AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

SOCIETA' DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

CLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:

Dott. Ing. Guido Fiorini

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

ELABORATO N° :

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE IDRAULICA

MI010P-PE-G-Z-R-4146-C0

DATA			
Settembre 2014	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
SIGLA	A. Follesa	F. Mattarolo	G. Fiorini
REVISIONE 1			
REVISIONE 2			
REVISIONE 3			

NOME FILE

MI010P-PE-G-Z-R-4146-C0
Relazione idraulica.doc

A TERMINE DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO RENDENDOLO NOTO A TERZI ANCHE PARZIALMENTE SENZA NOSTRA AUTORIZZAZIONE

AUTORITÀ PORTUALE DI SAVONA

PORTO DI VADO LIGURE

PROJECT FINANCING PER:

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA, ESECUZIONE DEI LAVORI DELLA NUOVA PIASTRA MULTIFUNZIONALE DEL PORTO DI VADO LIGURE E GESTIONE DELLA PARTE RELATIVA AL TERMINAL CONTENITORI

PROGETTO ESECUTIVO - FASE 2
E CONTESTUALE PERIZIA DI VARIANTE DELLA FASE 1

RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

1. PREMESSA 5
2. ANALISI IDROLOGICA 7
2.1. Dati considerati 7
2.2. Analisi statistica dei dati di pioggia 7
2.3. Curve di possibilità pluviometrica 8
2.4. Valutazione del coefficiente udometrico 9
3. RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE 11
3.1. Criteri progettuali 11
3.2. Il sistema di collettamento e scarico 12
3.2.1. Rete 1 16
3.2.2. Rete 2 17
3.2.3. Rete 3 19
3.2.4. Rete 4 20
3.2.5. Rete 5 22
3.2.6. Rete 6 24
3.2.7. Scarico dai pozzetti 26
3.3. Elementi principali della rete 26
3.3.1. Canaletta rettangolare in asse via di corsa del carro ponte 27
3.3.2. Canaletta rettangolare con griglia (area a terra) 27
3.3.3. Caditoie 28
3.3.4. Scarichi dai pozzetti degli impianti tecnologici 29
3.3.5. Utilizzo delle travi strutturali quali vettori delle acque drenate (area a mare) 29
3.3.6. Adduttrici secondarie e primarie 30
3.3.7. Adduttrici alla vasche di trattamento e scarichi a mare 31
3.3.8. Vasche di trattamento 31
3.4. Le vasche di trattamento delle acque meteoriche 32
3.4.1. Normativa di riferimento 32
3.4.2. Dimensionamento e caratteristiche e costruttive 32
3.5. Dimensionamento e verifica della rete 35
3.5.1. Canalette 35
3.5.2. Caditoie 36
3.5.3. Dimensionamento e verifica dei collettori 37
4. LA RETE DI FOGNATURA NERA 41
4.1. Criteri progettuali 42
4.2. Portate affluenti alla rete 42
4.3. Descrizione della rete 43
4.4. Dimensionamento delle stazioni di sollevamento 44
5. CONSIDERAZIONI FINALI 47

INDICE DELLE FIGURE

Fig. 3.1 - Il sistema di drenaggio delle acque meteoriche 14
Fig. 3.2 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 1 16
Fig. 3.3 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 2 18
Fig. 3.4 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 3 19
Fig. 3.5 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 4 21
Fig. 3.6 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 5 23
Fig. 3.7 - Drenaggio delle acque meteoriche. Rete n° 6 25
Fig. 3.8 - Canaletta in asse via di corsa carro ponte 27
Fig. 3.9 - Caditoia tipo 28
Fig. 3.10 - Scarico dai pozzetti degli impianti tecnologici 29
Fig. 3.11 - Tipologie di pozzetti 31
Fig. 3.12 - Vasca tipo di trattamento con sedimentatore e disoleatore 34
Fig. 3.13- Schema di flusso 34
Fig. 3.14 - Schema del profilo idraulico nella canaletta 36
Fig. 4.1 - Edifici presenti nell'area 41

INDICE DELLE TABELLE

Tab. 2.1 - Coefficienti delle equazioni di possibilità pluviometrica per gli scrosci 9
Tab. 2.2 - Caratteristica dell'evento decennale per diverse durate della precipitazione 9
Tab. 2.3 - Portata affluente alla rete per ettaro 10
Tab. 3.1 - Portate convogliate a mare dalla rete di drenaggio delle acque meteoriche 13
Tab. 3.2 - Caratteristiche geometriche delle tubazioni 30
Tab. 3.3 - Portate convogliate a mare dalla rete di drenaggio delle acque meteoriche 38
Tab. 3.4 - Tabella per la verifica del dimensionamento dei collettori 39
Tab. 4.1 - Caratteristiche delle stazioni di sollevamento 45
Tab. 4.2 - Caratteristiche delle pompe delle stazioni di sollevamento 46

1. PREMESSA

La nuova piastra multifunzionale del porto di Vado Ligure è adibita principalmente allo scarico e al deposito di container. Essa si estende su una superficie di circa 22,4 ha.

L'intera area banchina si divide in quattro spazi con diverse destinazioni (Fig. 1.1): deposito container; scarico petroli e carburanti; scarico carbone; e scarico dei container. Fra l'area banchine e la viabilità esistente è prevista un'area (gate) di collegamento.

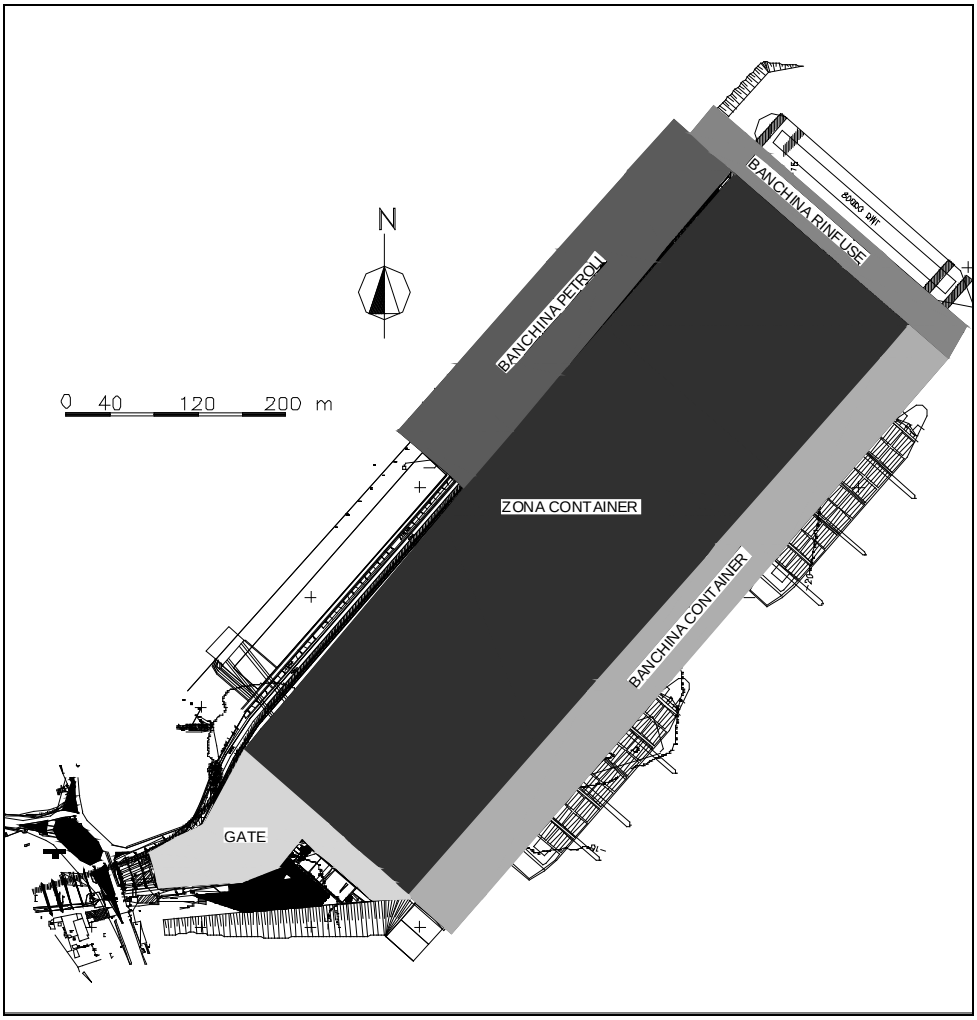


FIG.1.1 - ZONIZZAZIONE FUNZIONALE DELLA NUOVA PIASTRA

E' opportuno rilevare che a seguito delle osservazioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici miranti ad ottenere una maggiore durabilità della struttura, rispetto al Progetto Definitivo è stata parzialmente modificata la soluzione strutturale della piastra.

La nuova soluzione ha previsto una tessitura di travi in un'unica direzione per la parte a mare dell'opera ed un avanzamento della parte a terra. Per questo motivo anche la rete di raccolta e convogliamento delle acque di pioggia è stata adeguata alla nuova configurazione strutturale.

La presente Relazione Idraulica richiama in primo luogo sinteticamente i dati di precipitazione considerati per le elaborazioni e presenta i risultati ottenuti riportati in dettaglio nella Relazione Idrologica, utilizzati per il dimensionamento e la verifica delle reti idrauliche previste per il collettamento, il trattamento e lo smaltimento delle acque meteoriche.

Nei capitoli successivi viene illustrato il drenaggio delle acque meteoriche, descrivendo i criteri di progettazione e le caratteristiche principali della rete e degli elementi che la compongono; presentata infine la verifica del dimensionamento della rete stessa. Sono riportate anche le caratteristiche delle vasche di trattamento e le modalità di scarico a mare delle portate.

Viene infine descritta la rete di fognatura nera a servizio dei fabbricati che, con una successione di rilanci, scarica le portate nella rete comunale esistente.

E' opportuno rilevare che le opere di collettamento relative all'area rinfuse vengono trattate in un altro elaborato progettuale.

2. ANALISI IDROLOGICA

2.1. Dati considerati

Il dimensionamento della rete portuale delle acque bianche e degli impianti di trattamento è effettuato con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica caratteristiche dell'area relative ad eventi con tempo di ritorno di 10 anni. La frequenza dell'evento critico considerata è cautelativa, in quanto la normativa di riferimento prevederebbe un tempo di ritorno di 5 anni.

La determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è stata svolta mediante il metodo di Gumbel facendo riferimento al regime pluviometrico dell'area. I dati considerati sono quelli degli scrosci, cioè delle precipitazioni di durata inferiore all'ora, relativi alla stazione pluviografica di Savona, posta ad una quota di +5 m s.m.m., per il periodo 1951 – 1998; si osserva a riguardo che per le precipitazioni di breve durata (scrosci), le serie storiche sono discontinue e presentano meno rilevazioni rispetto alle durate orarie.

Nei paragrafi a seguire si riportano sinteticamente concetti ed elaborazioni illustrati più estesamente nella Relazione Idrologica.

2.2. Analisi statistica dei dati di pioggia

I dati di pioggia sono stati elaborati statisticamente per ricavare le curve di possibilità pluviometrica, che presentano una espressione del tipo:

$$h = at^n \text{ (mm)}$$

dove h è l'altezza di precipitazione (in mm) e t è la durata in ore dell'evento meteorico. Il parametro n è caratteristico del sito considerato mentre il parametro a coincide con l'altezza di precipitazione oraria e dipende dalla frequenza dell'evento considerato,(cioè dal suo tempo di ritorno Tr).

L'elaborazione dei dati è stata effettuata, come detto, con l'impiego di una funzione di probabilità doppio esponenziale o di Gumbel che rappresenti la distribuzione tipica di eventi estremi per ogni serie temporale.

2.3. Curve di possibilità pluviometrica

Di seguito sono rappresentate graficamente le curve di possibilità pluviometrica per gli scrosci (Fig. 2.1) e riportati i parametri delle relative equazioni (Tab. 2.1)

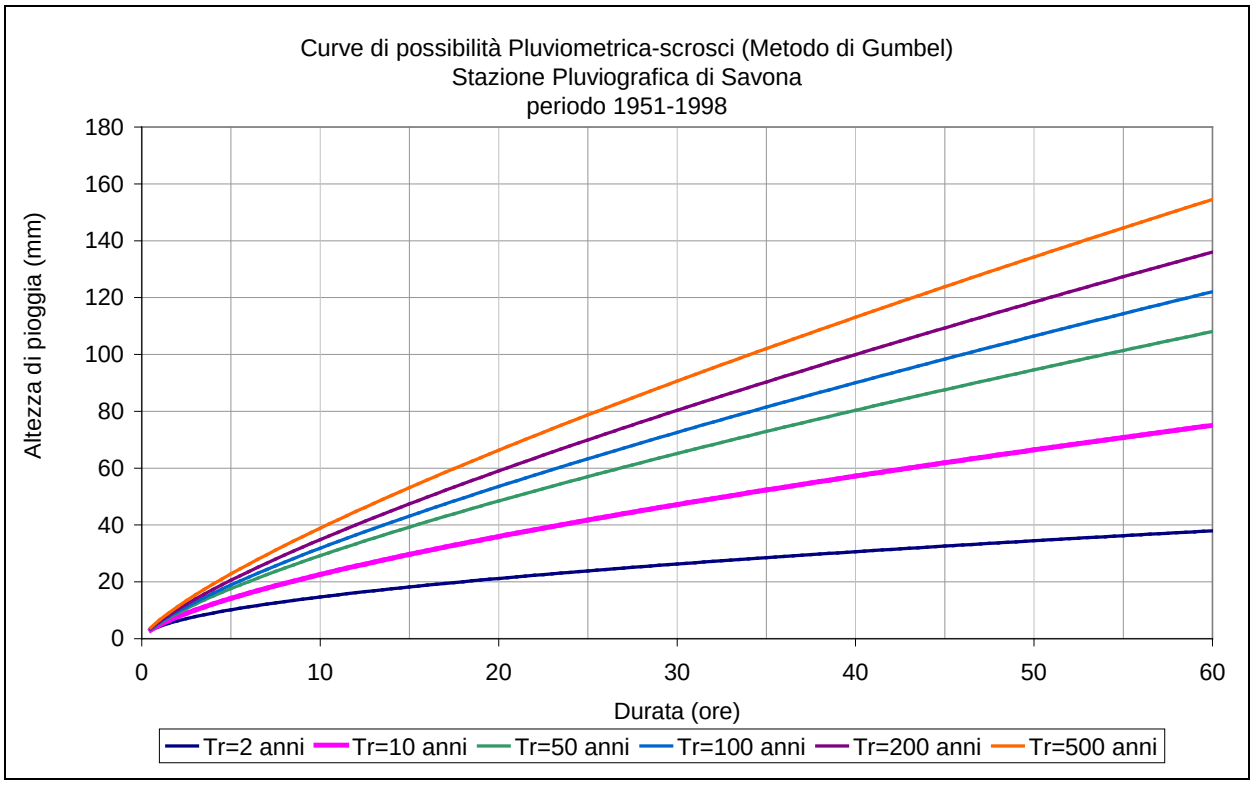


FIG. 2.1 - CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI- STAZIONE PLUVIOGRAFICA DI SAVONA

TAB. 2.1 - COEFFICIENTI DELLE EQUAZIONI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER GLI SCROSCI

Tr (>1)	n	log(a)	a
2	0.53	3.64	37.95
10	0.67	4.32	75.06
50	0.73	4.68	108.05
100	0.75	4.80	122.06
200	0.76	4.91	136.04
500	0.77	5.04	154.52

Le elaborazioni hanno quindi fornito, per un tempo di ritorno di 10 anni per t< 1 ora la seguente espressione per la curva di possibilità pluviometrica:

$$\mathbf{h = 75{,}06\ t^{0{,}67}}$$

2.4. Valutazione del coefficiente udometrico

Per la valutazione delle portate affluenti alla rete è stato dapprima caratterizzato l'evento decennale in termini di altezza di precipitazione, intensità oraria, volume della precipitazione per ettaro corrispondente portata, per diverse durate dell'evento considerando un coefficiente di deflusso pari a C_d= 1,0

Nella Tab. 2.2 sono riportati i risultati ottenuti.

TAB. 2.2 - CARATTERISTICA DELL'EVENTO DECENNALE PER DIVERSE DURATE DELLA PRECIPITAZIONE

durata evento (min)	altezza (mm)	intensità (mm/ora)	volume (m^3/ha)	portata (l/s ha)
5	14,20	170,43	142,02	473
10	22,60	135,58	225,97	377
15	29,65	118,60	296,50	329
20	35,95	107,86	359,53	300
30	47,18	94,35	471,76	262
45	61,90	82,54	619,01	229
60	75,06	75,06	750,60	209
90	65,66	65,66	984,89	182

Considerando che, considerando incluso anche il volume contenuto nella pavimentazione e nello spuntino, un velo d'acqua medio di 2 cm si instauri sulla superficie (essendo la superficie orizzontale l'acqua deve crearsi un gradiente per defluire), il volume "invasato" durante l'evento per ettaro viene ad essere:

$$V_{inv.} = 0{,}02 \times 10.000 = 200 \text{ m}^3/\text{ha}$$

La portata affluente per ettaro alla rete è quindi per eventi con diversa durata (Tab. 2.3)

TAB. 2.3 - PORTATA AFFLUENTE ALLA RETE PER ETTARO

Durata evento (min)	Vol. precipit. (m^3/ha)	Vol. invasato (m^3/ha)	Vol. defluito (m^3/ha)	Portata alla rete (l/s ha)
5	142,02	142,00	0,00	0
10	225,97	200,00	25,97	43
15	296,50	200,00	96,50	107
20	359,53	200,00	159,53	133
30	471,76	200,00	271,76	151
45	619,01	200,00	419,01	155
60	750,60	200,00	550,60	153
90	984,89	200,00	784,89	145

Si ricava che l'evento critico per la rete ha una durata di 45 minuti, dal momento che risulta significativa la portata derivante dal volume della precipitazione al netto del volume invasato.

Nel dimensionamento delle componenti della rete si è considerato che l'invaso costituito da tubazioni e collettori riduce in misura significativa la portata di dimensionamento e verifica delle tubazioni e dei collettori stessi (per reti con una configurazione a pettine simile a quella in esame si arriva al 50% di riduzione). In via cautelativa si è considerata una riduzione del 30% , per cui il contributo specifico (o coefficiente udometrico) viene ad assumere il valore di:

$$C_s = 155 \times 0{,}7 = 108{,}5 \text{ l/s ha}$$

3. RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

3.1. Criteri progettuali

Come già detto in Premessa la piastra polifunzionale presenta, 4 zone a diversa destinazione(vedi Fig. 3.1):

- area deposito container, situata nella parte centrale della piattaforma; l'intera area è predisposta per consentire il transito dei veicoli che trasportano i container, sollevati e ubicati da carroponti che corrono lungo rotaie longitudinali alla piattaforma;
- banchina container cui attraccano le navi portacontainer;
- banchina petroli che ospitale navi cisterna per il trasporto di carburanti;
- la banchina rinfuse che richiede, fra l'altro, dispositivi di stoccaggio e di movimentazione del carbone.

Oltre a queste va considerata l'area che permette il collegamento del porto con l'area esterna (gate).

I vincoli principali considerati nella definizione del sistema si possono indicare per in:

- strutturali per la presenza dei cassoni a giorno o a celle e le fondazioni delle torri faro;
- vincoli altimetrici derivanti dalla necessità di scaricare a gravità le acque meteoriche non solo quelle di superficie, ma anche le infiltrazioni nei pozzetti delle diverse infrastrutture;
- vincoli temporali e di cantiere derivanti dalla successione delle diverse fasi di realizzazione della piastra.

I criteri guida della Progettazione Esecutiva della rete di drenaggio, peraltro già seguiti nella fase precedente di progettazione, si possono riassumere nei punti seguenti:

- utilizzare, se e per quanto possibile, nella parte a mare le travi dell'impalcato quali collettori;
- suddividere la rete in aree indipendenti in dipendenza della funzione e della tempistica di realizzazione delle diverse zone;

- suddividere la portata in diversi recapiti per non essere costretti ad impiegare diametri superiori a 800 mm sia per problemi di costo che per mantenere più elevata possibile la quota del fondo tubo per un più facile scarico a mare;
- ridurre l'impatto sulla fruibilità e funzionalità della piastra curando l'ubicazione e la dimensione di caditoie e canalette;
- allontanare anche le acque meteoriche non solo dalla superficie ma anche dal fondo dei pozzetti: elettrici, idropotabili adiacenti agli edifici,antincendio e alimentazione navi, messa a terra, recessi delle rotaie incassate, pozzetto del "panzerbelt"(elenco a titolo di esempio, non esaustivo);
- rispettare i vincoli derivanti dalla presenza delle reti delle altre infrastrutture (dimensioni e pendenze);
- limitare al minimo i sollevamenti.

