.1 sono riportati anno per anno i valori di precipitazione di massima intensità per le durate di 10, 20, 30 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore, utilizzati nelle successive elaborazioni.

Pliuometri del Bacini di Badino e Fondi		Anni di osservazione: 1951 - 2002						
Altezze massime di pioggia [mm] per assegnate durate								
Anno	Durata							
	10 min	20 min	30 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1951			13,8	22,00	45,80	50,20	84,60	84,60
1952				32,80				
1953				60,00	60,00	60	72,4	74,8
1954				11,60	17,40	28,5	35,5	44
1955				45,00	56,00	56	61,4	89,4
1956			10,2	28,20	73,40	73,8	74,2	77,4
1957		11,2		29,80	34,80	41,5	49,2	54
1958				28,80	35,40	40	50,5	55,8
1959		10,8		46,80	47,00	47	47	59,4
1960				45,50	63,60	70,60	74,50	76,20
1961		11		38,60	40,00	57,6	80	109,2
1962	10,80			32,60	35,00	44,6	64,6	70
1963			21,8	47,00	47,00	47,4	69,2	87,6
1964		20,2		29,50	32,20	50	62,6	98,2
1965			17,8	28,50	31,50	51,4	71,8	72,8
1966	14,40		16,20	30,20	46,40	46,8	46,8	75,8
1967								
1968		10,00	14,60	31,00	37,00	47,00	50,00	50,20
1969		11,40		37,00	61,40	64,80	66,60	78,00
1970		12,00	15,40	39,00	54,00	68,00	84,40	86,40
1971		13,60		35,60	51,60	63,60	72,40	78,20
1972			14,60	32,00	37,20	37,40	45,00	70,40
1973		11,80	16,40	20,80	25,00	45,00	61,80	69,80
1974								
1975								
1976			13,20	39,20	39,20	39,20	42,40	59,20
1977	25,00	35,00	40,00	34,60	36,60	47,60	55,40	55,40
1978			21,20	22,60	28,60	36,00	61,00	96,80
1979				37,20	48,20	56,60	71,80	120,80
1980								
1981			22,00	29,00	31,00	32,60	36,20	51,80
1982				14,20	19,80	30,40	34,40	46,00
1983			30,00	34,00	46,40	77,00	77,00	77,00
1984			21,80	27,80	50,00	97,00	118,40	150,80
1985			25,00	37,00	43,80	56,00	90,80	91,20
1986			21,60	23,60	28,80	34,20	54,40	54,80
1987			23,00	23,60	26,60	48,60	53,40	53,40
1988				17,80	27,80	44,40	61,20	71,20
1989			31,40	32,20	46,60	46,60	50,40	62,60
1990			18,80	36,60	61,80	86,00	124,40	144,00
1991			20,00	34,20	44,20	46,60	46,60	47,60
1992			26,00	30,00	30,60	39,60	69,80	89,60
1993				34,00	38,40	38,40	38,60	38,60
1994								
1995				56,40	99,00	100,4	137,8	167,4
1996	18,00	28,20	35,40	44,60	49,40	49,60	68,80	70,20
1997	15,00	24,40	30,40	44,80	51,20	51,20	69,60	83,80
1998	16,40	21,60	24,60	30,40	35,00	48,80	66,40	77,00
1999	10,00	14,60	15,80	19,80	23,20	27,00	43,40	53,60
2000	15,60	20,40	22,20	39,40	44,00	47,00	57,00	80,00
2001	19,40	22,00	23,20	26,20	35,00	43,60	44,00	44,20
2002	14,80	27,80	35,60	39,20	40,40	41,00	46,20	60,40
n campioni	10	17	29	47	46	46	46	46
minimo	10,0	10,0	10,2	11,6	17,4	27,0	34,4	38,6
massimo	25,0	35,0	40,0	60,0	99,0	100,4	137,8	167,4
media	15,9	18,0	22,1	33,2	42,6	51,2	64,0	76,3

Tabella 3.1: Serie storiche delle precipitazioni di massima intensità per diverse durate

Protocollo PROVLT/AOO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 45 di 109

Tali valori hanno fornito la base dell'analisi probabilistica finalizzata alla determinazione delle curve segnalatrici di probabilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno. Le elaborazioni sono state condotte regolarizzando le altezze di pioggia massime annuali per ciascuna durata utilizzando diverse leggi probabilistiche ed individuando quella che meglio si adatta a rappresentare il fenomeno. In particolare, indicando con h [mm] la variabile altezza di pioggia, con $P(h)$ la sua probabilità cumulata, con $m(h)$ la media e con $s(h)$ lo scarto quadratico medio, sono state utilizzate:

Distribuzione asintotica del massimo valore del tipo I (di Gumbel):

$$P(h) = \exp[-\exp[-a \cdot (h-u)]]$$

con:

$$a = \frac{1.283}{s(h)}$$

$$u = m(h) - \frac{0.577}{a}$$

Distribuzione log-normale a due parametri (di Galton):

$$P(h) = \frac{1}{\sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2} \cdot u^2} \cdot du$$

con:

$$u = a \cdot \ln(h) + b$$

$$a = \left[\ln \left(1 + \left(\frac{s(h)}{m(h)} \right)^2 \right) \right]^{-0.5}$$

$$b = \frac{0.5}{a} - a \cdot \ln(m(h))$$

Distribuzione Gamma a due parametri (di Pearson):

$$P(h) = \frac{\alpha^\gamma}{\Gamma(\gamma)} \cdot \int_0^h e^{-\alpha \cdot h} \cdot h^{\gamma-1} \cdot dh$$

con:

$$\alpha = \frac{m(h)}{s^2(h)}$$

$$\gamma = \left[\frac{m(h)}{s(h)} \right]^2$$

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^{\infty} e^{-u} \cdot u^{\gamma-1} \cdot du$$

Per le serie di ciascuna durata e per ognuna delle tre distribuzioni di probabilità si sono dedotte le stime dei parametri caratteristici utilizzando per la stima di $m(h)$ e $s(h)$ il metodo dei momenti; successivamente sono state ricavate le stime delle funzioni di probabilità cumulata $P(h)$.

Per il calcolo delle frequenze osservate è stata utilizzata la formula di Gringorten per la stima della "plotting position":

$$F(i) = \frac{i - 0.44}{N + 0.12}$$

dove:

- i è il numero d'ordine delle osservazioni;
- N il numero totale delle osservazioni.

Dovendo identificare la distribuzione teorica che porge globalmente la miglior regolarizzazione dei campioni sperimentali si è eseguito il test di adattamento del chi-quadro (o di Pearson).

In particolare per ciascuna durata si è suddiviso il campo di esistenza della variabile altezza di precipitazione in un numero di intervalli tali da rispettare il principio dell'equiprobabilità, in modo che ogni classe individuata contenesse almeno cinque osservazioni sperimentali.

Dall'analisi dei risultati dei test è emerso che le tre distribuzioni risultano sostanzialmente equivalenti, risultando la probabilità di superamento della variabile X_2 superiore a 0.05 (livello di significatività del test, corrispondente alla probabilità di rifiutare l'ipotesi giusta) in tutti i casi esaminati. Si è allora preferito adottare la legge di distribuzione Log-normale, che è tuttora una delle leggi più usate nelle pratiche applicazioni e che fornisce, a parità di probabilità, i valori maggiori.

3.1.2 Curve di Probabilità Pluviometrica

Verificata la bontà dell'adattamento della legge Log-normale ai valori storici osservati sono state costruite le curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

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

dove:

- h[mm] rappresenta l'altezza di pioggia per la durata t[ore] dell'evento;
- a ed n sono parametri rappresentativi della stazione.

I valori di a e di n sono stati ricavati per i tempi di ritorno di 10, 25, 50, 100, 200 anni mediante interpolazione ai minimi quadrati dei valori di h[mm] al variare della durata t[ore] per un prefissato valore di T[anni].

In particolare sono stati ricavati due diversi valori n1 e n2 del parametro n validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora, mantenendo inalterato il valore del parametro a.

In Tabella 3.2 sono riportate in forma numerica tali curve per i diversi periodi di ritorno con evidenziati i valori dei parametri a, n1 ed n2.

Pluviometri dei Bacini di Badino e Fondo		Anni di osservazione: 1951 - 2002			
Altezze di pioggia [mm] per assegnati periodi di ritorno					
t	10	25	50	100	200
[minuti]	[anni]	[anni]	[anni]	[anni]	[anni]
5	16,2	18,5	20,2	21,8	23,3
10	21,7	24,8	27,1	29,2	31,4
15	25,8	29,5	32,2	34,7	37,3
20	29,1	33,3	36,3	39,2	42,1
25	32,0	36,6	39,9	43,2	46,3
30	34,5	39,5	43,1	46,6	50,1
35	36,8	42,1	46,0	49,8	53,5
40	39,0	44,6	48,7	52,7	56,6
45	40,9	46,9	51,2	55,4	59,5
50	42,8	49,0	53,5	57,9	62,3
55	44,5	51,0	55,7	60,3	64,9
60	46,2	52,9	57,8	62,6	67,3
70	48,2	55,3	60,5	65,5	70,5
80	50,1	57,5	62,9	68,2	73,4
90	51,8	59,4	65,1	70,6	76,0
100	53,3	61,3	67,1	72,8	78,4
110	54,7	63,0	69,0	74,9	80,7
120	56,1	64,5	70,8	76,9	82,9
130	57,4	66,0	72,4	78,7	84,9
140	58,6	67,5	74,0	80,4	86,8
150	59,7	68,8	75,5	82,1	88,6
160	60,8	70,1	77,0	83,7	90,3
170	61,8	71,3	78,3	85,2	92,0
180	62,8	72,5	79,7	86,7	93,6
360	76,3	88,5	97,5	106,4	115,2
720	92,6	107,9	119,4	130,6	141,8
1440	112,5	131,7	146,2	160,4	174,6
a	46,20	52,90	57,80	62,60	67,30
n1	0,421	0,422	0,423	0,425	0,426
n2	0,280	0,287	0,292	0,296	0,300

Tabella 3.2: Curve di probabilità pluviometrica

3.1.3 Dimensionamento Idraulico

3.1.3.1 Calcolo delle portate di smaltimento

Il calcolo della portata di afflusso alle opere di drenaggio è stato eseguito per la sua specifica idoneità mediante il metodo del volume d'invaso.

Tale metodo si basa sull'ipotesi che la formazione della piena sia dovuta unicamente ad un fenomeno di invaso e schematizza il sistema formato dal bacino e dalla rete di drenaggio con un unico serbatoio soggetto ad afflussi variabili nel tempo e a deflussi che sono assunti proporzionali al volume invaso.

In particolare si è adottato in questo caso il metodo cosiddetto "Italiano", che consente il calcolo diretto del coefficiente idrometrico (portata per unità di superficie) nella forma:

$$u = 2168 \cdot n_0 \cdot \frac{(\varphi_1 \cdot a)^{1/n_0}}{W^{(1/n_0-1)}} \quad [l/s \text{ ha}]$$

valida per piccoli bacini, nella quale:

- φ_1 =coefficiente di afflusso in rete connesso con la pioggia della durata di un'ora relativa alla prefissata curva di probabilità pluviometrica di espressione $h=a \cdot t^n$;
- W =volume specifico invasabile per unità di area di bacino scolante, espresso in metri;
- a =coefficiente della curva di probabilità pluviometrica espresso in metri-ore- n ;
- $n_0=4/3 \ n$.

Il volume specifico invasabile W è dato dalla somma dell'invaso proprio della rete W_r e del cosiddetto volume dei piccoli invasi W_l che si formano sulle superfici scolanti.

Il volume proprio d'invaso è stato definito per singoli tratti di rete sulla base delle caratteristiche geometriche dei diversi manufatti.

Per il calcolo del volume dei piccoli invasi superficiali, si è assunto un valore pari a 5 mm per ettaro. Il coefficiente di afflusso è stato assunto cautelativamente pari a 1.

Il metodo consente inoltre il calcolo della durata della pioggia critica nella forma:

$$t_{cr} = (2.6 + n_0) \cdot \left(\frac{W}{\varphi_1 \cdot a} \right)^{\frac{1}{n_0}}$$

con le stesse notazioni precedenti.

Il calcolo è stato effettuato schematizzando la rete con un insieme di lati e nodi, individuando per ciascun nodo la rispettiva superficie sottesa.

Per ciascun tratto significativo sono stati valutati le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni, i valori delle superfici sottese e la relativa portata di smaltimento utilizzata nei successivi calcoli di dimensionamento e verifica.

Per le opere in oggetto è stata condotta una verifica del corretto deflusso della portata di progetto in condizioni di moto uniforme.

3.1.3.2 Verifica idraulica delle condotte

Le verifiche idrauliche delle sezioni di deflusso sono state condotte tramite le usuali formulazioni per la determinazione della profondità di moto uniforme per le correnti a pelo libero.

Il calcolo di verifica dei collettori è stato eseguito determinando le condizioni di moto uniforme mediante la formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i_f}$$

dove:

- Q [m^3/s] è la portata,
- χ [$m^{1/2} s^{-1}$] il coefficiente di attrito,
- A [m^2] l'area della sezione liquida,
- R [m] il raggio idraulico,
- i_f la pendenza dell'alveo.

Per il calcolo di χ è stata adottata la formula di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{1}{6}}$$

dove n [$m^{-1/3} s$] è il coefficiente dimensionale di scabrezza definito in funzione del materiale adottato.

Per i risultati delle verifiche idrauliche si veda quanto riportato al capitolo 3.2 e 3.3.

3.1.4 **Verifica statica delle condotte**

La verifica statica di una canalizzazione interrata consiste nell'accertare che i carichi agenti sulla struttura provochino tensioni e deformazioni ammissibili, cioè compatibili con il materiale costituente la tubazione e con le esigenze di progetto. Il criterio di verifica da adottare dipende dal comportamento della tubazione nei confronti della deformabilità, cioè dell'elasticità in sito. Nel caso di tubazioni in c.a. ci si colloca nel campo delle tubazioni rigide. In questo caso la resistenza massima sotto carico è limitata ad uno stato limite ultimo di rottura senza deformazione significativa della sezione.

Determinazione dei carichi ovalizzanti agenti sulla tubazione

Una tubazione rigida interrata risulta sottoposta a carichi verticali costituiti dal peso del terreno di ricoprimento e da eventuali sovraccarichi accidentali; tali carichi tendono ad ovalizzare la tubazione.

Per effetto dell'ovalizzazione il tubo esercita sul terreno circostante una spinta; la reazione del terreno contrasta l'ovalizzazione della tubazione contribuendo a migliorarne la stabilità.

Questo effetto stabilizzante viene quantificato in un coefficiente di posa che dipende dal modo in cui la tubazione è posata e dal tipo di rinfianco.

Lo stato tensionale interno dipende dal complesso sistema di forze agenti sulla tubazione; per tale motivo si ricorre a metodologie approssimate, sostituendo alle reali forze ovalizzanti una forza risultante che, applicata alla generatrice superiore, determini lo stesso effetto delle forze verticali effettivamente agenti.

Calcolo del carico dovuto al rinterro

Il calcolo del carico dovuto al rinterro fa riferimento alle ipotesi e i risultati ottenuti da Spangler [Spangler, 1948].

Tale carico viene calcolato in maniera differente a seconda che la posa sia in trincea stretta o in trincea larga.

Si dice che un tubo avente diametro esterno D è posato in trincea stretta quando la larghezza B della trincea a livello della generatrice superiore del tubo e l'altezza H del rinterro al di sopra di questa soddisfano una delle seguenti condizioni:

$$B \leq 2D \qquad H \geq 1.5 B \qquad (1a \text{ condizione})$$

$$2D < B < 3D \qquad H \geq 3.5 B \qquad (2a \text{ condizione}).$$

Si dice che il tubo è posato in trincea larga, quando le relazioni fra B , D , H differiscono da quelle sopra indicate.

Il valore del carico verticale sul tubo, dovuto al rinterro in condizioni di posa in trincea stretta, è dato dalla formula:

$$P_{st} = C_t \cdot \gamma_t \cdot B^2 \quad [\text{N/m}]$$

con

C_t = coefficiente di carico del terreno nella posa a trincea stretta;

γ_t = peso specifico del rinterro [valutato cautelativamente pari a 18 [kN/m³];

B = larghezza effettiva trincea alla generatrice superiore del tubo [m].

$$C_t = \frac{1 - e^{-2k(H/B)\gamma_t(\rho')}}{2k \cdot \gamma_t(\rho')}$$

$$k = \operatorname{tg}^2\left(45^\circ - \frac{\rho}{2}\right)$$

Nel caso in esame, l'angolo di attrito interno del reinterro (ρ) è considerato pari a 33° ; ρ' , angolo di attrito interno fra reinterro e terreno naturale, è assimilato a ρ .

Il valore del carico verticale sul tubo, dovuto al rinterro in condizioni di posa in trincea larga, è dato dalla formula:

$$P_{st} = C_e \cdot \gamma_t \cdot D^2 \quad [\text{N/m}]$$

Con:

C_e = coefficiente di carico del terreno nella posa a trincea larga;

γ_t = peso specifico del rinterro [valutato cautelativamente pari a $18 \text{ [kN/m}^3\text{]}$];

D = diametro esterno del tubo [m].

Il coefficiente C_e è funzione del rapporto H/D , essendo H l'altezza del rinterro al di sopra della generatrice superiore del tubo [m], ed è calcolato con le seguenti relazioni:

$$C_e = 0.1 + 0.85(D) + 0.3(H/D) \quad \text{per } H/D \leq 2.66$$

$$C_e = 0.1 + 1.68(H/D) \quad \text{per } H/D \geq 2.66$$

Il carico così calcolato risulta sempre maggiore di quello ottenibile utilizzando le "Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi ferroviari di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto".

Calcolo del carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

La valutazione del carico a livello della generatrice superiore del tubo, dovuto al transito di un mezzo circolante ad un'altezza H sopra la generatrice superiore del tubo, viene calcolato con la teoria di Boussinesq, valida nell'ipotesi di terreno elastico, omogeneo e isotropo.

Calcolo del carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo

Il calcolo verticale sulla generatrice superiore del tubo, dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo riempito per tre quarti, si calcola, in base alla norma UNI 7517, con la relazione:

$$P_u = 5788 \cdot d^2 \quad [\text{N/m}]$$

Con

d = diametro interno del tubo [m].

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Verifica allo stato ultimo di resistenza per tubazioni rigide in c.a.

Relativamente alle tubazioni rigide caratterizzate da un carico a rottura per schiacciamento definito, la stabilità è verificata se risulta:

$$Q_i \leq k \cdot Q / \mu$$

Dove

Qt = carico esterno totale di schiacciamento agente sulla canalizzazione interrata,

K = coefficiente di posa (assunto pari a 2 per la tipologia di posa utilizzata e pari a 3.5 per le tubazioni rinfiancate con misto cementato),

μ = coeff. di sicurezza allo schiacciamento (assunto cautelativamente pari a 1.5).

I calcoli relativi alle verifiche statiche delle tubazioni in calcestruzzo vibrocompresso DN 300, DN 400, DN 500 e DN 600 sono riportati in Appendice A.

3.2 RETE DI DRENAGGIO MOLO SALVO D'ACQUISTO

3.2.1 Rete 1

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di smaltimento delle acque meteoriche relativa alla superficie del molo esistente indicata nella figura 3.1. La zona oggetto di intervento ha una superficie complessiva pari a circa 11600 m².

Il sistema di smaltimento prevede la raccolta delle acque di pioggia in pozzetti dotati di griglia (caditoie) ed il successivo convogliamento in tubazioni DN 300, DN 400, DN 500 e DN 600 in calcestruzzo vibrocompresso. I pozzetti di raccolta hanno la funzione di allontanare velocemente l'acqua dalla superficie stradale.

Gli elaborati A02_D_ID_D_002 e A00_D_GR_P_001 riportano la distribuzione planoaltimetrica della rete e i dettagli costruttivi.

Le acque meteoriche raccolte dalla rete, dopo l'opportuno trattamento, vengono scaricate nel Fosso Arzano che ha sbocco a mare al termine dell'estensione del canale stesso. La quota del fondo dei collettori in prossimità dello scarico è pari a 0.2 m s.l.m. al fine di evitare rigurgiti dovuti alla marea e/o a possibili fenomeni di ondatazione. La pendenza adottata per le tubazioni che raccolgono le acque dalle caditoie varia fra lo 0.2% e lo 0.4%. La tipologia di posa delle condotte prevede un sottofondo di materiale granulare fine, un rinfianco e una copertura con materiale granulare fine accuratamente costipato e un rinterro leggermente costipato esente da zolle. In alcuni tratti, per il mancato ricoprimento minimo richiesto dalle verifiche statiche delle tubazioni, è necessario prevedere un rinfianco delle tubazioni con misto cementato, come indicato nei dettagli costruttivi rif. A00_D_GR_P_001.

Nei punti singolari dei diversi tratti (cambi di direzione, salti di fondo, raccordi tra due o più tratti con diametri o tipologie diverse) è prevista la realizzazione di pozzetti muniti di griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza F900.

Calcolo delle portate di smaltimento

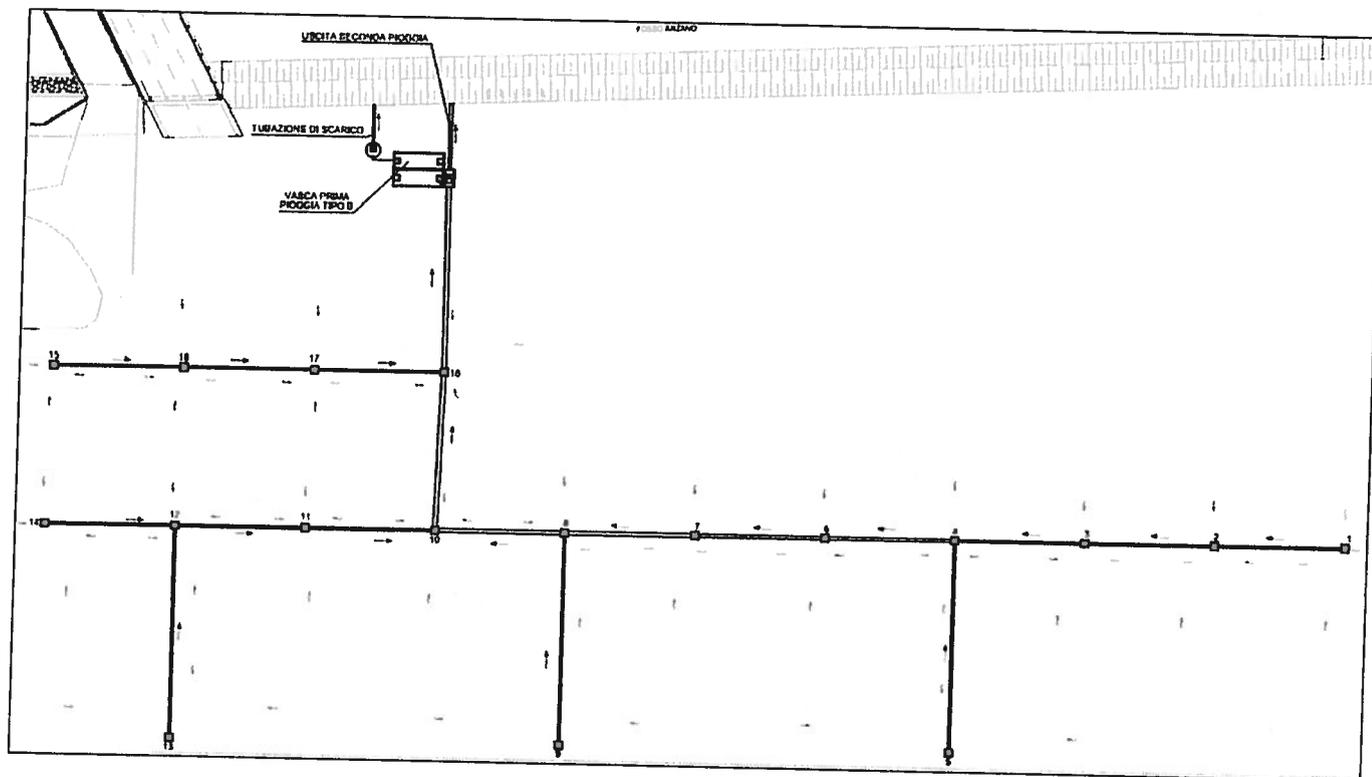


Figura 3.1: Schema rete di drenaggio 1 - Molo Esistente

Con riferimento allo schema del sistema di drenaggio riportato in Figura 3.1, in Tabella 3.3 sono indicati, per ciascun tratto significativo, le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni, i valori delle superfici sottese e la relativa portata di smaltimento utilizzata nei successivi calcoli di dimensionamento e verifica.

La portata massima smaltibile in corrispondenza della sezione terminale risulta in particolare pari a 241 l/s.

I valori della durata della pioggia critica variano fra 5 e 10 minuti.

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Tempo di ritorno		T= 10 anni				
Curva di probabilità pluviometrica		a= 46.2 n1= 0.421				
Parametri del volume d'invaso		n=4/3n1= 0.561 C=2168*n= 1217 Coefficiente d'afflusso 1				
Ramo	Area drenata [ha]	Vol. totale invaso [m ³]	Vol. spec.d'invaso [m ³ /m ²]	Coeff. udometrico [l/s·ha]	Portata [l/s]	Durata critica [min]
Rete 1						
1-2	0.0734	5	0.0070	245	18	7
2-3	0.1440	10	0.0069	248	36	6
3-4	0.2081	14	0.0069	247	51	6
5-4	0.1370	9	0.0063	267	37	5
4-6	0.4080	28	0.0070	246	100	7
6-7	0.4759	34	0.0072	240	114	7
7-8	0.5424	41	0.0076	231	125	8
9-8	0.1133	7	0.0066	258	29	6
8-10	0.7185	55	0.0077	228	164	8
14-12	0.0365	3	0.0085	211	8	9
13-12	0.0976	7	0.0068	250	24	6
12-11	0.1790	13	0.0074	235	42	7
11-10	0.2216	17	0.0075	232	51	7
10-18	0.9860	81	0.0082	217	214	9
15-16	0.0334	3	0.0088	205	7	10
16-17	0.0771	6	0.0083	214	17	9
17-18	0.1211	10	0.0082	218	26	9
18-vasca	1.1647	102	0.0087	207	241	10

Tabella 3.3: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 1 – Molo Esistente

Verifica idraulica delle condotte

Nel caso in esame per le condotte in calcestruzzo vibrocompresso è stato adottato un valore della scabrezza equivalente n pari a 0.13 [m^{-1/3} s].

La verifica è stata effettuata con le portate di progetto decennale, adottando una pendenza di calcolo che varia dallo 0.2% allo 0.4%.

Nella Tabella 3.4 allegata sono sintetizzati i risultati delle verifiche: in particolare, per ciascun tratto, sono riportate le dimensioni, la pendenza di calcolo, la portata di progetto, la profondità e il rapporto di invaso, la velocità, il numero di Froude e il valore della portata massima smaltibile a pelo libero.

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
 Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Ramo	Diametro Dimensioni [mm]	Pendenza [m/m]	Portata [l/s]	Profondità [m]	Rapporto d'invaso [m/m]	Velocità [m/s]	Numero di Froude	Portata max smaltibile [l/s]
<i>Rete 1</i>								
1-2	300	0.004	18	0.11	0.37	0.75	0.72	56
2-3	300	0.004	36	0.17	0.57	0.90	0.70	56
3-4	300	0.004	51	0.21	0.70	0.97	0.68	56
5-4	300	0.002	37	0.22	0.73	0.69	0.47	39
4-6	400	0.004	100	0.26	0.65	1.15	0.72	120
6-7	400	0.004	114	0.29	0.73	1.18	0.70	120
7-8	500	0.004	125	0.26	0.52	1.23	0.77	218
9-8	300	0.009	29	0.12	0.38	1.15	1.25	84
8-10	500	0.004	164	0.31	0.62	1.31	0.75	218
14-12	300	0.004	8	0.08	0.27	0.61	0.69	56
13-12	300	0.002	24	0.16	0.53	0.63	0.50	39
12-11	300	0.004	42	0.19	0.63	0.94	0.69	56
11-10	300	0.011	51	0.15	0.50	1.43	1.33	92
10-18	600	0.004	214	0.32	0.53	1.41	0.80	354
15-16	300	0.004	7	0.07	0.23	0.58	0.70	56
16-17	300	0.004	17	0.11	0.37	0.75	0.72	56
17-18	300	0.016	26	0.10	0.32	1.38	1.68	112
18-vasca	600	0.004	241	0.35	0.58	1.45	0.78	354
by-pass	400	0.01	176	0.28	0.70	1.86	1.12	190

Tabella 3.4: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 1 – Molo Esistente

Dall'esame dei risultati emerge come tutte le sezioni risultino verificate per le portate di progetto con un rapporto d'invaso medio pari a 0.55 e comunque ovunque inferiore a 0.75, che garantisce una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso. Le velocità sono mediamente comprese tra 0.6 e 1.86 m/s.

3.2.2 Rete 2

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di smaltimento delle acque meteoriche relativa alla superficie del molo esistente indicata nella figura 3.2. La zona oggetto di intervento ha una superficie complessiva pari a circa 8000 m².

Il sistema di smaltimento prevede la raccolta delle acque di pioggia in pozzetti dotati di griglia (caditoie) ed il successivo convogliamento in tubazioni DN 300, DN 400 e DN 500 in calcestruzzo vibrocompresso. I pozzetti di raccolta hanno la funzione di allontanare velocemente l'acqua dalla superficie stradale.

Gli elaborati A02_D_ID_D_003 e A00_D_GR_P_001 riportano la distribuzione planoaltimetrica della rete e i dettagli costruttivi.

Le acque meteoriche raccolte dalla rete confluiscono nella vasca di prima pioggia già realizzata nell'ambito del primo stralcio. La pendenza adottata per le tubazioni che raccolgono le acque dalle caditoie è pari allo 0.4%. La tipologia di posa delle condotte prevede un sottofondo di materiale granulare fine, un rinfiacco e una copertura con materiale granulare fine accuratamente costipato e un rinterro leggermente costipato esente da zolle. In alcuni tratti, per il mancato ricoprimento minimo richiesto dalle verifiche statiche delle tubazioni, è necessario prevedere un rinfiacco delle tubazioni con misto cementato, come indicato nei dettagli costruttivi rif. A00_D_GR_P_001.

Nei punti singoli dei diversi tratti (cambi di direzione, salti di fondo, raccordi tra due o più tratti con diametri o tipologie diverse) è prevista la realizzazione di pozzetti muniti di griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza F900.

Calcolo delle portate di smaltimento

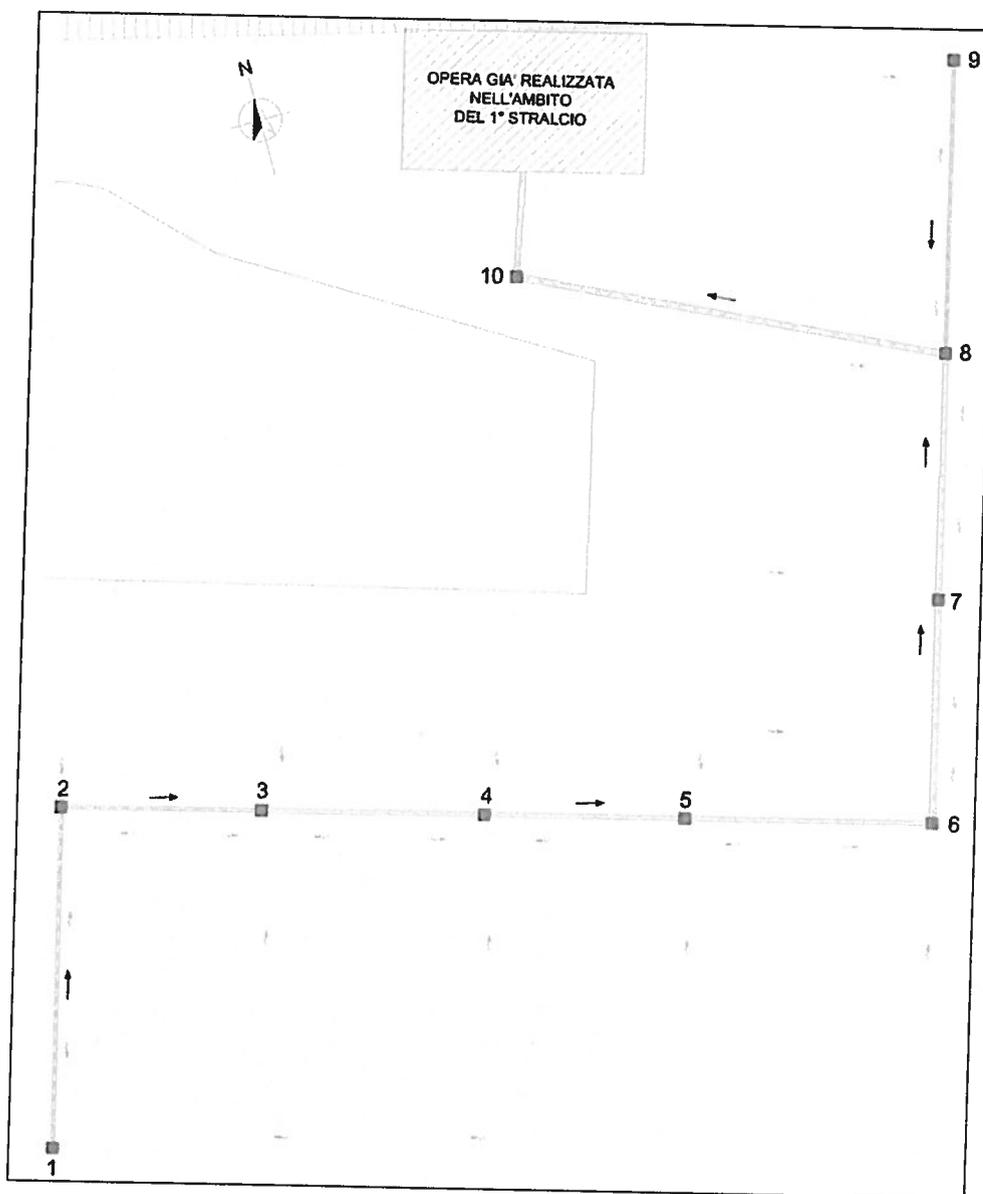


Figura 3.2: Schema rete di drenaggio 2 - Molo Esistente

Con riferimento allo schema del sistema di drenaggio riportato in Figura 3.2, in Tabella 3.5 sono indicati, per ciascun tratto significativo, le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni, i valori delle superfici sottese e la relativa portata di smaltimento utilizzata nei successivi calcoli di dimensionamento e verifica.

La portata massima smaltibile in corrispondenza della sezione terminale risulta in particolare pari a 173 l/s.

Protocollo PROVLT/AOO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 59 di 109

I valori della durata della pioggia critica variano fra 6 e 9 minuti.

Tempo di ritorno T= 10 anni						
Curva di probabilità pluviometrica a= 46.2 n1= 0.421						
Parametri del volume d'invaso n=4/3n1= 0.561 C=2168*n= 1217 Coefficiente d'afflusso 1						
Ramo	Area drenata [ha]	Vol. totale Invasato [m ³]	Vol. spec.d'invaso [m ³ /m ²]	Coeff. udometrico [l/s·ha]	Portata [l/s]	Durata critica [min]
Rete 2						
1-2	0.1154	8	0.0069	249	29	6
2-3	0.1815	12	0.0069	249	45	6
3-4	0.2573	19	0.0073	238	61	7
4-5	0.3289	24	0.0074	234	77	7
5-6	0.4017	31	0.0077	229	92	8
6-7	0.5389	42	0.0077	228	123	8
7-8	0.6404	51	0.0079	223	143	8
9-8	0.0659	5	0.0078	226	15	8
8-10	0.8135	69	0.0084	212	173	9
10-vasca	0.8135	68	0.0084	213	173	9

Tabella 3.5: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 2 – Molo Esistente

Verifica idraulica delle condotte

Nel caso in esame per le condotte in calcestruzzo vibrocompresso è stato adottato un valore della scabrezza equivalente n pari a 0.13 [m^{-1/3} s].

La verifica è stata effettuata con le portate di progetto decennale, adottando una pendenza di calcolo pari allo 0.4%.

Nella Tabella 3.6 allegata sono sintetizzati i risultati delle verifiche: in particolare, per ciascun tratto, sono riportate le dimensioni, la pendenza di calcolo, la portata di progetto, la profondità e il rapporto di invaso, la velocità, il numero di Froude e il valore della portata massima smaltibile a pelo libero.

Protocollo PROVLT/AOO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 60 di 109

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA

Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Ramo	Diametro Dimensioni [mm]	Pendenza [m/m]	Portata [l/s]	Profondità [m]	Rapporto d'invaso [m/m]	Velocità [m/s]	Numero di Froude	Portata max smaltibile [l/s]
<i>Rete 2</i>								
1-2	300	0.004	29	0.15	0.50	0.87	0.72	56
2-3	300	0.004	45	0.20	0.67	0.95	0.68	56
3-4	400	0.004	61	0.20	0.50	1.04	0.74	120
4-5	400	0.004	77	0.23	0.58	1.10	0.73	120
5-6	400	0.004	92	0.25	0.63	1.14	0.73	120
6-7	500	0.004	123	0.25	0.50	1.22	0.78	218
7-8	500	0.004	143	0.28	0.56	1.26	0.76	218
9-8	300	0.017	15	0.07	0.23	1.20	1.73	115
8-10	500	0.004	173	0.32	0.64	1.32	0.75	218
10-vasca	500	0.004	173	0.32	0.64	1.32	0.75	218

Tabella 3.6: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 2 – Molo Esistente

Dall'esame dei risultati emerge come tutte le sezioni risultino verificate per le portate di progetto con un rapporto d'invaso medio pari a 0.55 e comunque ovunque inferiore a 0.70, che garantisce una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso. Le velocità sono mediamente comprese tra 0.71 e 1.32 m/s.

3.2.3 Rete 3

Il progetto prevede la realizzazione di una rete di smaltimento delle acque meteoriche relativa alla superficie del molo esistente indicata nella figura 3.3. La zona oggetto di intervento ha una superficie complessiva pari a circa 7500 m².

Il sistema di smaltimento prevede la raccolta delle acque di pioggia in pozzetti dotati di griglia (caditoie) ed il successivo convogliamento in tubazioni DN 300, DN 400 e DN 500 in calcestruzzo vibrocompresso. I pozzetti di raccolta hanno la funzione di allontanare velocemente l'acqua dalla superficie stradale.

Gli elaborati A02_D_ID_D_002 e A00_D_GR_P_001 riportano la distribuzione planoaltimetrica della rete e i dettagli costruttivi.

Le acque meteoriche raccolte dalla rete, dopo l'opportuno trattamento, vengono scaricate nel Fosso Arzano che ha sbocco a mare al termine dell'estensione del canale stesso. La quota del fondo dei collettori in prossimità dello scarico è pari a 0.2 m s.l.m. al fine di evitare rigurgiti dovuti alla marea e/o a possibili fenomeni di ondatazione. La pendenza adottata per le tubazioni che raccolgono le acque dalle caditoie varia fra lo 0.2% e lo 0.4%. La tipologia di posa delle condotte prevede un sottofondo di materiale granulare fine, un rinfianco e una copertura con materiale granulare fine accuratamente costipato e un rinterro leggermente costipato esente da zolle. In alcuni tratti, per il mancato ricoprimento minimo richiesto dalle verifiche statiche delle tubazioni, è necessario prevedere un rinfianco delle tubazioni con misto cementato, come indicato nei dettagli costruttivi rif. A00_D_GR_P_001.

Nei punti singolari dei diversi tratti (cambi di direzione, salti di fondo, raccordi tra due o più tratti con diametri o tipologie diverse) è prevista la realizzazione di pozzetti muniti di griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza F900.