Nel definire la configurazione della rete e le sue caratteristiche per quanto riguarda i materiali e la disposizione dei collettori principali, secondari e delle caditoie, si è fatto quindi riferimento sia alle caratteristiche dell'impalcato (se a terra o a mare) sia alle tempistiche di realizzazione delle diverse zone della piattaforma.

3.2. Il sistema di collettamento e scarico

Per il sistema di drenaggio delle acque meteoriche si è adottato un diverso approccio progettuale per la piattaforma a mare rispetto a quella a terra:

- per l'area a mare le caratteristiche della rete di collettamento e adduzione alle vasche di trattamento hanno dovuto considerare i vincoli derivanti dalle strutture e questo ha comportato l'utilizzazione delle travi ad U , opportunamente impermeabilizzate, quali collettori e adduttrici alla vasca di trattamento;
- per l'area a terra, poiché non sussistono particolari vincoli strutturali, si sono adottate tubazioni in PEad liscio per i collettori e per l'adduttrice alle vasche di trattamento.

Nell'elaborato grafico relativo è riportato lo schema della rete principale, con l'indicazione dei diversi bacini contribuenti degli impianti di trattamento e degli scarichi a mare.

Le caratteristiche planimetriche della rete rispecchiano le fasi costruttive e questo ha condizionato la forma e l'estensione delle aree contribuenti di ciascuna vasca. Per il trattamento ne sono state previste sei del tipo certificato con separatore a coalescenza con by-pass; tre dimensionate per una portata di 650 l/s, due (di cui una al servizio dell'area gate) da 200 l/s e una da 75 l/s.

Il sistema di collettamento e scarico delle acque meteoriche è stato suddiviso, per i motivi già precedentemente esposti, in sei reti indipendenti (esclusa la zona rinfuse che non viene considerata nella presente relazione), ciascuna facente capo ad una vasca di trattamento con scarico a mare.

La sintesi delle elaborazioni relative alle portate convogliate alle vasche di trattamento, è riportata in Tab. 3.1, dove è indicata anche l'area scolante afferente e la portata scaricata a mare da ciascuna di esse.

Si può osservare come le aree indicate con i numeri 1,5 e 6 (vedi anche Fig. 3.1) presentino superfici dello stesso ordine di grandezza, mentre l'estensione delle altre, molto più ridotta e determinata o dalla funzione (area di collegamento fra viabilità ordinaria e piastra e area con le porte d'entrata) o dalla configurazione altimetrica (la n° 4).

TAB. 3.1 - PORTATE CONVOGLIATE A MARE DALLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

vasca	contributo spec.	area scolante	portata a mare
(n°)	(l/s ha)	(m^2)	(l/s)
1	108,5	56.665	614
2	108,5	17.818	193
3	108,5	13.638	148
4	108,5	2.360	26
5	108,5	62.858	682
6	108,5	52.257	567

E' opportuno notare che le vasche trattano in continuo tutta la portata meteorica defluente dalla piattaforma.

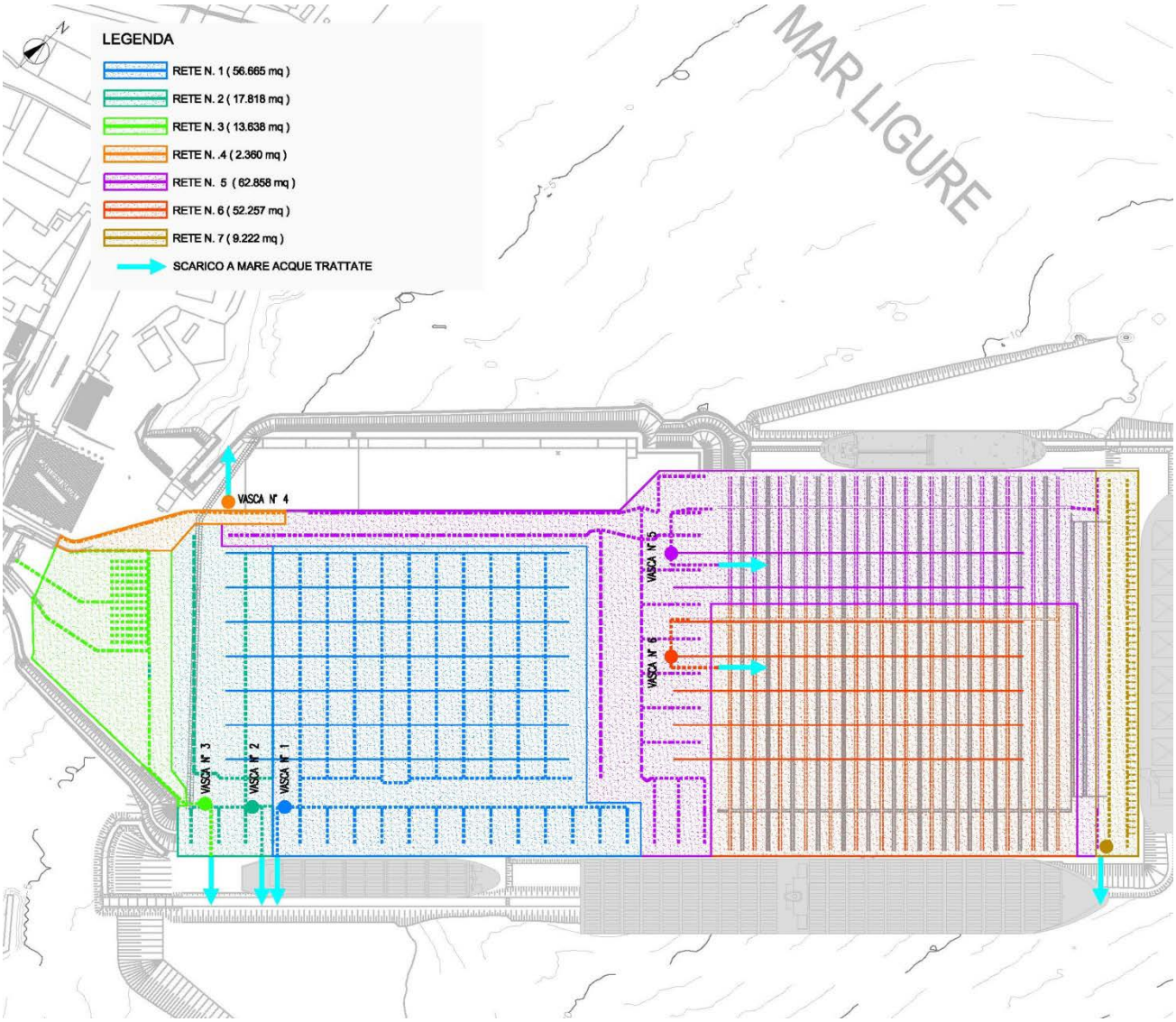


FIG. 3.1 - IL SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

In linea generale nell'area destinata allo stoccaggio dei container l'approccio progettuale è stato il medesimo sia per la parte a mare che per quella a terra della piastra: canalette di collettamento di dimensioni 30 cm x 14 cm al centro della via di corsa dei carri ponte con

caditoie ogni 20,50 m per la parte a terra e con passo variabile da 18,00 m a 20,00 m per la parte a mare, in dipendenza dall'interasse delle travi.

Con lo stesso passo sono previste caditoie nel corridoio fra le vie di corsa di due carri ponte adiacenti che immettono direttamente le portate nei collettori secondari, senza canaletta data la ridotta larghezza del corridoio.

Come già illustrato, si osserva che l'area destinata allo stoccaggio dei container è suborizzontale e che quindi la portata affluita alle canalette dipende solo dal gradiente del carico idraulico (spessore del velo d'acqua) che si instaura sulla superficie.

Con lo stesso interasse delle caditoie collettori secondari a pettine avviano le portate meteoriche al collettore primario:

- nella zona a mare sia i collettori secondari, a pettine, che quelli primari sono costituiti dalle travi a U, elementi strutturali della piastra, le cui dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per i primi e 1,30 m x 1,30 m per i secondi. Come la superficie soprastante, anche le travi non presentano alcuna pendenza longitudinale;
- nella zona a terra i collettori secondari, a pettine, sono costituiti da tubazioni in PEad di diametro crescente in funzione della portata e convogliano le acque meteoriche nel collettore primario, sempre in PEad.

Per le aree pavimentate (strade, vie di corsa, banchine…) è stato mantenuto il criterio delle caditoie che convogliano direttamente le portate nelle travi a U o nei collettori in PEad, rispettivamente per l'area a mare e per quella a terra.

Di seguito si presenta una sintetica descrizione delle sei reti indipendenti, ciascuna asservita ad una vasca di trattamento, rimandando agli elaborati grafici per maggiori dettagli.

3.2.1. Rete 1

La rete è a servizio di quasi tutta l'area container a terra e del corrispondente tratto della banchina container (Fig. 3.2).Sono previste canalette di collettamento di dimensioni 30 cm x 14 cm al centro della via di corsa dei carri ponte.

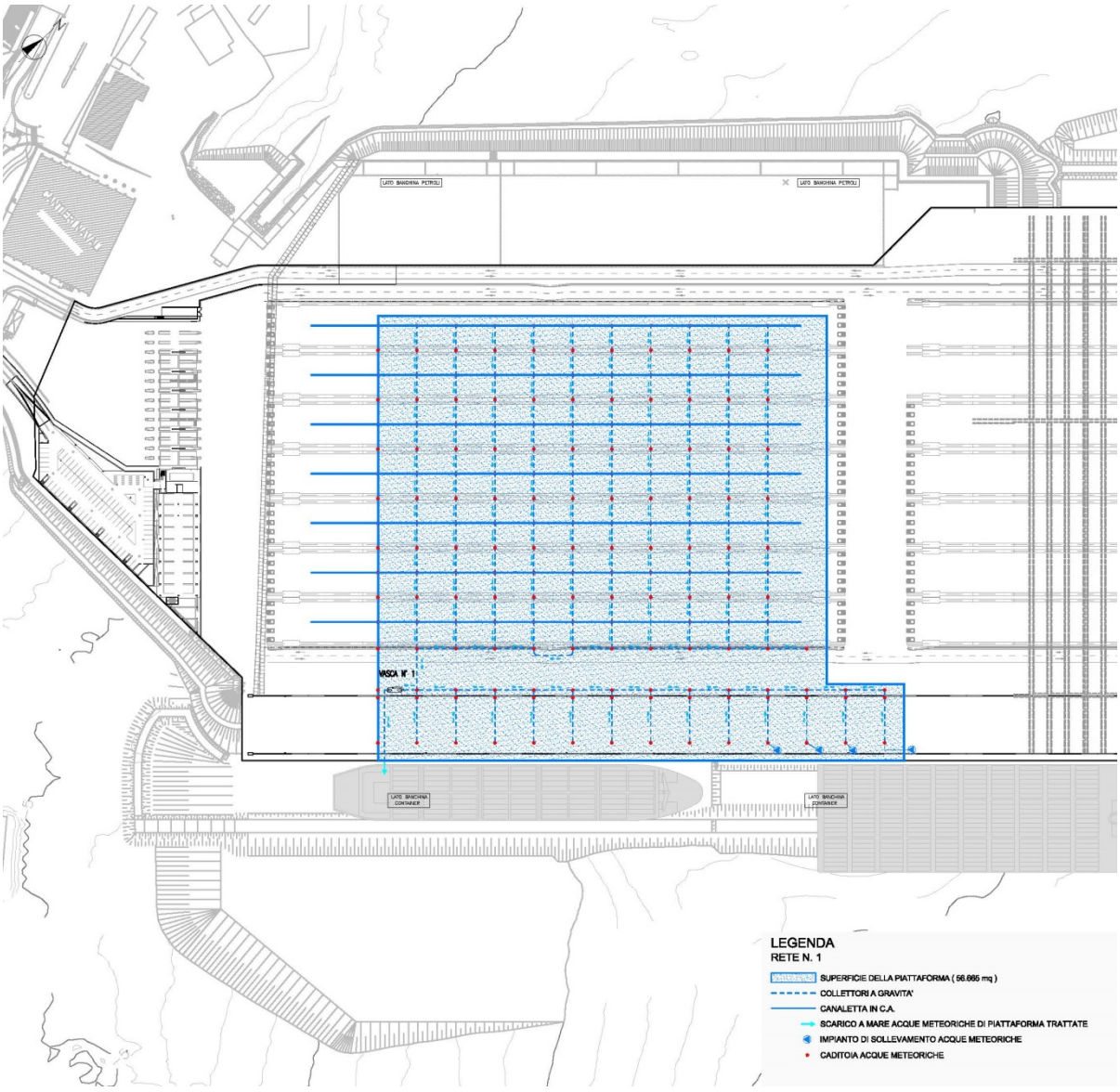


FIG. 3.2 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 1

L'interasse dei collettori secondari è di 20,50 m, il diametro è di Ø 315 mm per quelli in banchina e variabile da Ø315 mm a Ø 400 mm per quelli nell'area container.

Il collettore primario di banchina va da Ø 400 mm a Ø 630 mm, mentre quello che raccoglie le acque del piazzale arriva a Ø 800 mm. Le pendenze longitudinali delle tubazioni sono comprese fra il 3°/$_{oo}$ e il 3,5 °/$_{oo,}$ vincolate dal ridotto spessore a disposizione.

Immediatamente a valle della confluenza dei due collettori primari è ubicata la vasca n°1, prefabbricata e certificata, per il trattamento delle portate prima del loro scarico a mare.

La superficie totale afferente alla vasca 1 è di 56.665 m^2 con una portata decennale massima stimata in 614 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 650 l/s.

3.2.2. Rete 2

La rete è a servizio della fascia meridionale dell'area di stoccaggio container a terra, adiacente alle porte di ingesso alla piastra e un piccolo tratto di banchina. L'interasse dei collettori secondari è di 20,50 m, il diametro è variabile da Ø315 mm a Ø 400 mm.

Il collettore in testa all'area di stoccaggio raccoglie parte dell'area pavimentata adiacente alle porte e presenta un diametro che va da Ø 315 mm a Ø 630 mm. La tubazione di ingresso alla vasca è Ø 630 mm così come quella dello scarico a mare.

Le pendenze longitudinali delle tubazioni sono comprese fra il 3°/$_{oo}$ e il 3,5 °/$_{oo,}$ vincolate dal ridotto spessore a disposizione.

La superficie totale afferente alla vasca 2, prefabbricata e certificata per il trattamento delle portate prima del loro scarico a mare, è di 17.818 m^2 con una portata

decennale massima stimata in 193 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 200 l/s.