Calcolo delle portate di smaltimento

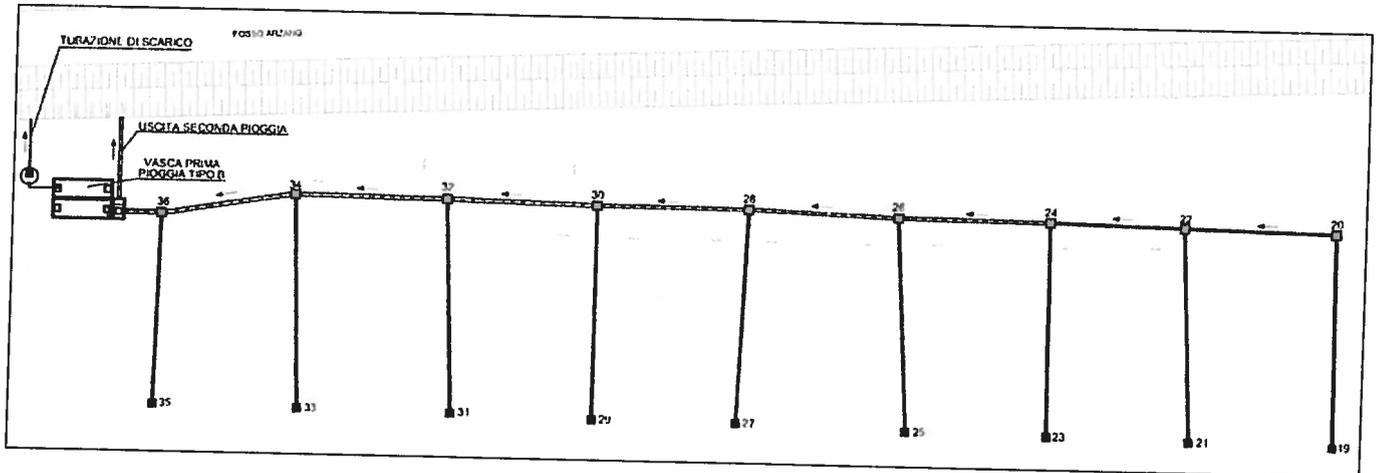


Figura 3.3: Schema rete di drenaggio 3 - Molo Esistente

Con riferimento allo schema del sistema di drenaggio riportato in Figura 3.3, in Tabella 3.7 sono indicati, per ciascun tratto significativo, le caratteristiche geometriche delle canalizzazioni, i valori delle superfici sottese e la relativa portata di smaltimento utilizzata nei successivi calcoli di dimensionamento e verifica.

La portata massima smaltibile in corrispondenza della sezione terminale risulta in particolare pari a 139 l/s.

I valori della durata della pioggia critica variano fra 9 e 12 minuti.

Tempo di ritorno		T= 10 anni				
Curva di probabilità pluviometrica		a= 46.2 n1= 0.421				
Parametri del volume d'invaso		n=4/3n1= 0.561 C=2168*n= 1217 Coefficiente d'afflusso 1				
Ramo	Area drenata [ha]	Vol. totale invasato [m ³]	Vol. spec.d'invaso [m ³ /m ²]	Coeff. udometrico [l/s·ha]	Portata [l/s]	Durata critica [min]
Rete 3						
35-36	0.0375	4	0.0093	196	7	11
33-34	0.0433	4	0.0092	198	9	11
31-32	0.0453	4	0.0091	201	9	10
29-30	0.0450	4	0.0091	200	9	10
27-28	0.0462	4	0.0090	202	9	10
25-26	0.0462	4	0.0090	202	9	10
23-24	0.0434	4	0.0092	198	9	11
21-22	0.0436	4	0.0092	198	9	11
19-20	0.0433	4	0.0092	198	9	11
20-22	0.0876	7	0.0086	210	18	9
22-24	0.1742	15	0.0085	211	37	9
24-26	0.2590	23	0.0089	203	53	10
26-28	0.3474	32	0.0091	200	69	11
28-30	0.4346	40	0.0092	198	86	11
30-32	0.5181	50	0.0096	192	100	12
32-34	0.6019	59	0.0098	188	113	12
34-36	0.6789	68	0.0100	186	126	12
36-vasca	0.7417	74	0.0099	187	139	12

Tabella 3.7: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio 3 – Molo Esistente

Verifica idraulica delle condotte

Nel caso in esame per le condotte in calcestruzzo vibrocompresso è stato adottato un valore della scabrezza equivalente n pari a 0.13 [m^{-1/3} s].

La verifica è stata effettuata con le portate di progetto decennale, adottando una pendenza di calcolo che varia dallo 0.2% allo 0.4%.

Nella Tabella 3.8 allegata sono sintetizzati i risultati delle verifiche: in particolare, per ciascun tratto, sono riportate le dimensioni, la pendenza di calcolo, la portata di progetto, la profondità e il rapporto di invaso, la velocità, il numero di Froude e il valore della portata massima smaltibile a pelo libero.

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Ramo	Diametro Dimensioni [mm]	Pendenza [m/m]	Portata [l/s]	Profondità [m]	Rapporto d'invaso [m/m]	Velocità [m/s]	Numero di Froude	Portata max smallibile [l/s]
<i>Rete 3</i>								
35-36	300	0.002	7	0.08	0.27	0.44	0.50	39
33-34	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
31-32	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
29-30	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
27-28	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
25-26	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
23-24	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
21-22	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
19-20	300	0.002	9	0.10	0.32	0.49	0.51	39
20-22	300	0.004	18	0.11	0.37	0.75	0.72	56
22-24	300	0.004	37	0.15	0.48	0.90	0.75	56
24-26	400	0.004	53	0.18	0.44	0.99	0.76	120
26-28	400	0.004	69	0.21	0.51	1.06	0.75	120
28-30	400	0.004	86	0.24	0.59	1.12	0.74	120
30-32	500	0.004	100	0.23	0.45	1.16	0.78	218
32-34	500	0.004	113	0.25	0.49	1.20	0.77	218
34-36	500	0.004	126	0.26	0.52	1.24	0.78	218
36-vasca	500	0.004	139	0.28	0.55	1.26	0.77	218

Tabella 3.8: Verifiche idrauliche rete di drenaggio 3 – Molo Esistente

Dall'esame dei risultati emerge come tutte le sezioni risultino verificate per le portate di progetto con un rapporto d'invaso medio pari a 0.40 e comunque ovunque inferiore a 0.75, che garantisce una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso. Le velocità sono mediamente comprese tra 0.44 e 1.26 m/s.

3.3 RETE DI DRENAGGIO BANCHINA NORD

In ottemperanza alla normativa vigente in materia di acque di prima pioggia, si prevede la raccolta e il trattamento delle acque meteoriche nell'area della banchina Nord. La zona oggetto di intervento è costituita da un'area con una superficie complessiva pari a circa 9600 m². Tale rete è in grado di smaltire anche le acque meteoriche relative alla porzione di banchina compresa fra la banchina Cicconardi e la banchina Nord.

Il sistema di smaltimento prevede la raccolta delle acque di pioggia tramite pozzetti dotati di griglia ed il successivo convogliamento nella rete costituita da tubazioni DN 300, DN 400 e DN 500 in calcestruzzo vibrocompresso. Le acque così raccolte vengono convogliate nella vasca di prima pioggia.

L'elaborato A04_D_ID_D_001 riporta la distribuzione planoaltimetrica della rete e l'elaborato A00_D_GR_P_001 i dettagli costruttivi.

La pendenza adottata per le tubazioni che raccolgono le acque dalle caditoie varia fra lo 0.4% e lo 0.5% e la quota di sbocco a mare è pari a +0.2 m s.l.m.. Anche per questa rete la tipologia di posa delle condotte prevede un sottofondo di materiale granulare fine, un rinfiango e una copertura con materiale granulare fine accuratamente costipato e un rinterro leggermente costipato esente da zolle. In alcuni tratti, per il mancato ricoprimento minimo richiesto dalle verifiche statiche delle tubazioni, è necessario prevedere un rinfiango delle tubazioni con misto cementato, come indicato nei dettagli costruttivi rif. A00_D_GR_P_001.

I pozzetti prefabbricati, di dimensioni interne 1 x 1 m, sono dotati di griglia in ghisa sferoidale con classe di resistenza F900.

Calcolo delle portate di smaltimento

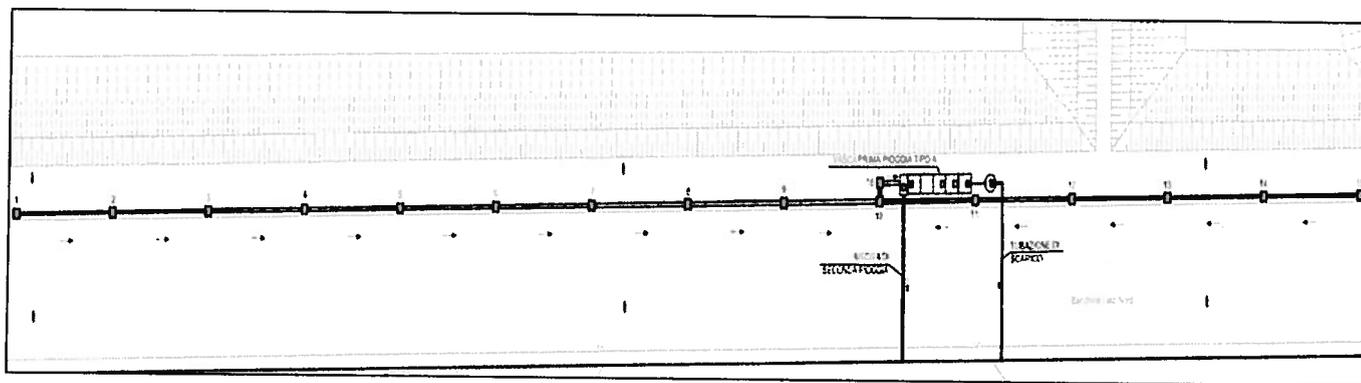


Figura 3.4: Schema rete di drenaggio Banchina Nord

Con riferimento allo schema del sistema di drenaggio riportato in Figura 3.4, in Tabella 3.9 sono indicati i valori delle superfici sottese e la relativa portata di smaltimento utilizzata nei successivi calcoli di dimensionamento e verifica. Come si può osservare la portata massima smaltibile in corrispondenza della sezione terminale della rete risulta in particolare pari a 223 l/s.

I valori della durata della pioggia critica variano fra 4 e 8 minuti.

Tempo di ritorno T= 10 anni Curva di probabilità pluviometrica a= 46.2 n1= 0.421 Parametri del volume d'invaso n=4/3n1= 0.561 C=2168*n= 1217 Coefficiente d'afflusso 1						
Ramo	Area drenata [ha]	Vol. totale invasato [m ³]	Vol. spec.d'invaso [m ³ /m ²]	Coeff. udometrico [l/s·ha]	Portata [l/s]	Durata critica [min]
Banchina Nord						
1-2	0.1160	6	0.0052	312	36	4
2-3	0.1773	10	0.0055	296	52	4
3-4	0.2386	15	0.0061	273	65	5
4-5	0.2999	19	0.0065	261	78	6
5-6	0.3612	24	0.0067	253	92	6
6-7	0.4225	29	0.0069	249	105	6
7-8	0.4838	35	0.0073	238	115	7
8-9	0.5451	42	0.0076	230	125	8
9-10	0.6064	48	0.0079	224	136	8
15-14	0.1087	6	0.0052	308	34	4
14-13	0.1700	9	0.0056	293	50	4
13-12	0.2313	13	0.0057	287	66	5
12-11	0.2926	18	0.0062	270	79	5
11-10	0.3539	23	0.0065	261	92	6
10-16-vasca	0.9603	72	0.0075	232	223	7

Tabella 3.9: Calcolo delle portate di smaltimento rete di drenaggio Banchina Nord

Verifica idraulica delle condotte

Nel caso in esame per le condotte in calcestruzzo vibrocompresso è stato adottato un valore della scabrezza equivalente n pari a 0.13 [m^{-1/3} s].

La verifica è stata effettuata con le portate di progetto decennale, adottando una pendenza di calcolo che varia dallo 0.4% allo 0.5%.

Nella Tabella 3.10 allegata sono sintetizzati i risultati delle verifiche: in particolare sono riportate le dimensioni, la pendenza di calcolo, la portata di progetto, la profondità e il rapporto di invaso, la velocità, il numero di Froude e il valore della portata massima smaltibile a pelo libero.

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
 PORTO COMMERCIALE DI GAETA
 Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Ramo	Diametro Dimensioni [mm]	Pendenza [m/m]	Portata [l/s]	Profondità [m]	Rapporto d'invaso [m/m]	Velocità [m/s]	Numero di Froude	Portata max smaltibile [l/s]
<i>Banchina Nord</i>								
1-2	300	0.004	36	0.16	0.53	0.90	0.72	60
2-3	300	0.004	52	0.21	0.70	0.97	0.68	60
3-4	400	0.004	65	0.20	0.50	1.05	0.75	129
4-5	400	0.004	78	0.22	0.55	1.09	0.74	129
5-6	400	0.004	92	0.24	0.60	1.13	0.74	129
6-7	400	0.004	105	0.27	0.68	1.16	0.71	129
7-8	500	0.004	115	0.24	0.48	1.21	0.79	233
8-9	500	0.004	125	0.26	0.52	1.23	0.77	233
9-10	500	0.004	136	0.27	0.54	1.26	0.77	233
15-14	300	0.004	34	0.16	0.53	0.89	0.71	60
14-13	300	0.004	50	0.20	0.67	0.96	0.69	60
13-12	300	0.005	66	0.24	0.80	1.10	0.72	66
12-11	400	0.004	79	0.22	0.55	1.10	0.75	129
11-10	400	0.004	92	0.25	0.63	1.14	0.73	129
10-16-vasca	500	0.005	223	0.35	0.70	1.52	0.82	261
by-pass	400	0.010	169	0.27	0.68	1.85	1.14	190

Tabella 3.10: Verifiche idrauliche rete di drenaggio Banchina Nord

Dall'esame dei risultati emerge come tutte le sezione risultino verificate per la portata di progetto con un rapporto d'invaso medio pari a 0.60, che garantisce una sicurezza dal punto di vista idraulico anche nel caso di parziale interrimento della sezione di deflusso. Le velocità sono mediamente comprese tra 0.89 e 1.85 m/s.

4 VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Nell'ambito del processo di dilavamento delle aree urbanizzate operato dalle acque meteoriche di scorrimento durante gli eventi di pioggia, assumono particolare rilevanza sull'alterazione della qualità dei corpi idrici ricettori le cosiddette acque di prima pioggia.

Esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito nei primi minuti di precipitazione e sono caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti che risultano essere funzione dell'attività svolta, nonché del traffico gravante sull'area drenata.

Il Decreto Legislativo 152 del 1999, successivamente integrato dal D.Lgs.258/00, affronta all'art. 39 il problema delle acque meteoriche di dilavamento e del trattamento delle acque di prima pioggia. Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, si prevede che le regioni disciplinino le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate e i casi in cui "può essere richiesto che le acque di prima pioggia siano convogliate ed opportunamente trattate in impianti di depurazione".

Allo stato attuale dell'arte, solamente alcune regioni hanno trasformato tale direttiva in una vera e propria disciplina delle modalità di gestione delle acque di prima pioggia.

La Regione Lombardia, con la legge regionale 62 del 1985, è la prima Regione che ha definito le acque prima pioggia come quelle corrispondenti, per ogni evento meteorico, ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio.

La Regione Lazio con delibera del Consiglio Regionale 27 Settembre 2007 n.42, ha approvato il Piano di tutela delle acque. L'art. 24 del predetto piano stabilisce che le acque di lavaggio e di prima pioggia dei piazzali e delle aree esterne industriali debbano essere convogliate e trattate prima dello scarico nel corpo idrico ricettore.

Le aree portuali, per le attività che vi si svolgono, possono essere considerate sorgenti puntuali di inquinamento al pari di parcheggi caratterizzati da un intenso traffico, pertanto le acque di prima pioggia possono presentare una contaminazione provocata principalmente da solidi sospesi, olii e idrocarburi.

In base a tali considerazioni, per il sistema in esame, è prevista la realizzazione di una vasca con funzione di raccolta delle acque di prima pioggia nella sezione terminale di ciascuna rete di drenaggio a monte dell'immissione nel corpo ricettore.

Le vasche di prima pioggia adottate sono costituite da cisterne monolitiche prefabbricate in cav interrata a pianta rettangolare. Esse consentono l'invaso di un volume utile delle acque di prima pioggia corrispondenti al prodotto di 5 mm di pioggia per la superficie drenata.

Il manufatto d'ingresso alla vasca è costituito da un pozzetto a tre vie dotato di sensore e valvola antiriflusso per la gestione delle acque in arrivo dal sistema di smaltimento previsto. Le acque di prima pioggia affluiranno nella vasca (o vasche) di raccolta e stoccaggio fino a riempirla. Una volta piena la vasca, un otturatore a galleggiante chiude il deflusso alla vasca e le acque cosiddette di seconda pioggia, che eccedono il volume considerato, tramite il pozzetto scolmatore confluiranno nel collettore di scarico a mare.

All'interno della vasca, per decantazione vengono separate sabbie, terricci e altre materie sedimentabili che si accumuleranno sul fondo delle vasche. Una volta piena la vasca un dispositivo galleggiante azionerà un timer programmatore il quale dopo 24 ore darà l'avvio a una pompa elettropompa sommersa. Il volume invasato quindi, dopo aver subito un

trattamento di sedimentazione e grigliatura, defluisce attraverso un separatore di oli minerali con filtro a coalescenza, mediante una tubazione munita di galleggiante che permette di prelevare le acque contaminate da oli solo dagli strati superficiali; la portata trattata è successivamente immessa nel corpo ricettore tramite pompaggio.

All'interno della vasca è previsto un apposito volume per l'accumulo del materiale sedimentato; la sedimentazione è favorita dalla bassissima velocità di flusso, addirittura nulla nel periodo di fermata delle pompe.

4.1 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

Le vasche di prima pioggia sono previste del tipo "fuori linea" e sono dimensionate con riferimento ad un volume pari a 5 mm sulla superficie totale drenata. Il manufatto d'ingresso alla vasca è dimensionato con riferimento all'evento meteorico 10-cennale nell'ipotesi di idrogramma triangolare con tempo di base pari a due volte il tempo di corrivazione e portata massima pari a quella calcolata nella sezione terminale della rete. Per il dimensionamento dei collettori si è assunto un tempo di corrivazione pari a 15 minuti e assumendo quindi costante la portata per tale intervallo di tempo.

Le acque cosiddette di seconda pioggia, che eccedono il volume considerato tramite il pozzetto scolmatore confluiranno nel collettore di scarico a mare.

La logica di funzionamento del sistema prevede lo svuotamento ritardato della vasca rispetto alla fine dell'evento meteorico, attraverso l'installazione di un misuratore di livello piezoresistivo e di un timer: la condizione di fine evento è rilevata dal livello statico in vasca (livello costante); da tale momento il sistema di automazione inizia un conteggio di tempo (tempo di blocco) al termine del quale inizierà la sequenza di svuotamento della vasca stessa.

In tal modo, al termine dell'evento si instaura nella vasca un regime di calma, tale da permettere a tutte le particelle sedimentabili di depositarsi sul fondo; a tal fine è previsto un volume per l'eventuale accumulo del materiale sedimentato.

Il trattamento delle acque di prima pioggia deve attuarsi per eventi meteorici che si succedono a distanza l'uno dall'altro non inferiore a 48 ore. La somma del tempo di ritardo (tempo di blocco) e del tempo di svuotamento deve essere pertanto inferiore a tale valore.

Il passaggio attraverso il separatore a coalescenza che può essere interno o esterno alla vasca permetterà di avere uno scarico con una concentrazione di idrocarburi inferiore al 5 mg/l.

4.2 CARATTERISTICHE VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Per ciascuna rete di drenaggio in progetto è prevista l'installazione di un impianto di trattamento.

Le vasche di raccolta delle acque meteoriche devono essere in grado di accumulare un volume utile corrispondente al prodotto di 5 mm di pioggia per la superficie drenata.

Nel caso in esame per il piazzale sud la superficie scolante è pari a 13560 m², a cui corrisponde un volume di prima pioggia pari a 68 m³, per la banchina nord la superficie scolante è pari a 9600 m² a cui corrisponde un volume di prima pioggia pari a 48 m³, per la rete 1 del molo esistente la superficie scolante è pari a 11600 m² a cui corrisponde un volume di prima pioggia pari a 58 m³, per la rete 2 del molo esistente la superficie scolante è pari a 8000 m² a cui corrisponde un volume di prima pioggia pari a 40 m³ e per la rete 3 del molo

esistente la superficie scolante è pari a 7500 m^2 a cui corrisponde un volume di prima pioggia pari a 38 m^3 . La rete 2 del molo esistente scarica nella vasca di prima pioggia già realizzata nell'ambito del primo stralcio.

La vasca di prima pioggia della banchina Nord (vasca di prima pioggia tipo A) è costituita da una struttura interrata in c.a.v. con due cisterne accoppiate a forma di parallelepipedo a pianta rettangolare, una di dimensioni pari a $10 \times 2.5 \times 2.5 \text{ m}$ e l'altra di dimensioni $2.58 \times 2.5 \times 2.5 \text{ m}$. Essa consente l'invaso di un volume utile delle acque di prima pioggia di circa 60 m^3 , corrispondenti al prodotto di 5 mm di pioggia per la superficie drenata.

Le vasche di prima pioggia della rete di smaltimento del piazzale Sud e della rete 1 e 3 del molo esistente sono costituite da una struttura interrata in c.a.v. con due cisterne rettangolari di dimensioni pari a $7.5 \times 2.5 \times 2.5 \text{ m}$ (vasca di prima pioggia tipo B). Esse consentono l'invaso di un volume utile delle acque di prima pioggia di circa 70 m^3 ciascuna, corrispondenti al prodotto di 5 mm di pioggia per la superficie drenata.

Fare riferimento all'elaborato A00_D_GR_P_001 per i dettagli costruttivi.

Nelle vasche di prima pioggia si prevede uno svuotamento mediante un'elettropompa avente portata di 5 l/s, con tempo di svuotamento di circa 3 ore per la vasca tipo A e di circa 4 ore per la vasca tipo B.

La tubazione di mandata è prevista in acciaio DN 50.

Le perdite di carico sono valutabili mediante l'utilizzo dei diagrammi di Colebrook che riportano le curve di portata in funzione della pendenza motrice.

Nel caso in esame, considerando una portata massima di pompaggio di 5 l/s e posto $\varepsilon = 0.4 \text{ mm}$ (tubazione in servizio corrente), si ottiene una pendenza motrice:

$$j = 0.05$$

La perdita di carico complessiva $DH[m]$ è ottenibile come prodotto della pendenza motrice j per la lunghezza $L[m]$ della condotta.

Per una lunghezza della condotta di mandata di circa 2.5 m si ottiene:

$$DH = 0.05 \cdot 2.5 = 0.125 \text{ m.}$$

Le pompe hanno prevalenza pari a 4 m; tale valore risulta maggiore della somma del dislivello geodetico e delle perdite di carico, garantendo pertanto il sollevamento della portata dal livello minimo di aspirazione alla quota di scarico.

5 COLLEGAMENTO RETE DI DRENAGGIO ESISTENTE

5.1 INTRODUZIONE

Il progetto prevede il prolungamento dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal Piazzale di Movimentazione e Sosta Merci sino all'immissione in sponda destra del Fosso Arzano mediante la costruzione di uno scatolare.

Si prevede la realizzazione di un pozzetto di raccordo tra il manufatto di sfioro esistente, posto in prossimità della scogliera di protezione del piazzale movimentazione e sosta merci, e il canale prefabbricato che verrà realizzato per consentire lo scarico nel canale del Fosso Arzano delle acque meteoriche provenienti dal piazzale stesso.

5.2 VERIFICA IDRAULICA SCATOLARE

La configurazione plano-altimetrica della rete esistente è costituita da collettori intercettatori che raccolgono le acque del piazzale mediante una serie di caditoie e pozzetti e le convogliano nel disoleatore esistente. Il progetto prevede il prolungamento dell'impianto di smaltimento delle acque meteoriche provenienti dal piazzale di movimentazione e sosta merci sino all'immissione in sponda destra del Fosso Arzano mediante la costruzione di uno scatolare. Lo scatolare previsto nel progetto definitivo è gettato in opera e ha dimensioni pari a 2 x 1.2 m. Date le dimensioni e la sua collocazione risulta sicuramente più auspicabile prevedere l'installazione di una struttura prefabbricata in modo da ridurre i tempi di realizzazione e i costi. Il manufatto realizzato in cemento armato vibro-compresso permetterà lo smaltimento delle acque del piazzale di sosta e movimentazione merci convogliate nel pozzetto di raccordo mediante il manufatto di sfioro esistente. Lo scatolare prefabbricato di dimensioni interne 2 x 1 m si innesterà sul pozzetto e correrà parallelo alla scogliera in massi esistente fino all'immissione nel Fosso Arzano.

La verifica idraulica è stata condotta in riferimento alla portata in uscita dal manufatto di sfioro esistente, stimata in funzione dell'area servita dalle rete di smaltimento acque esistente e delle curve di possibilità pluviometrica definite precedentemente.

In Tabella 5.1 sono indicati le caratteristiche geometriche del canale, il valore della superficie sottese e la relativa portata di smaltimento e i calcoli di dimensionamento e verifica.

Sezione di chiusura	Area drenata [ha]	Vol. totale invasato [m ³]	Vol. spec.d'invaso [m ³ /m ²]	Coeff. udometrico [l/s·ha]	Portata [l/s]	Durata critica [min]		
<i>Canale scatolare</i>								
1	3,656	296	0,0081	219	802	9		
Ramo	Diametro Dimensioni [mm]	Pendenza [m/m]	Portata [l/s]	Profondità [m]	Rapporto d'invaso [m/m]	Velocità [m/s]	Numero di Froude	Portata max smaltibile [l/s]
<i>Canale scatolare</i>								
1	2000*1000	0,010	802	0,20	0,17	2,01	1,43	8820

Tabella 5.1: Calcolo delle portate e verifiche idrauliche scatolare

Come si può osservare la portata massima smaltibile in corrispondenza della sezione terminale della canaletta risulta in particolare pari a 802 l/s. Il valore della durata della pioggia critica risulta di circa 9 minuti.

La messa in opera prevede la realizzazione di uno strato di magrone avente spessore pari a 0.20 m su cui sarà appoggiato lo scatolare, e il rinfiacco dello stesso con materiale di bassa pezzatura a protezione dello stesso in analogia a quanto previsto per il pozzetto di raccordo.

5.3 VERIFICA POZZETTO

Il pozzetto di raccordo è una struttura in c.a. che presenta dimensioni massime in pianta pari a 6.15 x 4.00. Lo spessore delle pareti e quello della soletta di fondo è 0.35 m. L'altezza del pozzetto è 3.80 m ed è coperto da una soletta piena di spessore 0.35 m dotata di un'apertura 80x80 cm per permetterne l'ispezione.

E' stata condotta sia un'analisi statica che un'analisi dinamica mediante il codice di calcolo Modest 7.11.

Pesi propri strutturali

I pesi propri degli elementi strutturali considerati nella modellazione vengono calcolati automaticamente dal il codice di calcolo Modest 7.11. in funzione della geometria attribuita a tali elementi e del caratteristiche dei materiali che lo costituiscono.

Carichi permanenti e accidentali

Spinta del terreno

In fase di esercizio sulla struttura interrata agisce la spinta del terreno. Con z viene indicata la distanza dal piano campagna (a quota +2.50m), decrescente verso i livelli interrati. (quota -0.95 fondo pozzetto, quota -1.30 quota piano fondazione).

Il terreno è caratterizzato dai seguenti parametri geotecnici:

$$\gamma_t = 1.90 \text{ kN/m}^3 \text{ peso specifico;}$$

$$\phi = 33^\circ \text{ angolo d'attrito terreno terreno.}$$

Da questi parametri si ricava che:

$$\text{coefficiente di spinta attiva} \quad k_a = 0.244;$$

$$\text{coefficiente di spinta a riposo} \quad k_0 = 1 - \text{sen}(\phi) = 0.430.$$

Nel calcolo si è considerata la spinta a riposo quale azione dimensionante anziché la spinta attiva.

La spinta in condizione statica avrà un grafico a trapezio con i seguenti valori:

$$\text{Per } 0.00 \text{ m} < z < 2.50 \text{ m: } 3660 \text{ Kg/m}^2 < P_t < 3450 \text{ Kg/m}^2;$$

$$\text{Per } 2.50 \text{ m} < z < 3.80 \text{ m: } 3450 \text{ Kg/m}^2 < P_t < 1300 \text{ Kg/m}^2;$$

La spinta in condizione sismica avrà un grafico a trapezio con i seguenti valori:

AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
PORTO COMMERCIALE DI GAETA
Lavori di escavo nella zona antistante la banchina di riva Sud e la testata del molo Salvo D'Acquisto, Fase D

Per $0.00 \text{ m} < z < 2.50 \text{ m}$: $1600 \text{ Kg/m}^2 < Pt < 800 \text{ Kg/m}^2$;

Per $2.50 \text{ m} < z < 3.80 \text{ m}$: $800 \text{ Kg/m}^2 < Pt < 200 \text{ Kg/m}^2$;

Sovraccarico di esercizio

Si considera un sovraccarico distribuito pari a 50 kN/m^2

Spinta idrostatica

In fase di esercizio sulle pareti del pozzetto agisce la forza idrostatica dell'acqua. La spinta in condizione statica avrà un grafico triangolare con i seguenti valori:

Per $2.50 \text{ m} < z < 3.80 \text{ m}$: $0 \text{ Kg/ m}^2 < Ps_{H_2O} < 850 \text{ Kg/ m}^2$

Spinta idrodinamica

La spinta in condizione dinamica avrà un grafico triangolare con i seguenti valori:

Per $2.50 \text{ m} < z < 3.80 \text{ m}$: $0 \text{ Kg/ m}^2 < Ps_{H_2O} < 230 \text{ Kg/ m}^2$

Si allegano nell' Appendice B i files di input e di output estrapolati dal programma di calcolo.

**APPENDICE A
VERIFICHE STATICHE DELLE TUBAZIONI**

Protocollo PROV.T/AGO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 75 di 109

**VERIFICA STATICA TUBAZIONI CLS
DN300**

Peso specifico rinterro=	18000 N/mc	
Sovraccarico mobile concentrato=	300000 N	
area di applicazione del carico=	0.5 m	0.676 m
Altezza acqua sopra la tubazione=	0 m	0 cm
Peso specifico acqua=	10000 N/mc	100 N/cmc
Diametro esterno tubo De=	0.42 m	42 cm
Spessore tubo S=	0.06 m	6 cm
Diametro interno del tubo Di=	0.30 m	30 cm
Larghezza trincea B=	1 m	
Ricoprimento H=	0.52 m	52 cm
Fattore dinamico φ =	1.58	
Coefficiente di carico del terreno Ce=	0.83	

Carico dovuto al rinterro

P _{ST}	2630.43 N/m	26.30 N/cm
-----------------	-------------	------------

Carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

pv (HT45)	94836.88 N/mq	sovraccarico concentrato
pv (ponti)	113522.84 N/mq	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo
P _v	75187.05 N/m	751.87 N/cm

Carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo

P _a	520.92 N/m	5.21 N/cm
----------------	------------	-----------

VERIFICA ALLO STATO ULTIMO DI RESISTENZA PER TUBAZIONI RIGIDE IN CLS

k=	2.00	coefficiente di posa
μ =	1.50	coeff. di sicurezza allo schiacciamento
Q _t =	78338.40 N/m	carico esterno totale di schiacciamento
Q=	60000.00 N/m	carico a rottura per schiacciamento

78338 < 80000

**VERIFICA STATICA TUBAZIONI CLS
DN400**

Peso specifico rinterro=	18000 N/mc	
Sovraccarico mobile concentrato=	300000 N	
area di applicazione del carico=	0.5 m	0.676 m
Altezza acqua sopra la tubazione=	0 m	0 cm
Peso specifico acqua=	10000 N/mc	100 N/cmc
Diametro esterno tubo De=	0.53 m	53 cm
Spessore tubo S=	0.065 m	6.5 cm
Diametro interno del tubo Di=	0.40 m	40 cm
Larghezza trincea B=	1 m	
Ricoprimento H=	0.61 m	61 cm
Fattore dinamico φ =	1.49	
Coefficiente di carico del terreno Ce=	0.90	

Carico dovuto al rinterro

P_{ST}	4529.26 N/m	45.29 N/cm
----------	-------------	------------

Carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

pv (HT45)	78229.31 N/mq	sovraccarico concentrato
pv (ponti)	91992.93 N/mq	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo

P_V	72734.74 N/m	727.35 N/cm
-------	--------------	-------------

Carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo

P_a	926.08 N/m	9.26 N/cm
-------	------------	-----------

VERIFICA ALLO STATO ULTIMO DI RESISTENZA PER TUBAZIONI RIGIDE IN CLS

k=	2.00	coefficiente di posa
μ =	1.50	coeff. di sicurezza allo schiacciamento
Qt=	78190.08 N/m	carico esterno totale di schiacciamento
Q=	60000.00 N/m	carico a rottura per schiacciamento

78190 < **80000**

**VERIFICA STATICA TUBAZIONI CLS
DN500**

Peso specifico rinterro=	18000 N/mc	
Sovraccarico mobile concentrato=	300000 N	
area di applicazione del carico=	0.5 m	0.676 m
Altezza acqua sopra la tubazione=	0 m	0 cm
Peso specifico acqua=	10000 N/mc	100 N/cmc
Diametro esterno tubo De=	0.70 m	70 cm
Spessore tubo S=	0.10 m	10 cm
Diametro interno del tubo Di=	0.50 m	50 cm
Larghezza trincea B=	1.5 m	
Ricoprimento H=	0.74 m	74 cm
Fattore dinamico φ =	1.41	
Coefficiente di carico del terreno Ce=	1.01	

Carico dovuto al rinterro

P_{ST}	8927.10 N/m	89.27 N/cm
----------	-------------	------------

Carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

pv (HT45)	61970.33 N/mq	sovraccarico concentrato
pv (ponti)	70276.04 N/mq	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo
P_v	69136.43 N/m	691.36 N/cm

Carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo

P_a	1447 N/m	14.47 N/cm
-------	----------	------------

VERIFICA ALLO STATO ULTIMO DI RESISTENZA PER TUBAZIONI RIGIDE IN CLS

k=	2.00	coefficiente di posa
μ =	1.50	coeff. di sicurezza allo schiacciamento
Q_t =	79510.53 N/m	carico esterno totale di schiacciamento
Q=	60000.00 N/m	carico a rottura per schiacciamento
	79511 <	80000

**VERIFICA STATICA TUBAZIONI CLS
DN600**

Peso specifico rinterro=	18000 N/mc	
Sovraccarico mobile concentrato=	300000 N	
area di applicazione del carico=	0.5 m	0.676 m
Altezza acqua sopra la tubazione=	0 m	0 cm
Peso specifico acqua=	10000 N/mc	100 N/cmc
Diametro esterno tubo De=	0.82 m	82 cm
Spessore tubo S=	0.11 m	11 cm
Diametro interno del tubo Di=	0.60 m	60 cm
Larghezza trincea B=	1.5 m	
Ricoprimento H=	0.85 m	85 cm
Fattore dinamico ϕ =	1.35	
Coefficiente di carico del terreno C_e =	1.11	

Carico dovuto al rinterro

P_{ST}	13410.05 N/m	134.10 N/cm
----------	--------------	-------------

Carico dovuto ai sovraccarichi verticali mobili

pv (HT45)	52432.20 N/mq	sovraccarico concentrato
pv (ponti)	57392.10 N/mq	pressione verticale a livello della generatrice superiore del tubo
P_v	63671.47 N/m	636.71 N/cm

Carico dovuto alla massa dell'acqua contenuta nel tubo

P_a	2083.68 N/m	20.84 N/cm
-------	-------------	------------

VERIFICA ALLO STATO ULTIMO DI RESISTENZA PER TUBAZIONI RIGIDE IN CLS

k=	2.00	coefficiente di posa
μ =	1.50	coeff. di sicurezza allo schiacciamento
Qt=	79165.20 N/m	carico esterno totale di schiacciamento
Q=	60000.00 N/m	carico a rottura per schiacciamento

79165 < **80000**

**APPENDICE B
RELAZIONE DI CALCOLO POZZETTO**

Protocollo PROVLT/AOO.001 GE/2022/0039587 del 12/10/2022 - Pag. 80 di 109

APPENDICE
CALCOLO POZZETTO

Di seguito sono riportati, in modo riassuntivo e grafico, i dati di input e di output ricavati dal codice di calcolo Modest 7.15 con il quale sono state modellate le strutture rispettivamente con il seguente ordine:

1. parametri di calcolo utilizzati dal programma di calcolo Modest 7.15
2. condizioni di carico e combinazioni di carico
3. criteri di progetto e verifica generali e specifici
4. risultati grafici sollecitazioni elementi bidimensionali
5. risultati grafici verifiche elementi

Introduzione

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto. I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:

- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:

- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Sequendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSE agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:

- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:

- lunghezze : m
- forze : kg
- masse : kg massa
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti.

PARAMETRI DI CALCOLO

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:

ModeSt ver. 7.15, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
Xfinest ver. 8.1, prodotto da Ce.A.S. S.r.l. - Milano

Tipo di Calcolo: analisi statica

Opzioni di calcolo: - Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%

- Calcolo con offset rigidi dai nodi: no
- Uniformare i carichi variabili: no
- Massimizzare i carichi variabili: no
- Minimo carico da considerare: 0 <kg/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore:

- Tipo di elemento bidimensionale: ISOSHELL
- Trascura deformabilità a taglio delle aste: No
- Analisi dinamica con metodo di Lanczos: Si
- Check sequenza di Sturm: Si
- Soluzione matrice con metodo ver. 5.1: No
- Analisi non lineare con Newton modificato: No
- Usa formulazione secante per Buckling: No
- Trascura Buckling torsionale: No

Carichi

Condizioni di carico elementari

Simbologia

- CCE = Numero della condizione di carico elementare
Comm. = Commento
s = Coeff. di riduzione
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	s	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	Peso proprio	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	Terreno statica	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	Idrostatica	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
4	Statica sovraccarico	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
5	Sismica terreno	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
6	Idrodinamica	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
7		1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
8	Sovraccarico lat.	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Sezioni Generiche

Generali

Specifici	3
Calcestruzzo	
-Rbt calcestruzzo <kg/cmq>	350.00
-Modulo elastico <kg/cmq>	337216.00

-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck) <kg/cmq>	290.50
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctm) <kg/cmq>	20.22
-Gamma c per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Sigma amn. calcestruzzo <kg/cmq>	110.00
-Resistenza teorica a trazione <kg/cmq>	20.10
-Tauc0 <kg/cmq>	6.70
-Tauc1 <kg/cmq>	19.70
Acciaio	
-Tipo di acciaio (Fe B 22+44 k)	44
-Modulo elastico <kg/cmq>	2.06E+06
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <kg/cmq>	4300.00
-Gamma s per stati limite ultimi	
-Automatico	x
-Pari a	
-Sigma amn. acciaio <kg/cmq>	2600.00
-Sigma amn. reti e tralicci <kg/cmq>	2600.00
Coeff. di omogeneizzazione	15.00
Copriferro reale al bordo staffa <cm>	5.00
Diametro staffa teorica <mm>	12.00
Distanza fra ferri su più strati <cm>	1.00
Verifica con barre in posizione teorica	Si
-Copriferro <cm>	5.00
Normativa di riferimento	Si
-Relativa alle travi	
-Relativa ai pilastri	
-Relativa solo al controllo sulle tensioni	x
Verifiche secondo Circ. 65 del 10/04/97	No
Passo di verifica <m>	0.50
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	Si
-Lunghezza del tratto <m>	1.00
Verifiche a pressoflessione	Si
Verifiche a flessione/pressoflessione retta	No
-Considera My	
-Considera Mz	
Verifiche di stabilità in direzione Z locale	No
-Coeff. Beta	
Integrare lo scorrimento lungo il tratto	No
-Coeff. Beta	
Tipo verifica di stabilità	
-Per N*Omega-M e per N-c*M (standard)	Si
-Per N*Omega-c*M (doppia)	No
-Per N*Omega (sforzo normale e momento nullo)	No
-Per c*M (momento e sforzo normale nullo)	No
Gruppo di esigenza	
-Ambiente poco aggressivo	x
-Ambiente moderatamente aggressivo	
-Ambiente molto aggressivo	
Usa dominio N-M per flessioni rette	No
-Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante	
-Ricerca della sicurezza con eccentricità costante	
Controllo rapporto X/D	No
Barre da considerare tese per verifiche a taglio	

-Solo le barre con deformazione
percentuale rispetto
alla barra più tesa non 30.00
inferiore al <%>
-Tutte le barre in trazione