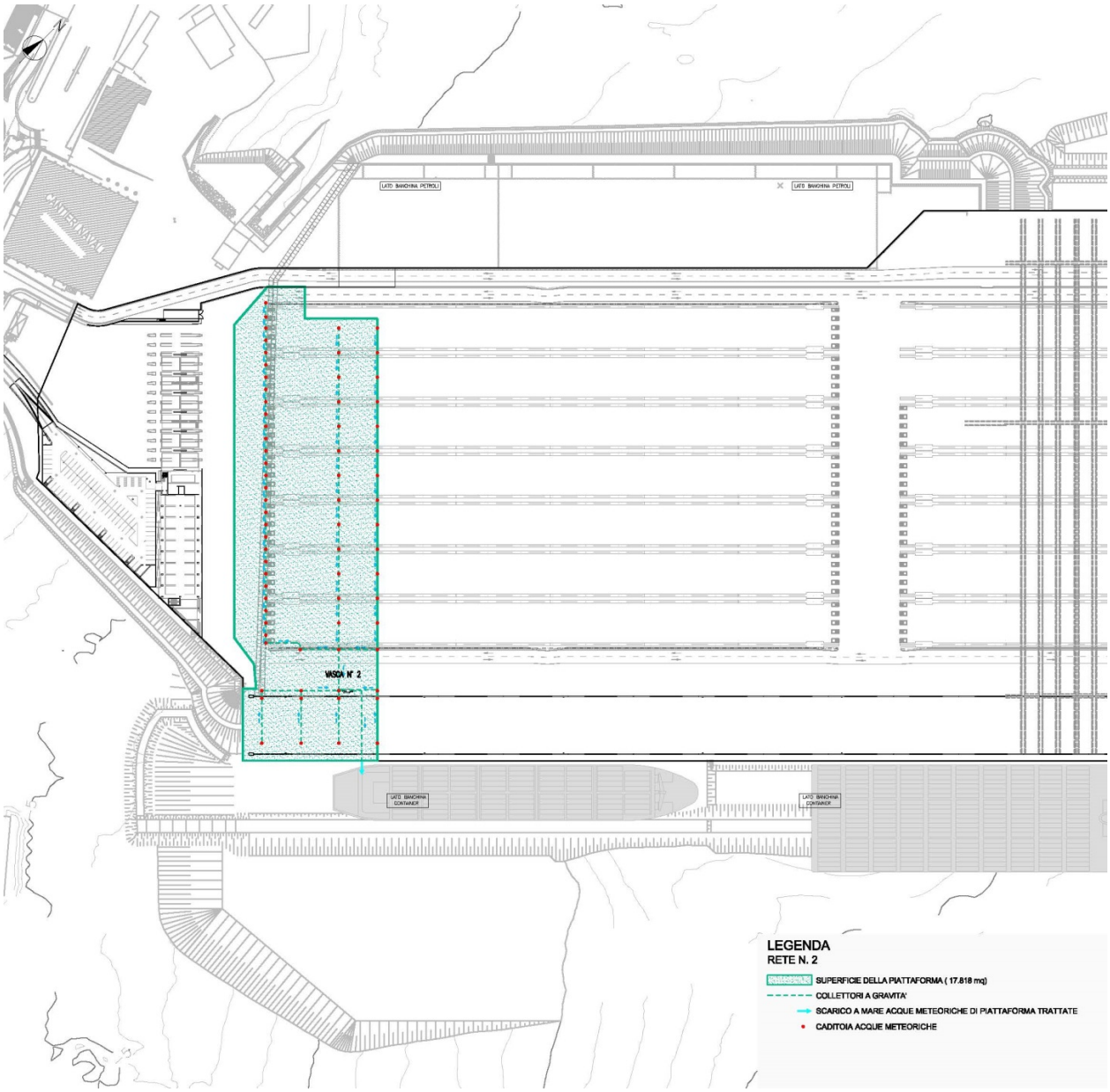


FIG. 3.3 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 2

3.2.3. Rete 3

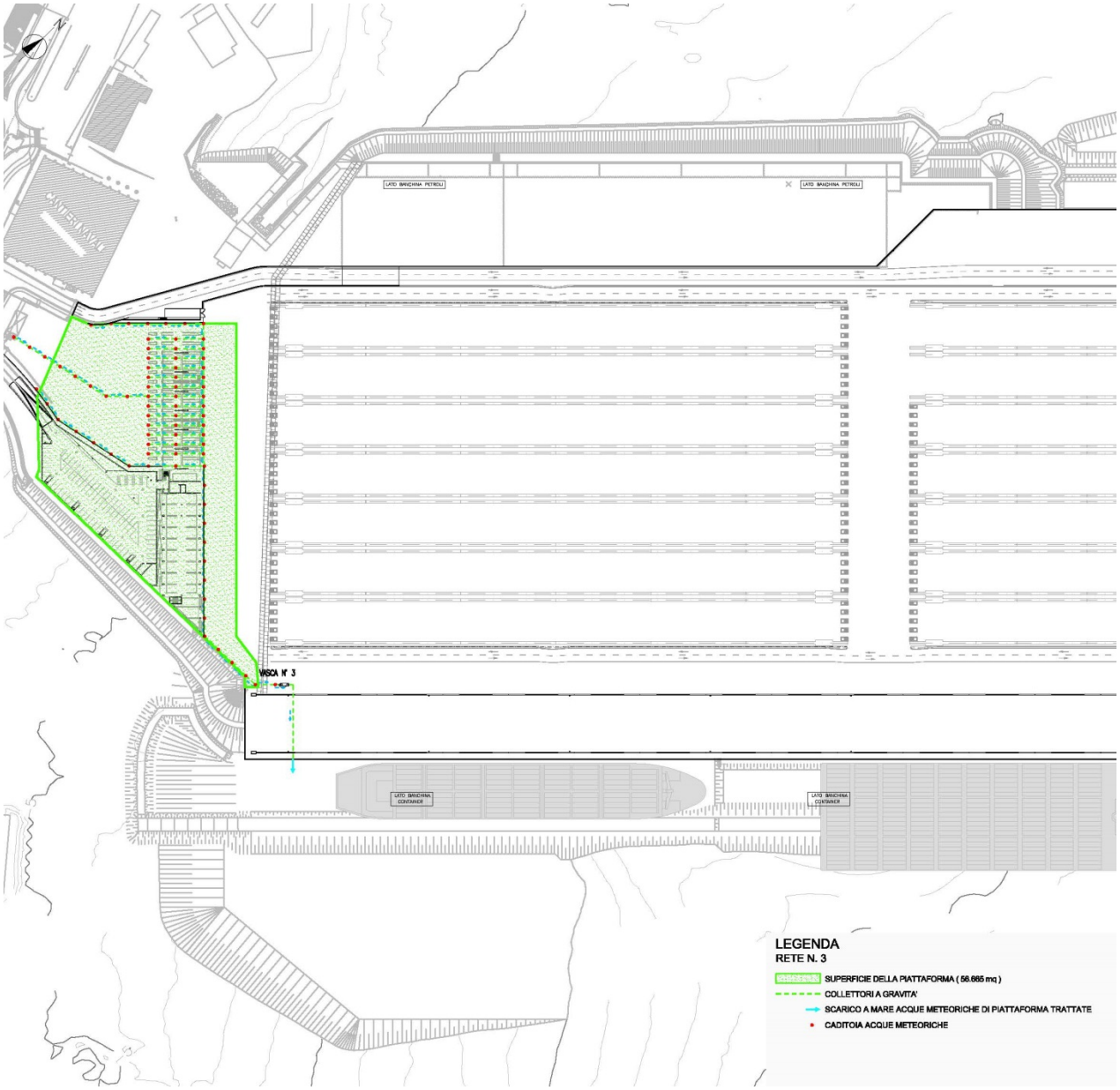


FIG. 3.4 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 3

La rete è a servizio dell'area di collegamento fra la viabilità esterna e la piastra multifunzionale e che comprende anche le porte di ingesso.

L'ubicazione dei collettori secondari, tutti di diametro Ø315 mm e con pendenza longitudinale di 3,5°/$_{oo,}$ è risultata vincolata dalle caratteristiche geometriche delle porte,

Il collettore primario di convogliamento alla vasca n° 3 presenta un diametro che va da Ø 315 mm a Ø 630 mm con una pendenza di 3,5 °/$_{oo}$. La tubazione di ingresso alla vasca è Ø 630 mm così come quella dello scarico a mare.

La superficie totale afferente alla vasca 3, prefabbricata e certificata per il trattamento delle portate prima del loro scarico a mare, è di 13.638 m^2 con una portata decennale massima stimata in 148 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 200 l/s.

3.2.4. Rete 4

La rete è a servizio di un tratto della viabilità di accesso alla banchina petroli, che per motivi altimetrici non può scaricare a gravità collegandosi ad una delle altre reti.

E' costituita da un unico collettore di diametro Ø315 mm e con pendenza longitudinale minima di 3,5 °/$_{oo,}$e corre lungo il lato a mare della piattaforma stradale.

La tubazione di ingresso alla vasca è Ø 315 mm così come quella dello scarico a mare.

La superficie totale afferente alla vasca 4, prefabbricata e certificata per il trattamento delle portate prima del loro scarico a mare, è di 2.360 m^2 con una portata decennale massima stimata in 26 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 75 l/s.

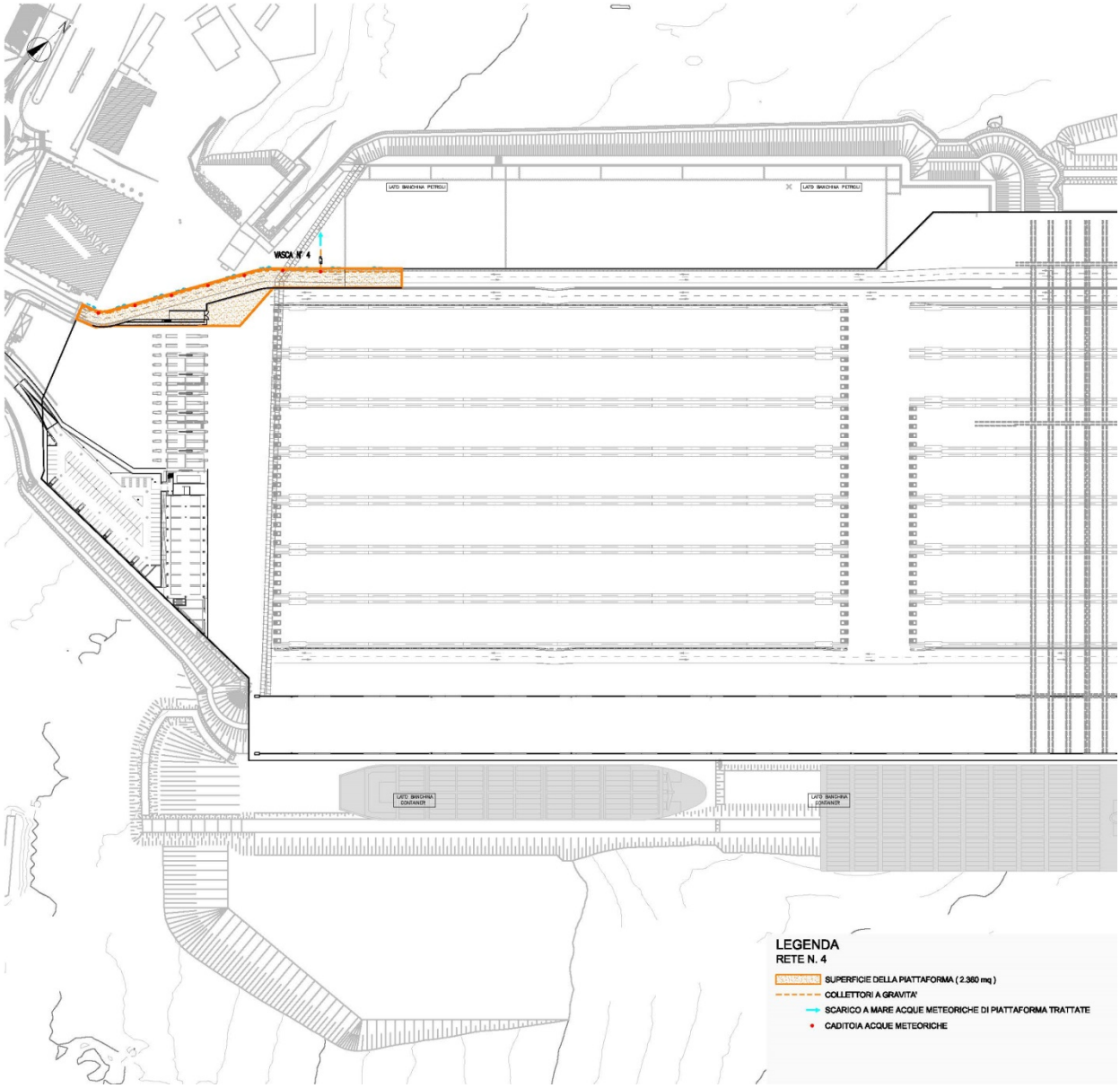


FIG. 3.5 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 4

3.2.5. Rete 5

E' la rete più articolata, raccogliendo le acque di parte dell'area di stoccaggio container a mare, della banchina petroli, dell'area pavimentata compresa fra la parte di piastra a mare e quella a terra, e di buona parte della viabilità di accesso alla banchina petroli. E' da rilevare a riguardo che la complessità di questa rete è dovuta in parte anche alla necessità di rispettare vincoli e limitazioni derivanti dalle reti delle altre infrastrutture (impianti elettrici, antincendio, idraulici..).

Sono previste canalette di collettamento di dimensioni 30 cm x 14 cm al centro della via di corsa dei carri ponte. In corrispondenza della banchina petroli e in corrispondenza dell'area container l'interasse dei collettori secondari è variabile fra 18,00 m e 20,00 m a servizio di una parte dell'area di stoccaggio. Con lo stesso passo sono previste caditoie nel corridoio fra le vie di corsa di due carri ponte adiacenti che immettono direttamente le portate nei collettori secondari, senza canaletta data la ridotta larghezza del corridoio.

Sia i collettori secondari, a pettine, che quello primario sono costituiti dalle travi a U, elementi strutturali della piastra, le cui dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per i primi e 1,30 m x 1,30 m per il secondo. Come la superficie soprastante, anche le travi non presentano alcuna pendenza longitudinale.

Nell'area compresa fra le due zone container, pavimentata, che presenta una lieve pendenza trasversale; sono previsti due collettori primari con andamento longitudinale, di diametro variabile da Ø 315 mm a Ø 500 mm.

Alla sezione terminale i due collettori primari ricevono le portate provenienti dalla strada di accesso alla banchina petroli per il tratto non contribuente della vasca 4.

Il diametro dei collettori secondari è di Ø 315 mm (315 mm effettivi) per quelli in banchina e variabile da Ø 315 mm a Ø 400 mm per quelli nell'area container.

Le pendenze longitudinali delle tubazioni sono comprese fra il 3°/$_{oo}$ e il 3,5 °/$_{oo,}$ vincolate dal ridotto spessore a disposizione.

Immediatamente a valle della confluenza dei collettori primari è ubicata la vasca n°5 , prefabbricata e certificata, per il trattamento delle portate prima del loro scarico a mare.