Solette/Platee

Generali

Controllo resistenza a taglio allo S.L.U.	no	
Calcolo armature con metodo di Wood	no	
Accoppia pilastri per calcolo punzonamento	si	
-Massima distanza come un moltiplicatore dello spessore		
Disposizione disegno	2A	1.50
Particolari nel disegno principale		
-Eliminare le quotature	no	
-Eliminare le campiture	no	
-Eliminare la numerazione dei pilastri	no	
-Eliminare la numerazione delle travi e dei muri	no	
Particolari nei disegni secondari		
-Eliminare le quotature	si	
-Eliminare le campiture	si	
-Eliminare la numerazione dei pilastri	si	
-Eliminare la numerazione delle travi e dei muri	si	
Disegno armatura diffusa	no	
Posizione particolari punzonamento	In automatico	
Copriferro per calcolo lunghezza ferri <cm>		
Risvoltare al bordo i ferri		3.50
-Inferiori	si	
-Superiori	si	
Lunghezza risvolti ferri al bordo	Pari all'altezza meno due volte il copriferro	
Disegno particolare ferri al bordo	si	
Scala disegno particolare ferri al bordo		20.00

Specifici

	1	
Calcestruzzo		
-Rbk calcestruzzo <kg/cmq>	350.00	
-Modulo elastico <kg/cmq>	337216.00	
-Resistenza caratteristica cilindrica (Fck) <kg/cmq>	290.50	
-Resistenza caratteristica a trazione (Fctm) <kg/cmq>	20.22	
-Gamma c per stati limite ultimi		
-Automatico	*	
-Pari a		
-Sigma amm. calcestruzzo <kg/cmq>	110.00	
-Resistenza teorica a trazione <kg/cmq>	20.10	
-Tauc0 <kg/cmq>	6.70	
-Tauc1 <kg/cmq>	19.70	
Acciaio		
-Tipo di acciaio (Fe B 22÷44 E)	44	
-Modulo elastico <kg/cmq>	2.06E+06	
-Tensione caratteristica di snervamento (Fyk) <kg/cmq>	4300.00	
-Gamma s per stati limite ultimi		
-Automatico	*	
-Pari a		
-Sigma amm. acciaio <kg/cmq>	2600.00	
-Sigma amm. reti e tralicci <kg/cmq>	2600.00	
Coeff. di omogeneizzazione	15.00	
Angolo d'armatura <grad>	0.00	
Copriferro teorico superiore <cm>	5.00	
Copriferro teorico inferiore <cm>	5.00	
Tipo di progetto in doppia armatura		
-Tensione pari ai valori amm.		
-Tensione pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa minore o pari a	1.00	
-Tensione pari ai valori amm. con AfComp/AfTesa pari a		

Min. percentuale di regolamento		
-Platee di fondazione su suolo elastico	No	
-Solette di elevazione	Si	
Controlla min. armatura di ripartizione	No	
Elenco diametri utilizzabili 1	16	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 2		
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 3		
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 4		
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 5		
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 6		
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 7		
<mm>		
Passi utilizzabili		
-Minimo <cm>		15.00
-Massimo <cm>		30.00
-Incremento <cm>		5.00
Uniformizzazione interassi armatura	No	
-Sempre		
-Nella stessa direzione		
-Nella stessa posizione		
Uniformizzazione diametri armatura	No	
-Sempre		
-Nella stessa direzione		
-Nella stessa posizione		
Tipo di ottimizzazione armatura a flessione		
-Minimizza il numero dei ferri		
-Minimizza il peso complessivo dei ferri	x	
Fattore di riduzione per ancoraggio ferri		1.00
Lunghezza ancoraggi armature		
-Calcolata in funzione della $\sigma_{s,af}$	x	
-Imposta come multiplo del diametro		
Lunghezza ancoraggi ferri punzonamento		
-Calcolata in funzione della $\sigma_{s,af}$	x	
-Imposta come multiplo del diametro		
Fattore di riduzione altezza soletta/platea		0.90
Modifica altezza soletta/platea	Si	
Allargamento piastra pilastri in acciaio <cm>		5.00
Distanza dal bordo libero		
-Distanza come un moltiplicatore dello spessore		1.00
-Distanza imposta a <cm>		
Tolleranza di posizionamento barre		
-Distanza come un moltiplicatore dello spessore		0.10
-Distanza imposta a <cm>		
Elenco diametri utilizzabili 1	12	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 2	14	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 3	16	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 4	18	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 5	20	
<mm>		
Elenco diametri utilizzabili 6		
<mm>		

Elenco diametri utilizzabili 7

<mm>

Passi utilizzabili

-Minimo <cm>	10.00
-Massimo <cm>	20.00
-Incremento <cm>	2.00

Tipo di ottimizzazione armatura a punzonamento

- Minimizza il numero dei ferri *
- Minimizza il peso complessivo dei ferri

Gruppo di esigenza

- Ambiente poco aggressivo *
- Ambiente moderatamente aggressivo

- Ambiente molto aggressivo
- Usa dominio N-M per flessioni rette No

- Ricerca della sicurezza con sforzo normale costante

- Ricerca della sicurezza con eccentricità costante

- Controllo rapporto X/D No

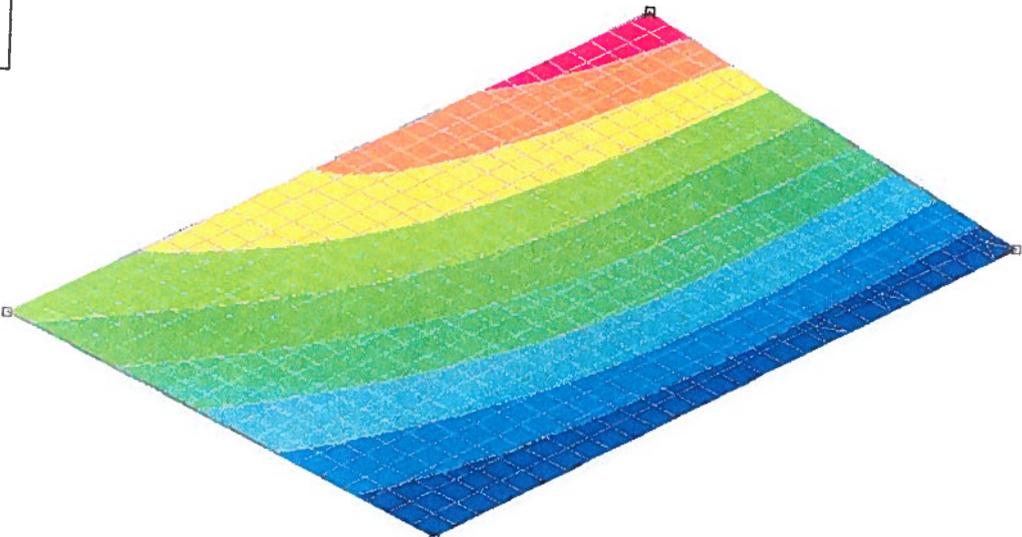
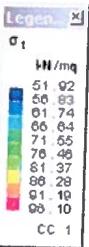
- Barre da considerare tese per verifiche a taglio

- Solo le barre con deformazione percentuale rispetto

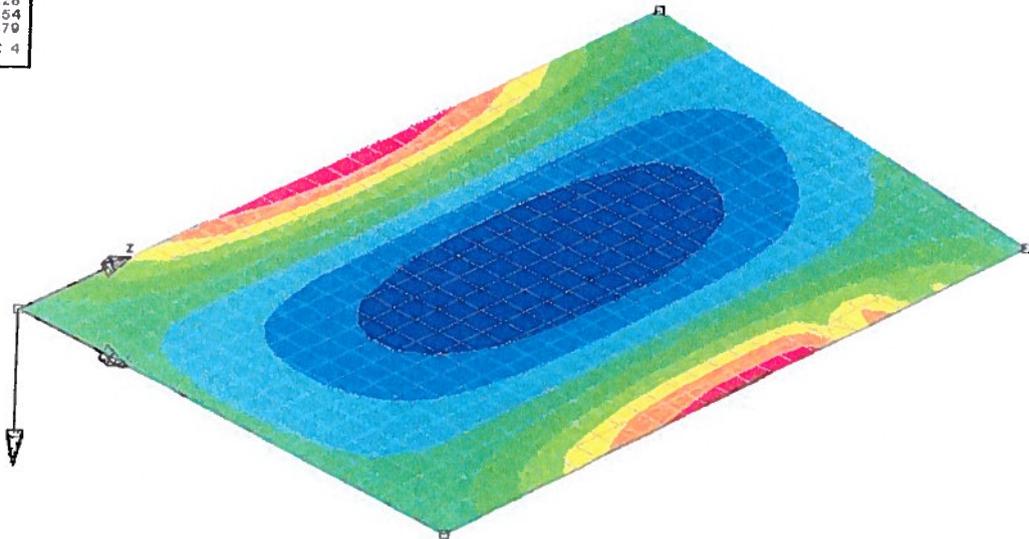
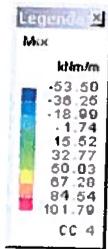
- Incremento <ε> 30.00

- Tutte le barre in trazione

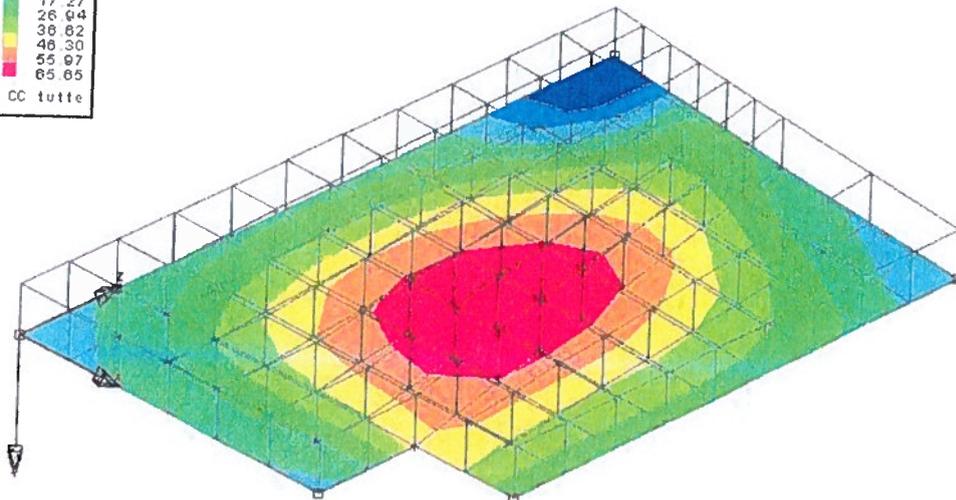
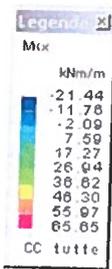
Sollecitazioni elementi bidimensionali



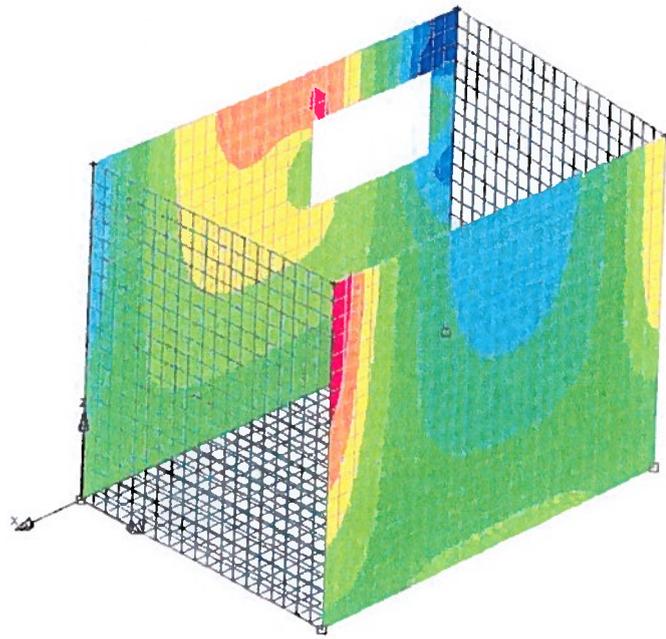
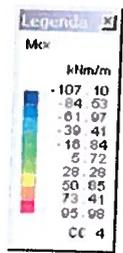
Pressione sul terreno



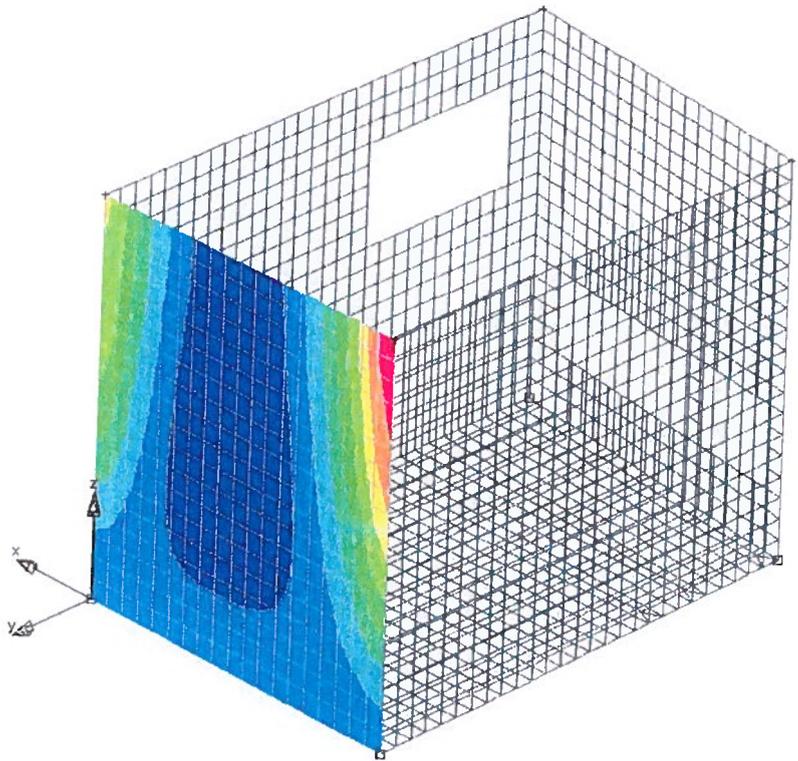
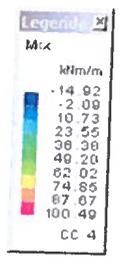
Mxx fondo vasca: momento che provoca tensioni sulle facce normali a x



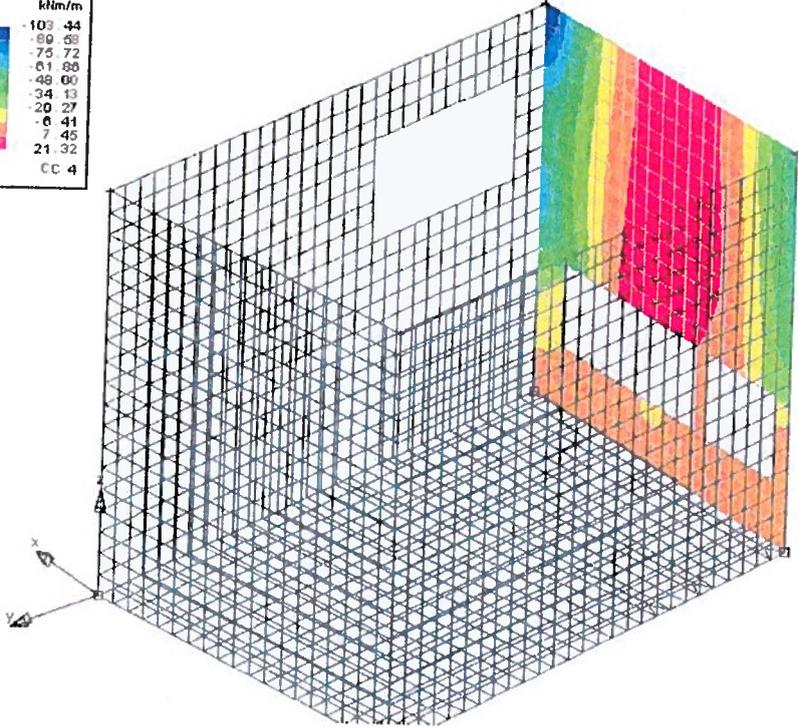
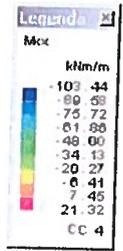
Mxx copertura pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce normali ad x



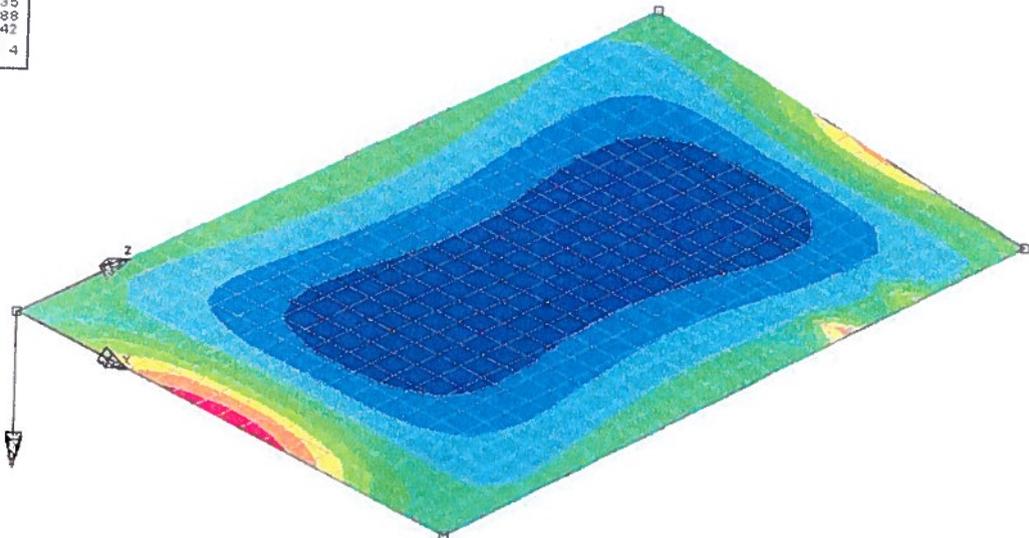
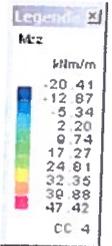
Mxx pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce normali a x



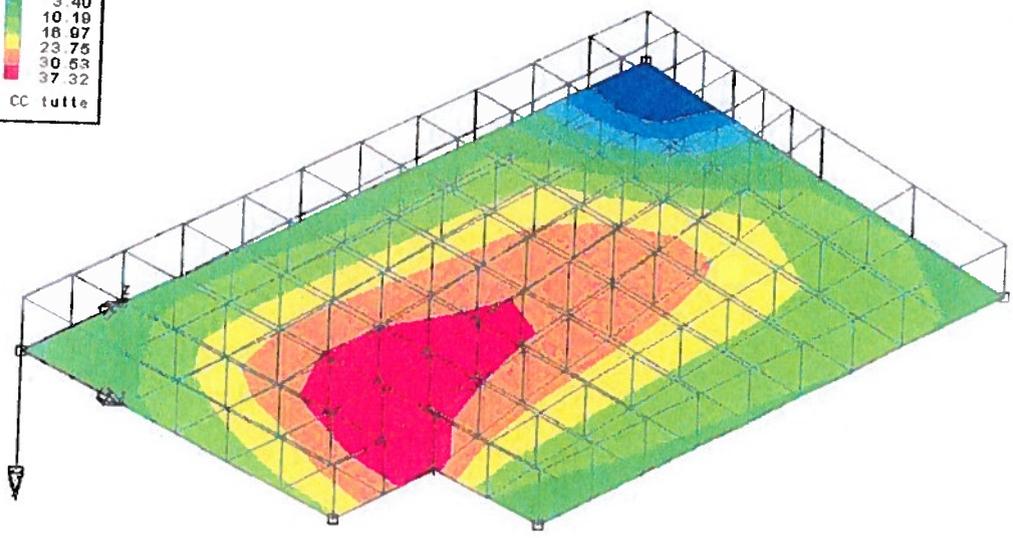
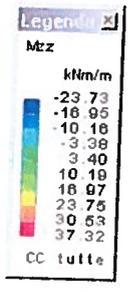
Mxx pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad x