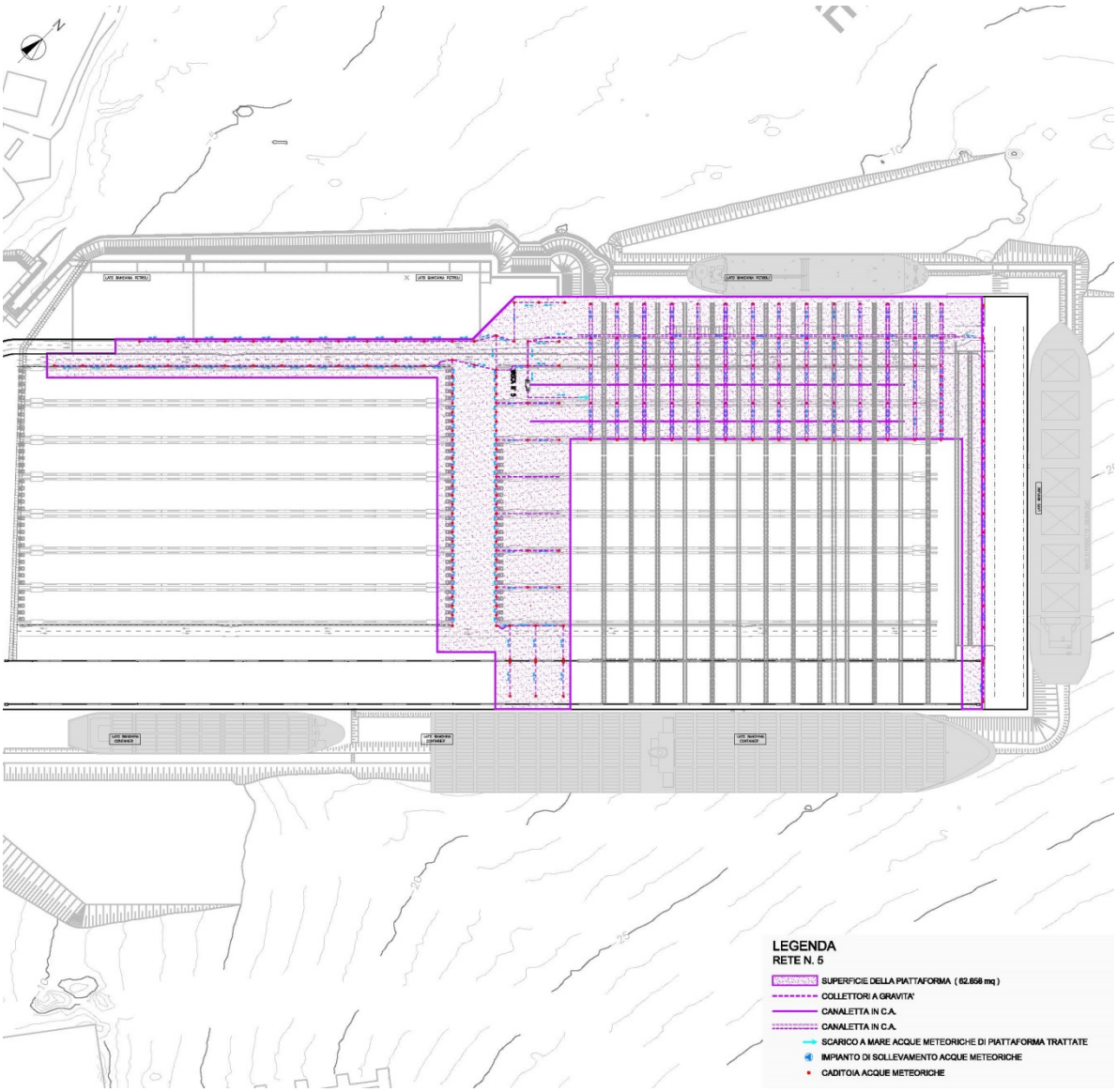


FIG. 3.6 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 5

La superficie totale afferente alla vasca 1 è di 62.858m^2 con una portata decennale massima stimata in 682 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 650 l/s, sia per uniformità con le altre vasche (sono previste altre due vasche da 650 l/s) sia considerando che la articolazione e la forma geometrica della rete contribuente riduce il valore della potata massima calcolata, in termini di differenziazione temporale dei picchi di portata delle singole aree.

La tubazione di ingresso alla vasca è Ø 800 mm così come quella dello scarico a mare che avviene, diversamente dalla maggioranza delle vasche non in fronte banchina ma al di sotto della struttura nell'area container.

3.2.6. Rete 6

E' la rete più compatta, anche se estesa, e raccoglie le acque di buona parte dell'area container a mare e della banchina container.

Sono previste canalette di collettamento di dimensioni 30 cm x 14 cm al centro della via di corsa dei carri ponte con caditoie con passo variabile da 18,00 m a 20,00 m, in dipendenza dall'interasse delle travi.

Con lo stesso passo sono previste caditoie nel corridoio fra le vie di corsa di due carri ponte adiacenti che immettono direttamente le portate nei collettori secondari, senza canaletta data la ridotta larghezza del corridoio.

Sia i collettori secondari, a pettine, che quello primario sono costituiti dalle travi a U, elementi strutturali della piastra, le cui dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per i primi e 1,30 m x 1,30 m per il secondo. Come la superficie soprastante, anche le travi non presentano alcuna pendenza longitudinale. La pendenza longitudinale della tubazione è del 3$^o/_{oo}$ vincolata dal ridotto spessore a disposizione.

Alla sezione terminale del collettore primario la tubazione di ingresso alla vasca è Ø 800 mm così come quella dello scarico a mare che, anche in questo caso, avviene,

diversamente dalla maggioranza delle vasche, non in fronte banchina ma al di sotto della struttura nell'area container.

La superficie totale afferente alla vasca 1 è di 52.257 m^2 con una portata decennale massima stimata in 567 l/s. Si è utilizzata una vasca con portata nominale di 650 l/s.

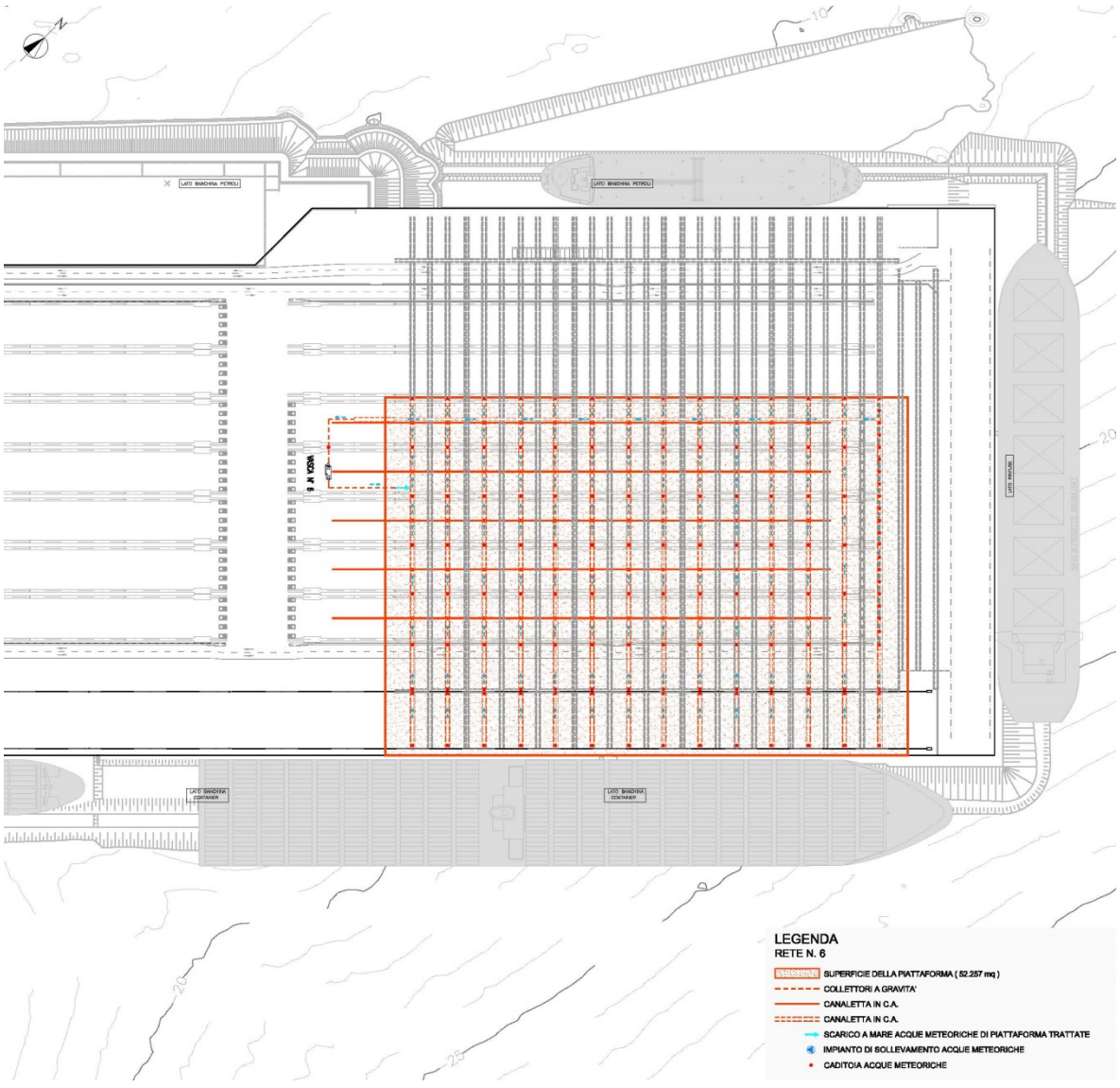


FIG. 3.7 - DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE. RETE N° 6

3.2.7. Scarico dai pozzetti

Una particolare attenzione è stata posta, relativamente al collettamento e scarico delle acque meteoriche, ai ristagni all'interno dei pozzetti previsti nell'ambito degli impianti tecnologici quali:

- elettrico e messa a terra
- antincendio
- idropotabili (per i fabbricati)
- alloggiamento del "panzerbelt"
- camere di alloggiamento delle pulegge dei "panzerbelt"

ed altri recessi quali quelli di rotaie incassate.

Per tutte queste situazioni, ed altre analoghe anche se non menzionate, si è provveduto allo scarico a gravità nei pozzetti della rete di drenaggio delle acque meteoriche, a eccezione dei ristagni all'interno delle camere delle pulegge dei "panzerbelt" in ciascuna delle quali è stata installata una piccola pompa.