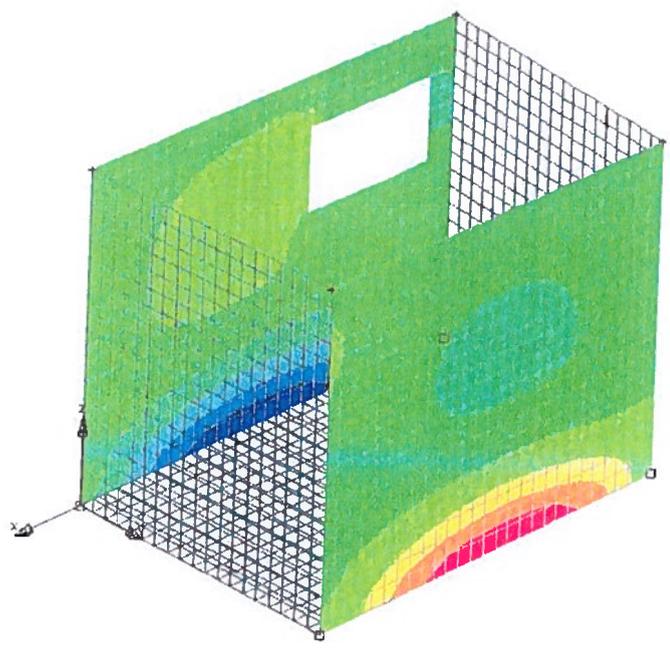
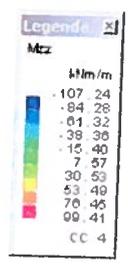
Mxx pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad x :



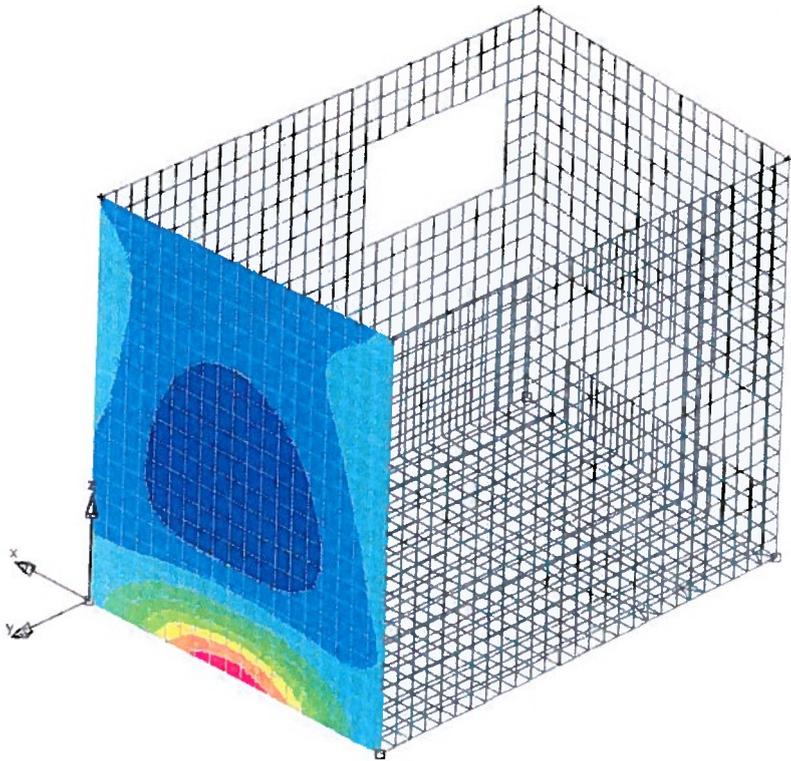
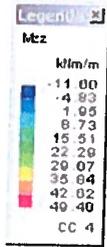
-Mzz fondo vasca: momento che provoca tensioni sulle facce normali a z :



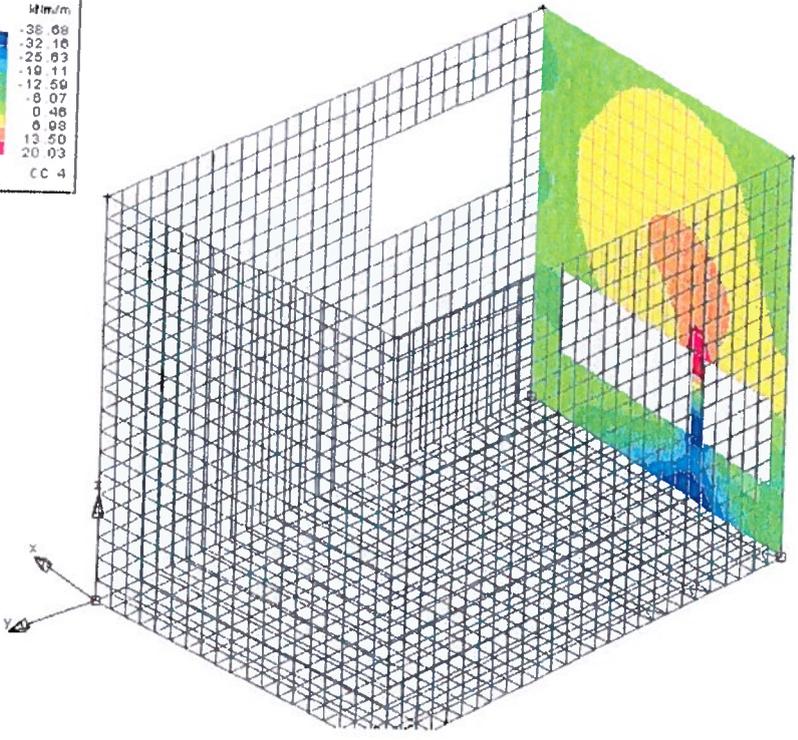
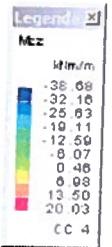
Mzz copertura pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad z



Mzz pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad z

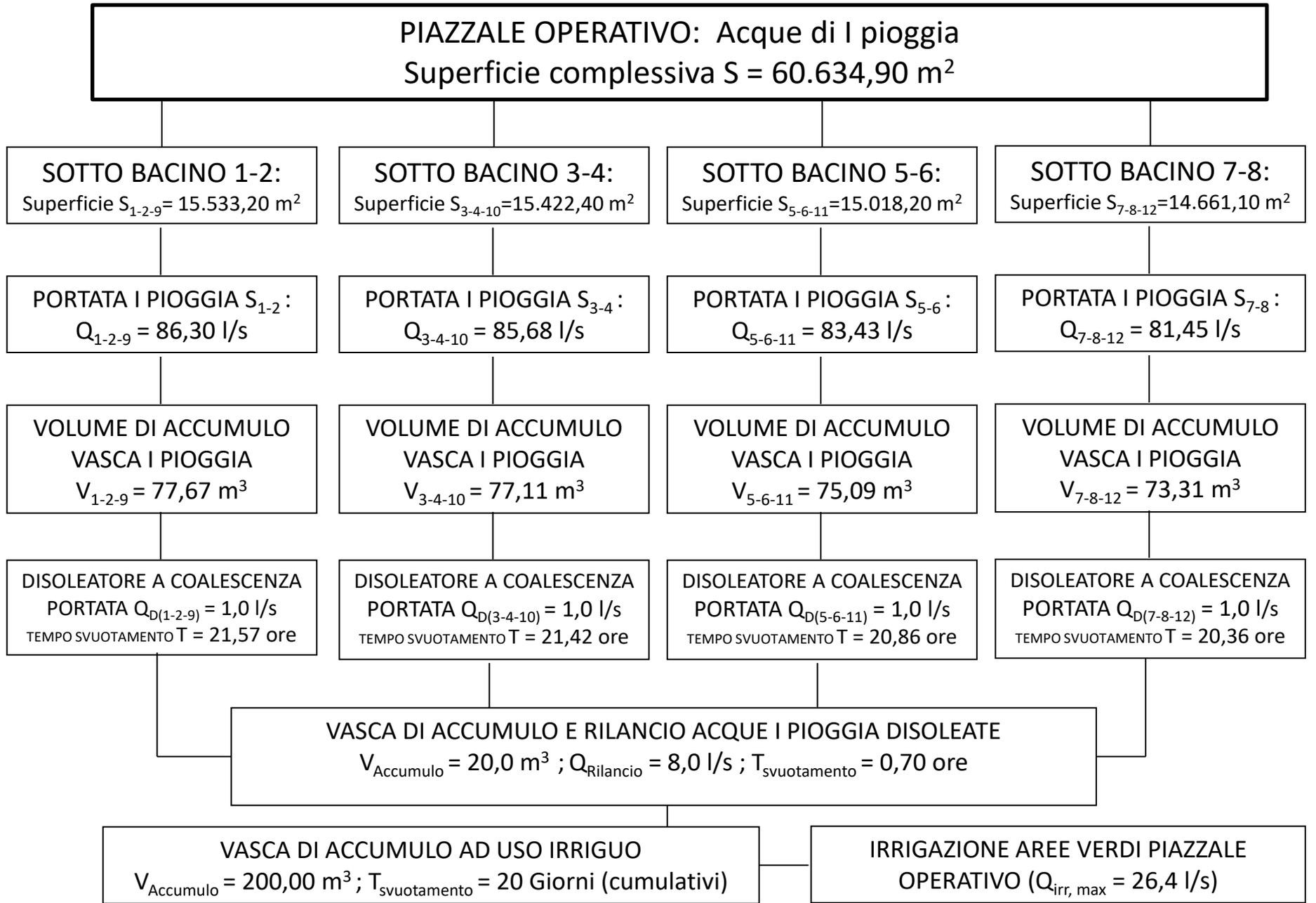


Mz2 pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad z

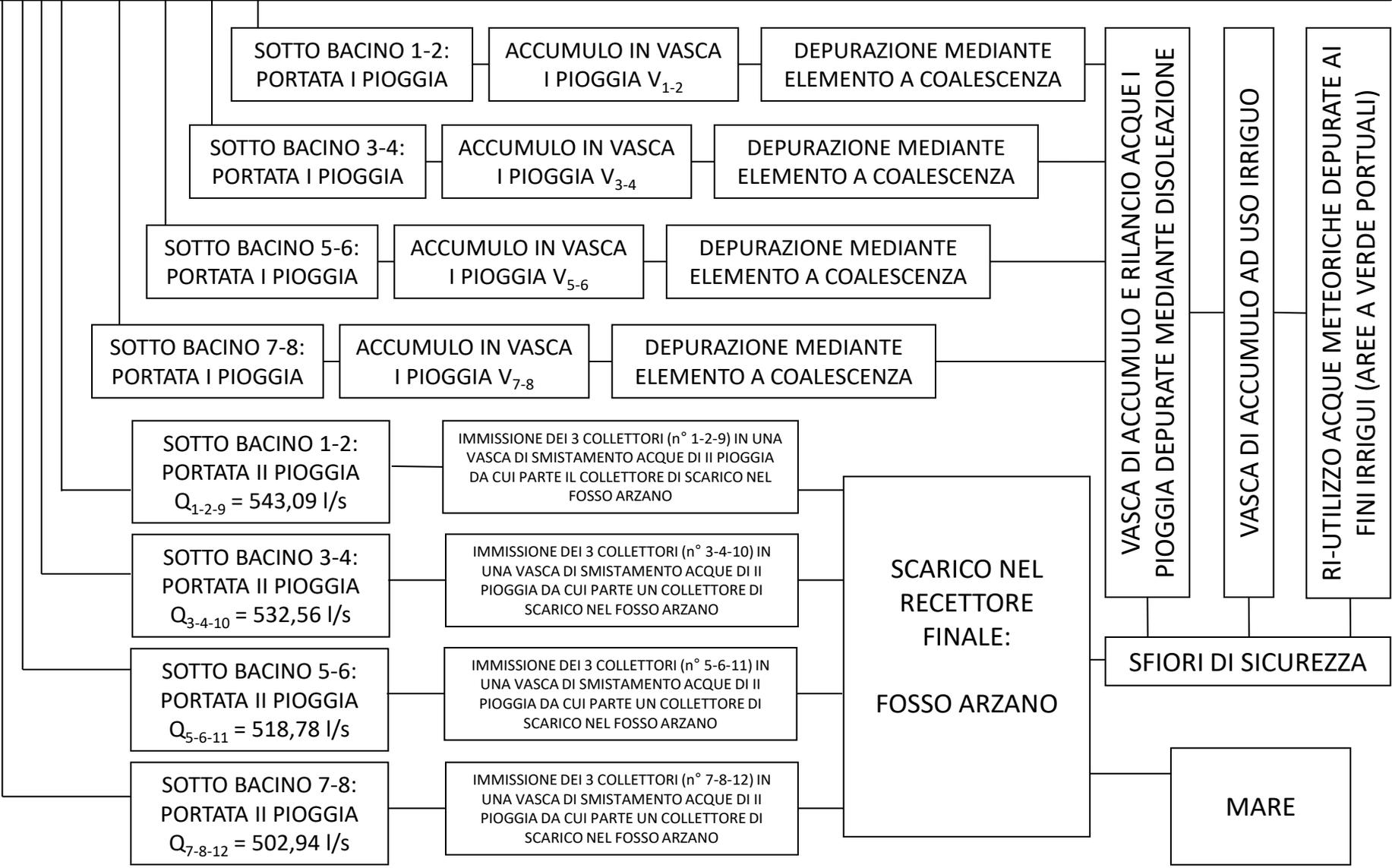


Mz3 pareti pozzetto: momento che provoca tensioni sulle facce di normale ad z

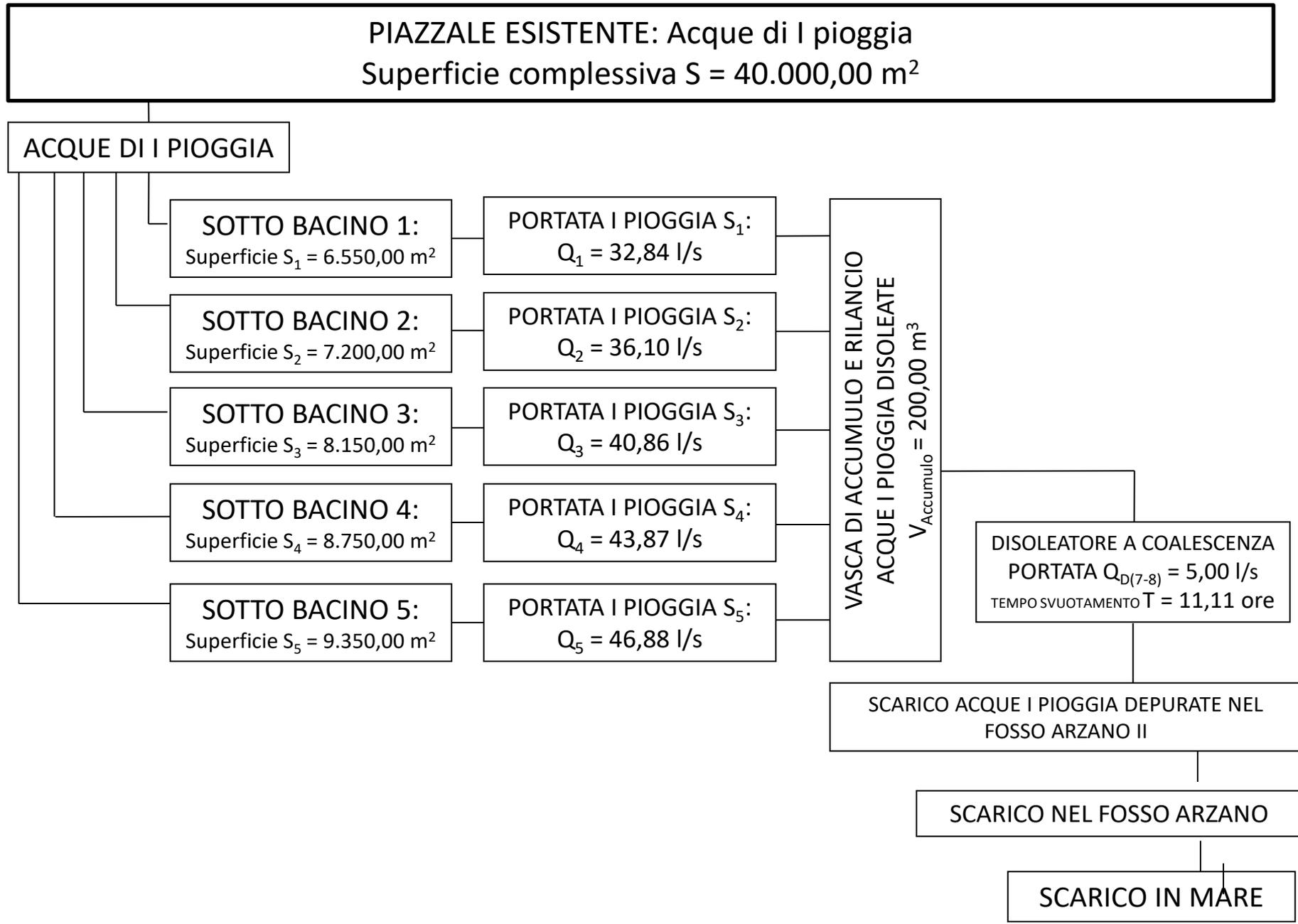
RACCOLTA ACQUE METEORICHE I PIOGGIA E RIUTILIZZO DOPO DEPURAZIONE PER USO IRRIGUO



PIAZZALE OPERATIVO:
 Superficie complessiva S = 60.634,90 m²

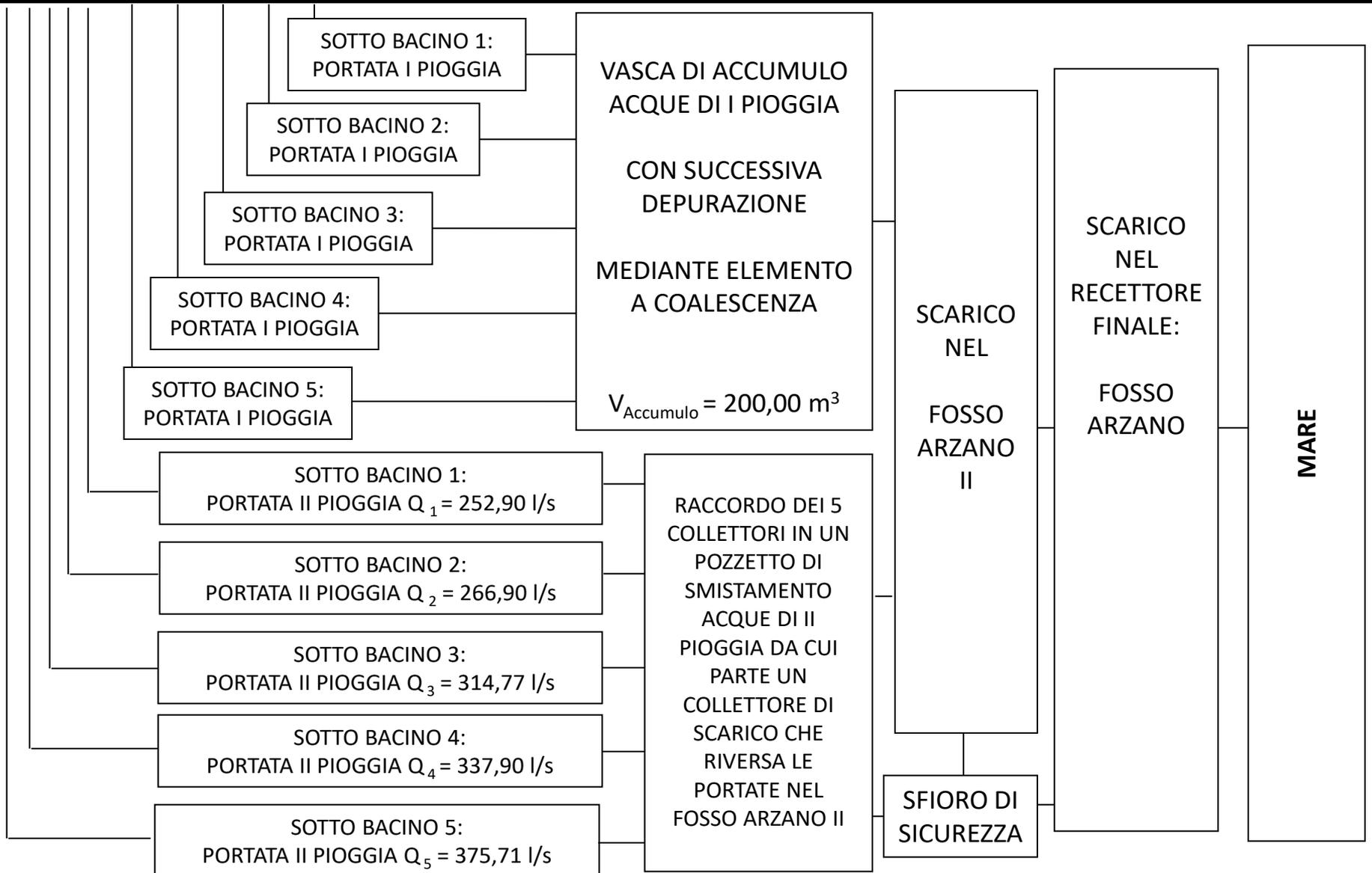


RACCOLTA ACQUE METEORICHE I PIOGGIA, LORO DEPURAZIONE E SCARICO IN FOSSO ARZANO II

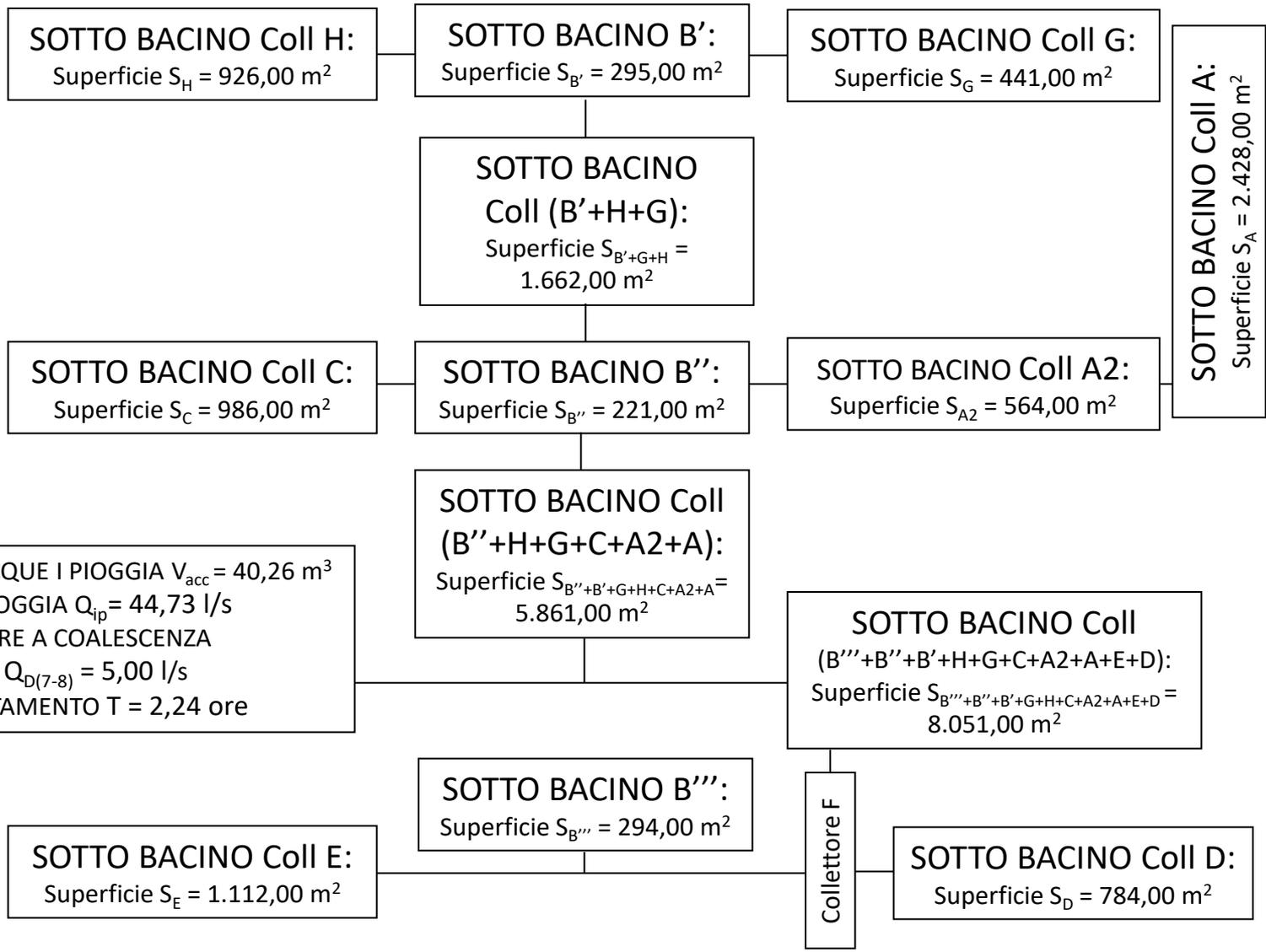


PIAZZALE ESISTENTE:

Superficie complessiva $S = 40.000,00 \text{ m}^2$



PIAZZALE BANCHINA DI RIVA: Acque di I pioggia
 Superficie complessiva S = 8.051,00 m²



VASCA ACCUMULO ACQUE I PIOGGIA $V_{acc} = 40,26 \text{ m}^3$
 PORTATA I PIOGGIA $Q_{ip} = 44,73 \text{ l/s}$
 DISOLEATORE A COALESCENZA
 PORTATA $Q_{D(7-8)} = 5,00 \text{ l/s}$
 TEMPO SVUOTAMENTO $T = 2,24 \text{ ore}$

Collettore L
 SCARICO IN MARE

Collettore F

CICLO DELLE ACQUE METEORICHE DTTI PIOGGIA

PIAZZALE BANCHINA DI RIVA:
Superficie complessiva $S = 8.051,00 \text{ m}^2$

SOTTO BACINO Coll H:
PORTATA II PIOGGIA $Q_H = 15,55 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll G:
PORTATA II PIOGGIA $Q_G = 16,25 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll B':
PORTATA II PIOGGIA $Q_{B'} = 15,04 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll C:
PORTATA II PIOGGIA $Q_C = 35,26 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll A+A2:
PORTATA II PIOGGIA $Q_{A+A2} = 108,77 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll B'':
PORTATA II PIOGGIA $Q_{B''} = 18,78 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll A

SOTTO BACINO B''':
PORTATA II PIOGGIA $Q_{B'''} = 15,04 \text{ l/s}$

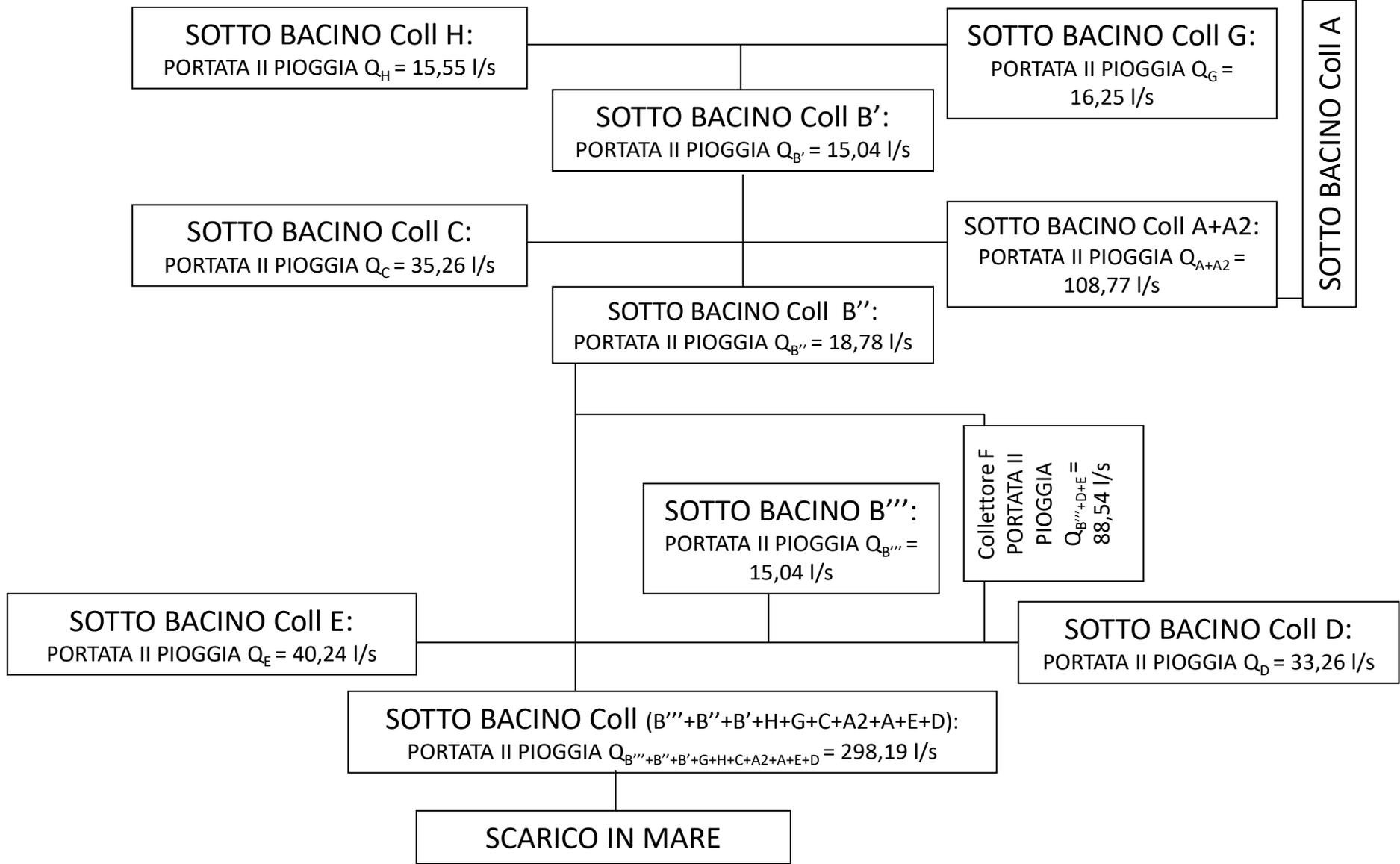
Collettore F
PORTATA II PIOGGIA
 $Q_{B'''+D+E} = 88,54 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll E:
PORTATA II PIOGGIA $Q_E = 40,24 \text{ l/s}$

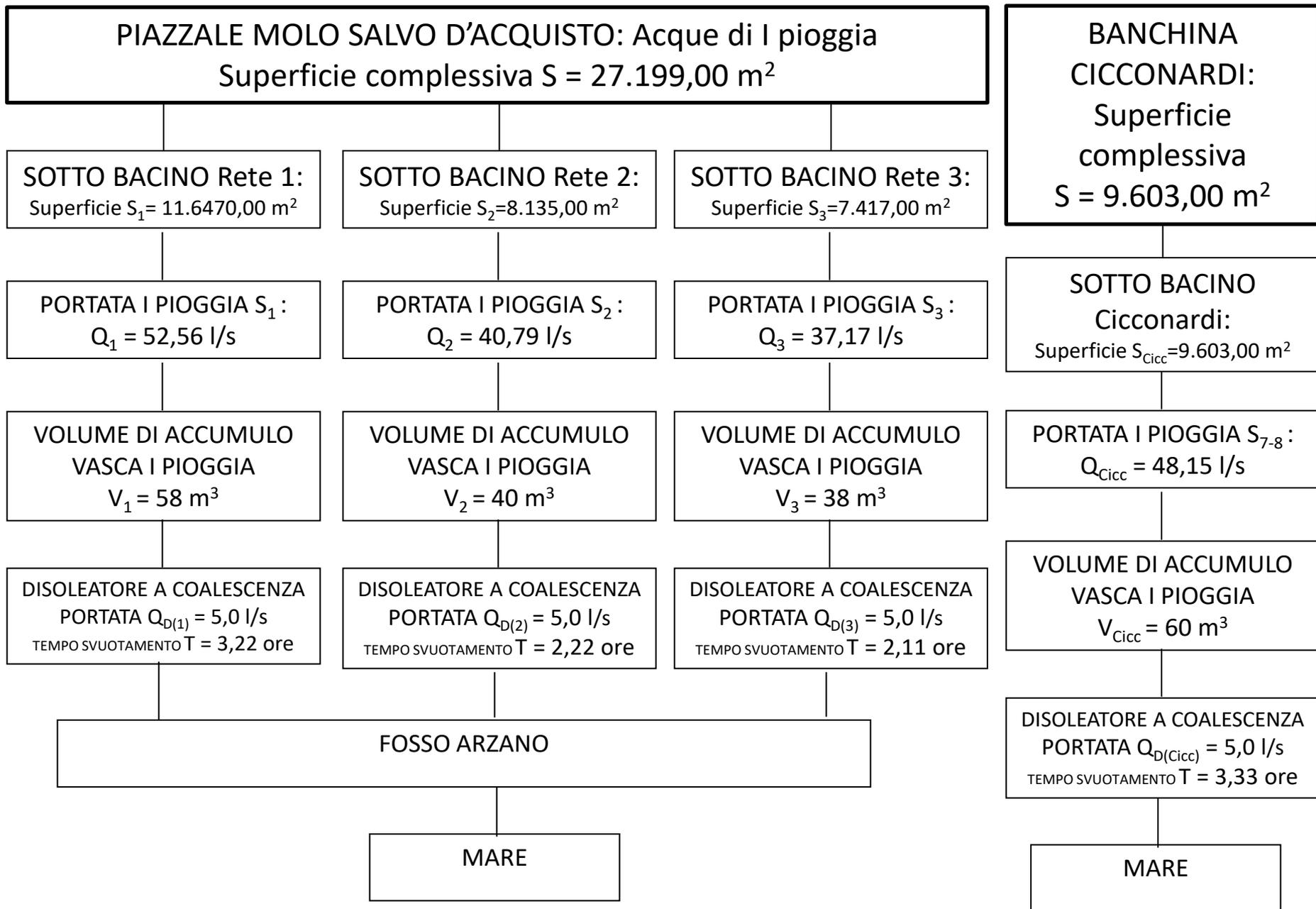
SOTTO BACINO Coll D:
PORTATA II PIOGGIA $Q_D = 33,26 \text{ l/s}$

SOTTO BACINO Coll (B''' + B'' + B' + H + G + C + A2 + A + E + D):
PORTATA II PIOGGIA $Q_{B'''+B''+B'+H+G+C+A2+A+E+D} = 298,19 \text{ l/s}$

SCARICO IN MARE



RACCOLTA ACQUE METEORICHE I PIOGGIA, LORO DEPURAZIONE E SCARICO IN MARE



PIAZZALE MOLO SALVO D'ACQUISTO: Acque di I pioggia
Superficie complessiva $S = 27.199,00 \text{ m}^2$

SOTTO BACINO Rete 1:
Superficie $S_1 = 11.6470,00 \text{ m}^2$

SOTTO BACINO Rete 2:
Superficie $S_2 = 8.135,00 \text{ m}^2$

SOTTO BACINO Rete 3:
Superficie $S_3 = 7.417,00 \text{ m}^2$

**BANCHINA
CICCONARDI:**
Superficie
complessiva
 $S = 9.603,00 \text{ m}^2$

PORTATA I PIOGGIA S_1 :
 $Q_1 = 52,56 \text{ l/s}$

PORTATA I PIOGGIA S_2 :
 $Q_2 = 40,79 \text{ l/s}$

PORTATA I PIOGGIA S_3 :
 $Q_3 = 37,17 \text{ l/s}$

**SOTTO BACINO
Cicconardi:**
Superficie $S_{Cicc} = 9.603,00 \text{ m}^2$

**VOLUME DI ACCUMULO
VASCA I PIOGGIA**
 $V_1 = 58 \text{ m}^3$

**VOLUME DI ACCUMULO
VASCA I PIOGGIA**
 $V_2 = 40 \text{ m}^3$

**VOLUME DI ACCUMULO
VASCA I PIOGGIA**
 $V_3 = 38 \text{ m}^3$

PORTATA I PIOGGIA S_{7-8} :
 $Q_{Cicc} = 48,15 \text{ l/s}$

DISOLEATORE A COALESCENZA
PORTATA $Q_{D(1)} = 5,0 \text{ l/s}$
TEMPO SVUOTAMENTO $T = 3,22 \text{ ore}$

DISOLEATORE A COALESCENZA
PORTATA $Q_{D(2)} = 5,0 \text{ l/s}$
TEMPO SVUOTAMENTO $T = 2,22 \text{ ore}$

DISOLEATORE A COALESCENZA
PORTATA $Q_{D(3)} = 5,0 \text{ l/s}$
TEMPO SVUOTAMENTO $T = 2,11 \text{ ore}$

**VOLUME DI ACCUMULO
VASCA I PIOGGIA**
 $V_{Cicc} = 60 \text{ m}^3$

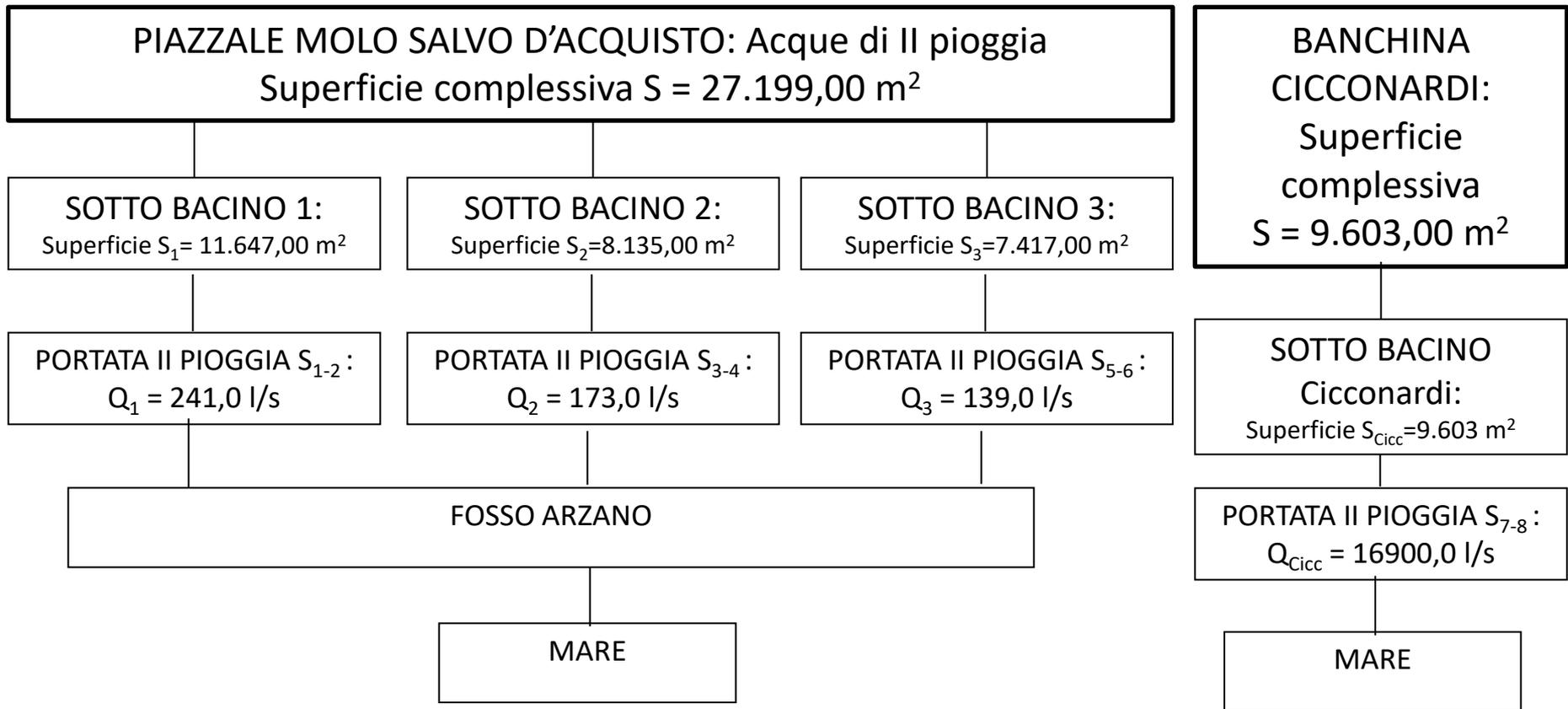
FOSSO ARZANO

MARE

DISOLEATORE A COALESCENZA
PORTATA $Q_{D(Cicc)} = 5,0 \text{ l/s}$
TEMPO SVUOTAMENTO $T = 3,33 \text{ ore}$

MARE

CICLO DELLE ACQUE METEORICHE DI II PIOGGIA



LEGENDA

	Tubazione PVC acque bianche
	Tubazione PVC acque bianche esistenti
	Diametro tubazione
	Quota scorrimento s.l.m.
	Distanza tra pozzetti
	Caditoia Ø60x60 F900 acque bianche
	Chiusino Ø60 F900 idrico
	Chiusino Ø60 F900 acque bianche
	Chiusino Ø80 F900 acque bianche
	Vasca di rilascio acque di 1° pioggia disoleate
	Vasca di prima pioggia
	Quota terreno