3.3. Elementi principali della rete

Il sistema di collettamento e di trattamento (materiali e modalità) delle acque meteoriche varia, come detto, nelle diverse zone in funzione della loro ubicazione prevedendo:

- canaletta rettangolare in corrispondenza della mezzeria della via di corsa del carro ponte nell'area container;
- canaletta rettangolare con griglia per un tratto della strada di accesso alla banchina petroli (area a terra);
- caditoie che fanno affluire le portate meteoriche nei collettori nell'area container lungo la canaletta rettangolare, fra i carri ponte e ai bordi delle aree pavimentate;
- scarichi dai pozzetti degli impianti tecnologici;
- utilizzo delle travi strutturali quali vettori delle acque drenate (area a mare);
- adduttrici secondarie e primarie;
- adduttrice alla vasca di trattamento nella quale affluiscono le poetate dei collettori;
- vasche di trattamento.

3.3.1. Canaletta rettangolare in asse via di corsa del carro ponte

Di dimensioni nette interne di 30 cm x 14 cm, prefabbricata in c.a., è prevista su tutta l'area container, sia quella a mare che quella a terra ed è collocata al centro della via di corsa di ciascun carro ponte, trasversalmente alla orditura delle travi di piattaforma (Fig. 3.8) Caditoie con interasse variabile da 18,00 m a 20,50 m fanno defluire le portate nei collettori secondari.

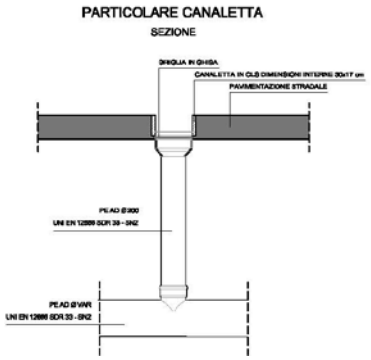


FIG. 3.8 - CANALETTA IN ASSE VIA DI CORSA CARRO PONTE

Si osserva che la canaletta si rende necessaria data l'assenza di pendenza della superficie della piastra multifunzionale e per la considerazione che la presenza dei container sulla superficie del piazzale potrebbe impedire il deflusso delle acque meteoriche, qualora fossero realizzate le sole caditoie.

3.3.2. Canaletta rettangolare con griglia (area a terra)

Di dimensioni nette interne 30 cm x 30 cm, prefabbricata in c.a. è prevista per un piccolo tratto di circa 50 m a lato della strada di accesso alla banchina petroli.

Il suo impiego si è reso opportuno per i vincoli geometrici e altimetrici derivanti dalla livelletta della strada e dalla presenza degli impianti tecnologici.

3.3.3. Caditoie

Le caditoie fanno affluire le portate meteoriche nei collettori nell'area container lungo la canaletta rettangolare, fra i carri ponte e ai bordi delle aree pavimentate (Fig. 3.9).

Per l'area a mare, le caditoie sono o sul fondo della canaletta o, con lo stesso passo nella fascia fra i carri ponte, in corrispondenza delle travi, ad un interasse che dipende dalle caratteristiche delle travi stesse, che va da 18,00 m a 20,00 m.

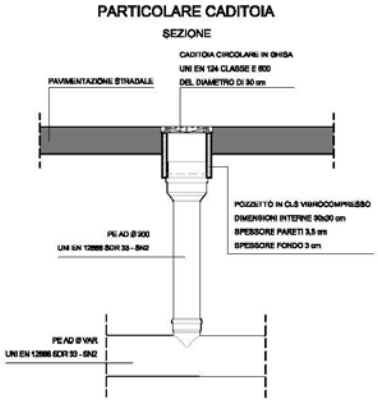


FIG. 3.9 - CADITOIA TIPO

Le acque meteoriche sono scaricate nelle travi strutturali a U opportunamente impermeabilizzate. Risultano interessate, e quindi ottemperano alla funzione di collettori secondari una trave ogni due.

Nella area a terra le caditoie, sempre sul fondo della canaletta e nella fascia fra i carri ponte, è a un interasse più regolare (20,50 m)non essendo la sua posizione condizionata da elementi strutturali. Le caditoie sono costituite da una griglia Ø 30 cm posta su un pozzetto delle stesse dimensioni sul fondo del quale è posta la caditoia di diametro Ø 200 mm.

La medesima soluzione è stata adottata per lo scolo delle acque ai bordi delle aree pavimentate, con un raffittimento delle caditoie (passo ridotto) all'aumentare della larghezza della superficie contribuente.

3.3.4. Scarichi dai pozzetti degli impianti tecnologici

E' stato previsto uno scarico di fondo Ø50 dei pozzetti degli impianti tecnologici con una tubazione PEad Ø 100 mm che scarica l'acqua raccolta sul fondo di ciascun manufatto nei pozzetti della rete di colletta mento (Fig. 3.10).

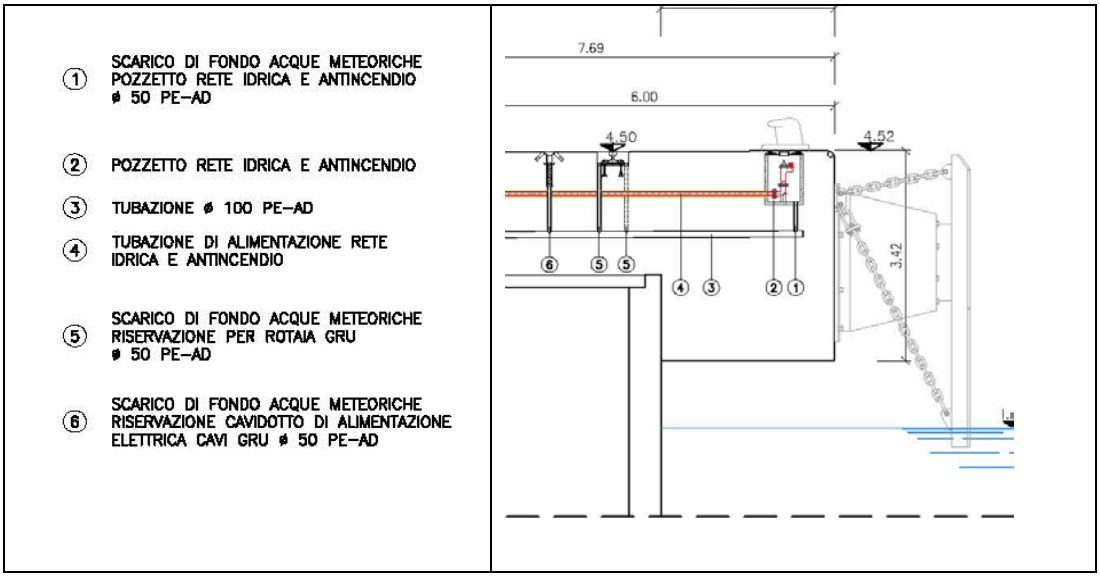


FIG. 3.10 - SCARICO DAI POZZETTI DEGLI IMPIANTI TECNOLOGICI

3.3.5. Utilizzo delle travi strutturali quali vettori delle acque drenate (area a mare)

Nell'area a mare si utilizzano per il convogliamento delle le portate meteoriche le travi costituenti la struttura portante della piattaforma, opportunamente impermeabilizzate.

Le travi trasversali, che fungono da collettori secondari, hanno dimensioni utili per il deflusso delle portate di 1,50 m x 1,20 m o 1,05 m x 1,20m e sono interessata dal-deflusso una ogni due; due delle travi longitudinali fungono da collettori primari e presentano una luce netta di 1,30 m con una altezza utile di 1,30 m.

Ove necessario, negli incroci dei due ordini di travi, sono state realizzate delle aperture che non hanno alcuna influenza sul comportamento strutturale delle travi e consentono il passaggio - deflusso delle acque meteoriche provenienti dalla superficie della piastra multifunzionale.

3.3.6. Adduttrici secondarie e primarie

Per quanto riguarda l'area a mare sono costituite dalle travi strutturali come già esposto; nell'area a terra i collettori sono previsti con condotte in polietilene ad alta densità (PEad) materiale praticamente inattaccabile dalle acque con inquinanti di qualsiasi caratteristiche. Sono stati preferite le tubazioni lisce a quello corrugate (o spiralate) per la maggior semplicità e facilità nelle giunzioni e nei raccordi.

I diametri utilizzati sono riportati nella Tab. 3.2 dove accanto al diametro nominale è indicato lo spessore e il diametro interno della tubazione considerata.

Pozzetti sono previsti in corrispondenza delle caditoie ubicate sul fondo della canaletta al centro della via di corsa dei carri ponte e nei punti di variazione del diametro del collettore (Fig. 3.11).

TAB. 3.2 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE TUBAZIONI

Ø nominale (mm)	spessore (mm)	Ø interno (mm)
200	6,2	187,6
315	9,7	195,6
400	12,3	375,4
500	15,3	469,7
630	19,3	291,4
800	24,5	751,0