AUTORITA' DI SISTEMA PORTUALE DEL MAR TIRRENO CENTRO-SETTENTRIONALE

OPERE DI COMPLETAMENTO DEL PORTO COMMERCIALE DI GAETA



AS-BUILT

Impresa appaltatrice: **Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.**
 Ufficio di Direzione Lavori: **MODISE**
 Responsabile del procedimento: **Ing. Maurizio Marini**
 Impresa esecutrice: **R.C.M. COSTRUZIONI**
 Dott. Ing. Carlo Colentani Ungaro
 Dott. Ing. Mauro Marini
 Dott. Ing. Andrea Sanzone
 Dott. Ing. Davide Saltari

**OPERE DI COMPLETAMENTO
DEL PORTO COMMERCIALE DI GAETA**

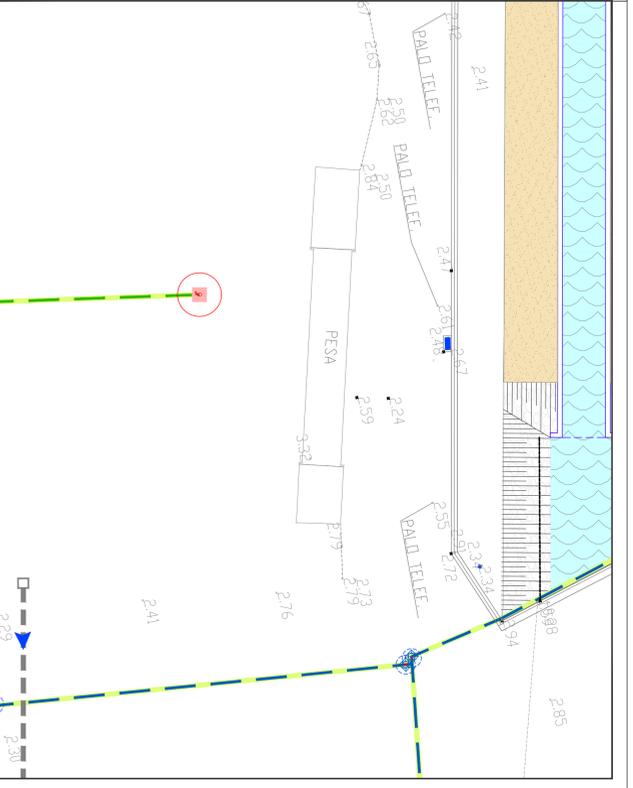
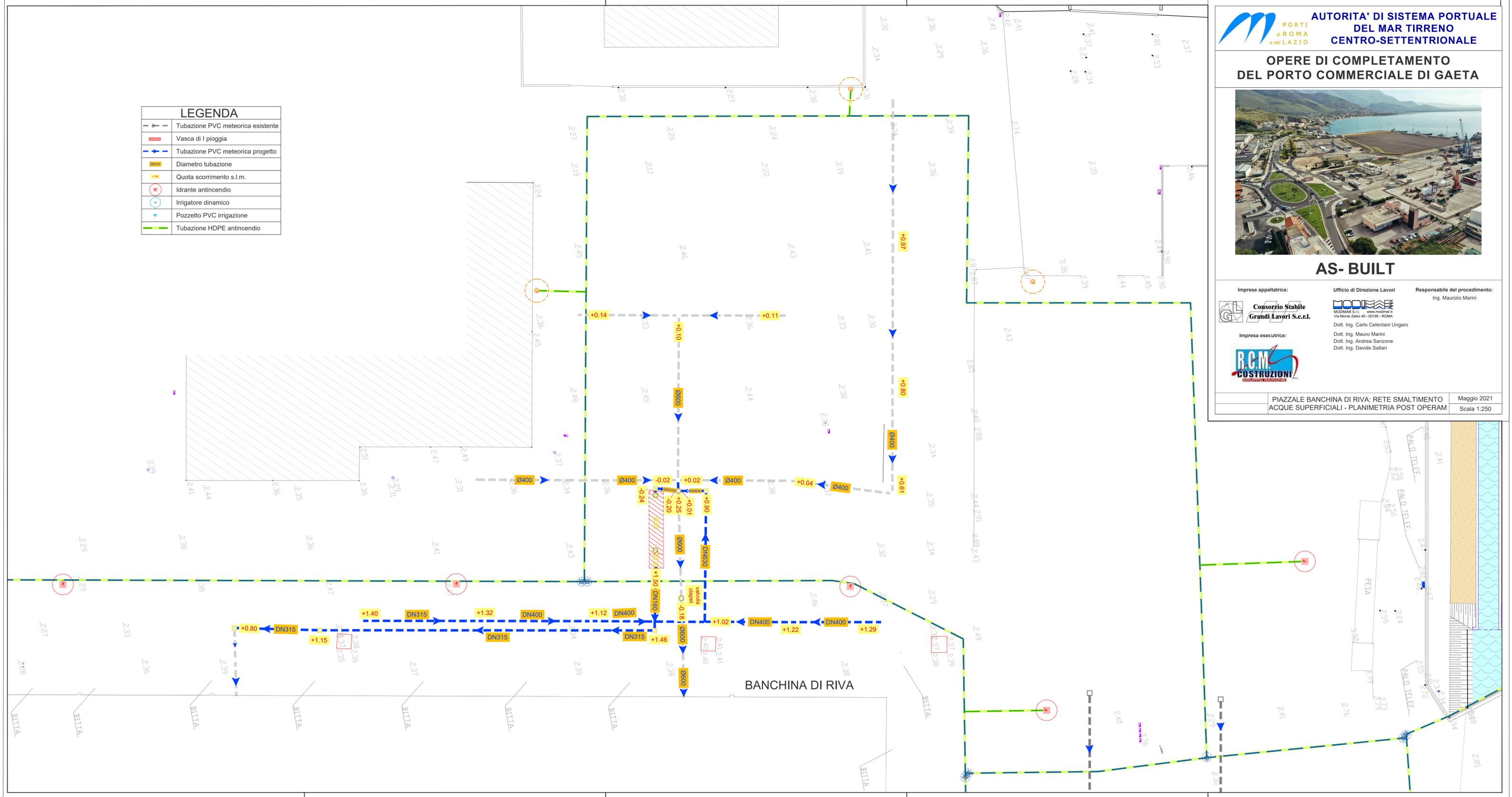


AS- BUILT

Imprese appaltatrice: **Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.**
 Ufficio di Direzione Lavori: **MODMAR S.r.l.**
 Responsabile del procedimento: Ing. Maurizio Marini
 Impresa esecutrice: **R.C.M. COSTRUZIONI**
 Dott. Ing. Carlo Celentani Ungaro
 Dott. Ing. Mauro Marini
 Dott. Ing. Andrea Sanzone
 Dott. Ing. Davide Saltari

PIAZZALE BANCHINA DI RIVA: RETE SMALTIMENTO ACQUE SUPERFICIALI - PLANIMETRIA POST OPERAM
 Maggio 2021
 Scala 1:250

LEGENDA	
	Tubazione PVC meteorica esistente
	Vasca di l pioggia
	Tubazione PVC meteorica progetto
	Diametro tubazione
	Quota scorrimento s.l.m.
	Idrante antincendio
	Irrigatore dinamico
	Pozzetto PVC irrigazione
	Tubazione HDPE antincendio



LEGENDA	
	Tubazioni PVC meteoriche esistenti
	Vasca di pioggia
	Tubazione PVC meteorica progetto
	Diametro tubazione
	Quota scorrimento s.l.m.
	Idrante antincendio
	Irrigatore dinamico
	Pozzetto PVC irrigazione
	Tubazione HDPE antincendio
	Tubazione HDPE irrigua

OPERE DI COMPLETAMENTO DEL PORTO COMMERCIALE DI GAETA



AS-BUILT

Impresa appaltatrice: **Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l.**

Ufficio di Direzione Lavori: **MOME S.p.A.**
Via Mare Zulo 40 - 00156 - ROMA

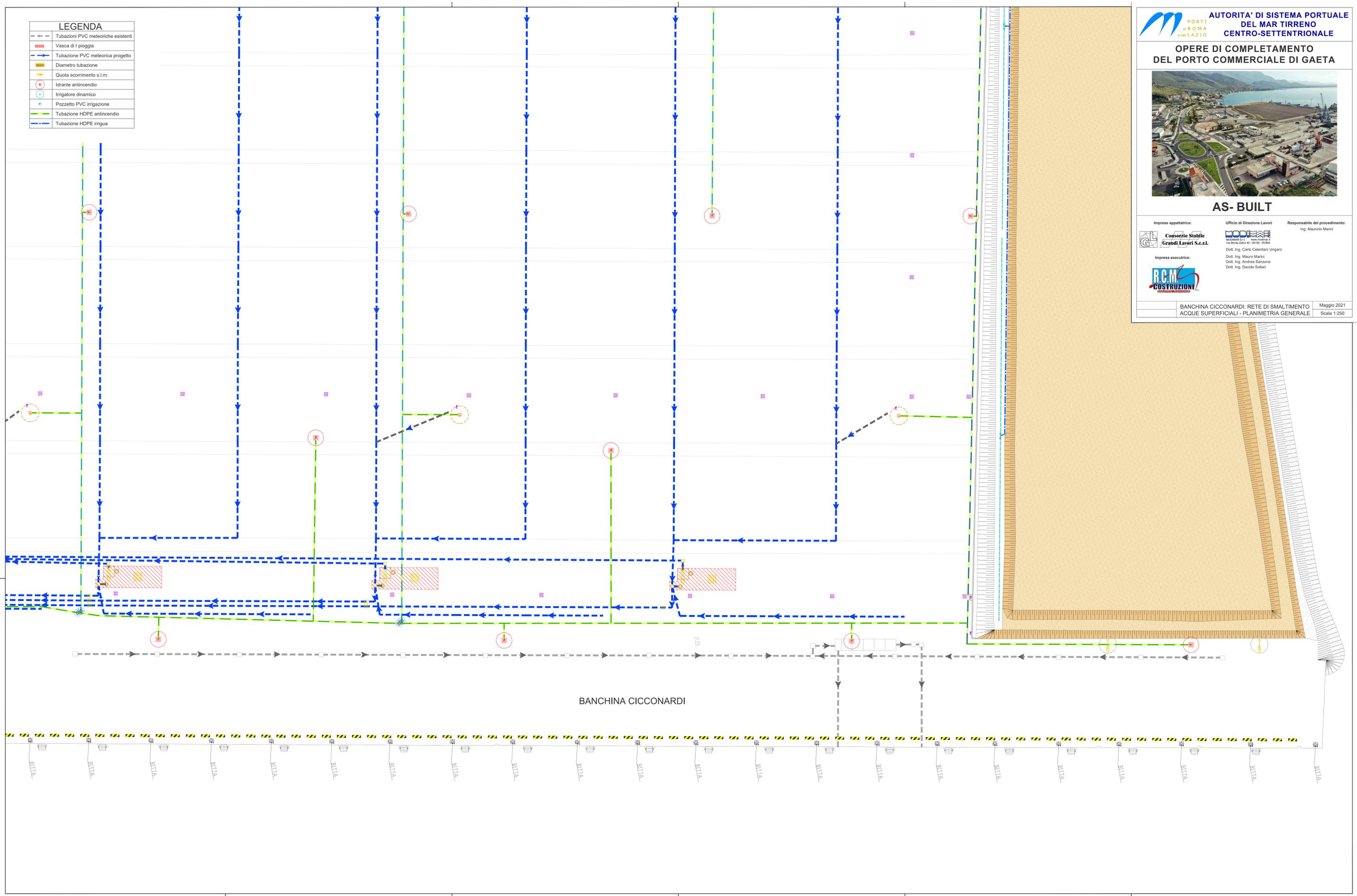
Responsabile del procedimento: Ing. Maurizio Marini

Impresa esecutrice: **R.C.M. COSTRUZIONI S.p.A.**

Dott. Ing. Carlo Celestani Ungaro
Dott. Ing. Misao Marini
Dott. Ing. Andrea Saponone
Dott. Ing. Davide Saltari

BANCHINA CICCONARDI: RETE DI SMALTIMENTO ACQUE SUPERFICIALI - PLANIMETRIA GENERALE

Maggio 2021
Scala 1:250



Processo PRO/LTACCO/001 GE/2020/03587 del 12/10/2022 - Pag. 105 di 109

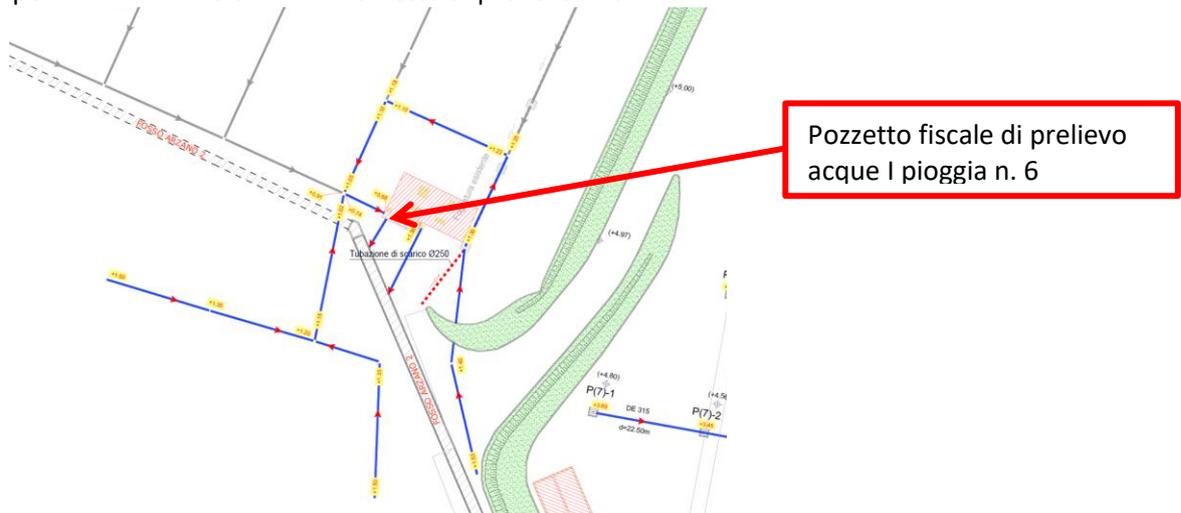
INDIVIDUAZIONE E NUMERAZIONE POZZETTI FISCALI

Relativamente all'individuazione e numerazione dei pozzetti fiscali di prelievo delle acque di I pioggia si può fare riferimento alle figure di seguito riportate:

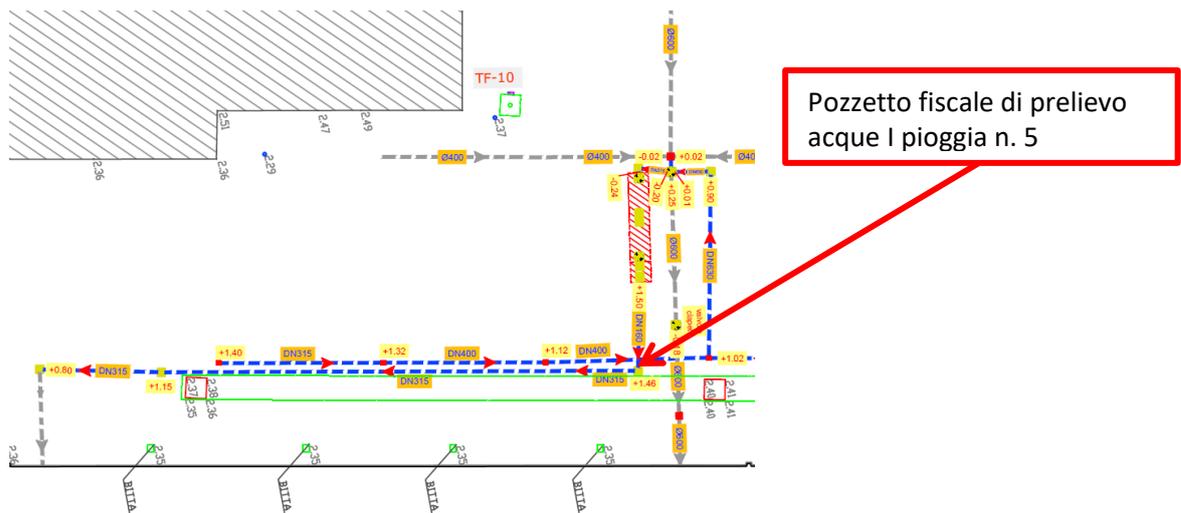
- ❖ per il NUOVO PIAZZALE OPERATIVO (Pozzetti di prelievo n. 1 ÷ 5):



- ❖ per il PIAZZALE ESISTENTE: Pozzetto di prelievo n. 6



- ❖ per il PIAZZALE RETROSTANTE BANCHINA DI RIVA: Pozzetto di prelievo n. 5



- ❖ MOLO SALVO D'ACQUISTO: Pozzetto di prelievo n. 8 (Rete 1 – Piazzale A Molo S. D'Acquisto)



Pozzetto fiscale di prelievo
acque I pioggia n. 8

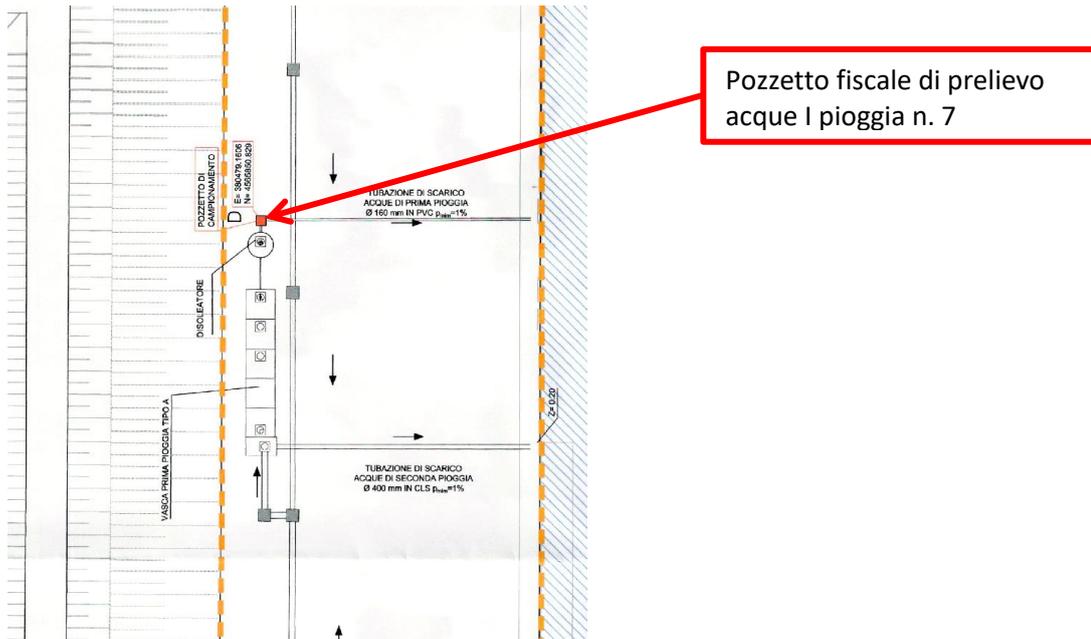
Pozzetti di prelievo n. 9 e 10 (Reti 2 e 3 – Piazzale B e C Molo S. D'Acquisto)



Pozzetto fiscale di prelievo
acque I pioggia n. 9

Pozzetto fiscale di prelievo
acque I pioggia n. 10

❖ per il PIAZZALE RETROSTANTE BANCHINA CICCONARDI: Pozzetto di prelievo n. 7



Per quanto riguarda le principali caratteristiche degli impianti di trattamento delle I piogge e degli elementi ad esse collegate (vasche di accumulo di I pioggia, sfiori di sicurezza e pozzetti di prelievo fiscale di II pioggia) si può fare riferimento agli specifici elaborati grafici allegati:

- Planimetria piazzale esistente (adeguato con i lavori di completamento);
- Planimetria molo Salvo d'Acquisto (con reti drenaggio n. 1-2-3);
- Planimetria banchina di riva (con rete di drenaggio adeguata);
- Planimetria banchina Cicconardi (esistente e sulla quale non sono stati eseguiti interventi).

Inoltre per la Planimetria del "nuovo piazzale operativo" si confermano gli elaborati già trasmessi.

IL TECNICO
 (DIRIGENTE AREA TECNICA E
 PIANIFICAZIONE DELLE OPERE)
 Dott. Ing. Maurizio Marini