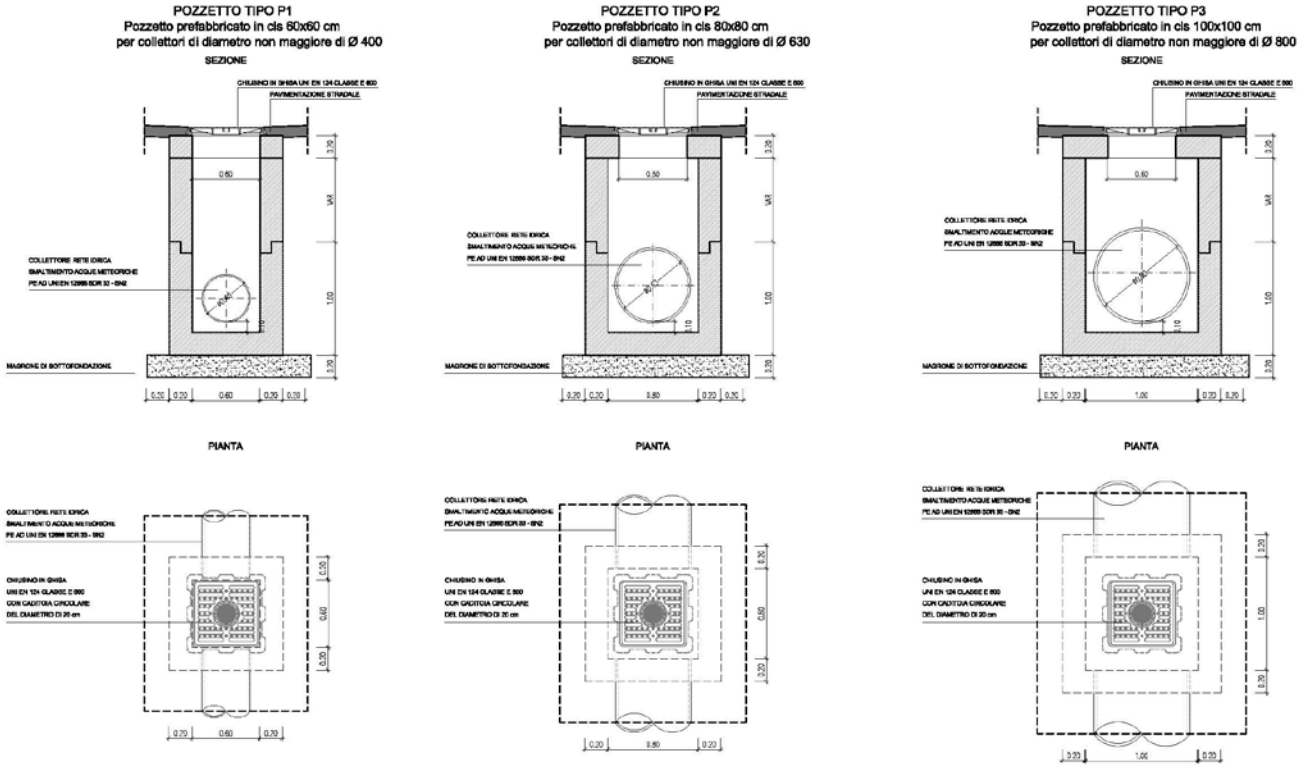


FIG. 3.11 - TIPOLOGIE DI POZZETTI

3.3.7. Adduttrici alla vasche di trattamento e scarichi a mare

Sono state utilizzate tubazioni in PE ad sia in ingresso alle vasche che per gli scarichi a mare con diametri che variano da Ø630 mm per la vasca 2 a Ø 800 per le vasche 4,5 e 6. Gli scarichi a mare, in PEad, hanno una pendenza del 3% e una quota di sbocco di 0,25 m s.m.m..

3.3.8. Vasche di trattamento

Nel Progetto definitivo approvato era già previsto il trattamento in continuo delle portate meteoriche. Si è ritenuto opportuno mantenere tale scelta progettuale per i motivi sinteticamente esposti di seguito:

- opportunità di utilizzare vasche certificate;
- sicurezza di trattare tutte le acque e non solo quelle formalmente definite di prima pioggia;

- sicurezza di garantire lo scarico anche in caso di sversamenti durante eventi piovosi;
- assenza di organi elettromeccanici e quindi maggiore economicità e facilità di gestione.

Le vasche di trattamento (vedi paragrafo successivo) sono del tipo con separatore a coalescenza con bypass, prefabbricate e certificate; si è preferito utilizzare quelle in acciaio, di dimensioni, peso e ingombro minori rispetto a quelle in calcestruzzo, prevedendone una per ciascun bacino considerato.

3.4. Le vasche di trattamento delle acque meteoriche

3.4.1. Normativa di riferimento

Trattandosi di scarichi a mare sono previsti impianti di trattamento delle acque meteoriche certificati e realizzati secondo la normativa vigente in campo ambientale. Nel caso in esame si è optato, per un trattamento in continuo di tutta la portata.

3.4.2. Dimensionamento e caratteristiche e costruttive

Le vasche, prefabbricate, sono costituite da un sedimentatore e da un sistema di disoleazione con filtri a coalescenza (Fig. 3.11) realizzati in accordo il D.L. 152/06 “recante disposizioni sulla tutela della acque dall’inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane”, riguardante la quantità massima ammissibile di idrocarburi allo scarico che non devono superare i 5 mg/l.

Ciascun impianto è dotato di by-pass di emergenza e sicurezza. Lo scarico è a mare.

Il separatore di oli è un elemento prefabbricato ad elementi monolitici con dispositivo di distribuzione dei flussi, sedimentatore, separatore classe II e I e condotto di campionamento integrati. Viene utilizzato per la separazione di sostanze solide e oli minerali presenti nell’acqua.

Grazie alle speciali lastre liofile e resistenti alla corrosione installate diagonalmente all'interno del separatore classe, vengono raggiunti senza ulteriori trattamenti i valori dei parametri di qualità in uscita i accordo con la vigente normativa (Fig. 3.12).

La portata in ingresso attraversa prima di tutto il sistema di limitazione e distribuzione che evita la fuoriuscita di oli in caso di mal funzionamento e garantisce un flusso laminare all'interno della vasca quindi arriva nel sedimentatore integrato.

Grazie al basso carico superficiale ed al lungo percorso, il flusso passa da un moto turbolento ad un moto laminare permettendo così una più facile separazione delle sostanze sedimentabili quindi, grazie ad un percorso obbligato, attraversa i pacchetti filtranti dove le gocce d'olio più grandi vengono rapidamente indirizzate verso la superficie (Fig. 3.13).

Le piastre del pacchetto filtrante vengono sovrapposte grazie a speciali supporti distanziatori e grazie alla speciale configurazione delle lastre ed al flusso laminare del liquame si crea una continua collisione delle particelle d'olio fra di loro che agevola la loro risalita.

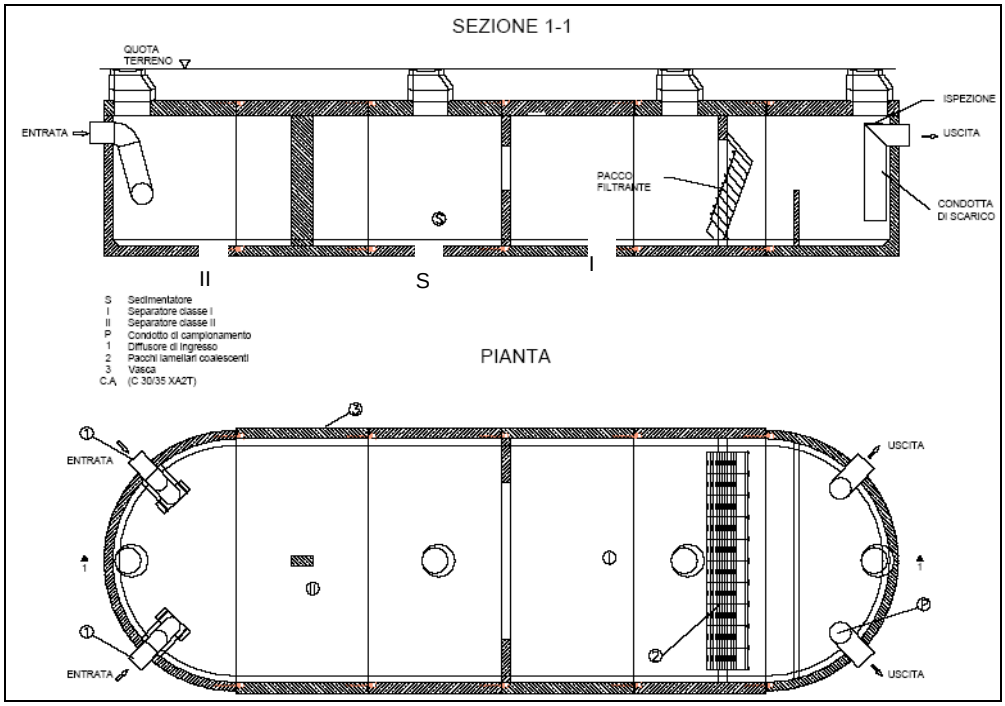
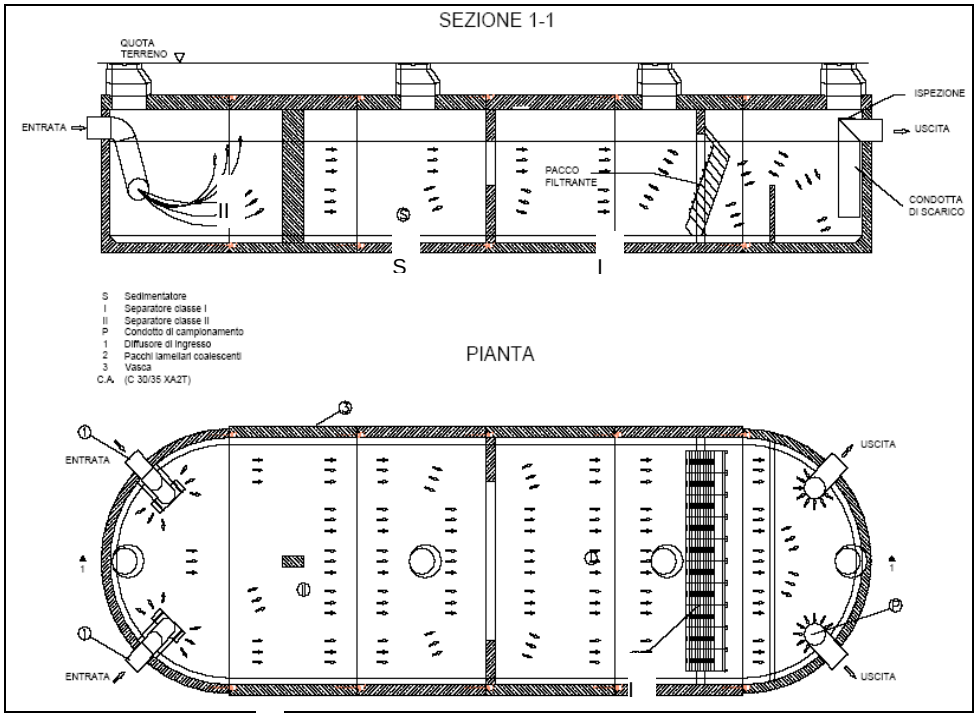


FIG. 3.12 - VASCA TIPO DI TRATTAMENTO CON SEDIMENTATORE E DISOLEATORE



II FIG. 3.13- SCHEMA DI FLUSSO

Quando una goccia d'olio arriva ad una delle piastre, questa aderisce e risulta quindi separata. Grazie al peso specifico dell' olio inferiore a quello dell'acqua, questo risale lentamente attraverso gli appositi fori delle piastre fino alla superficie.

Il condotto di scarico, nella parte superiore a vista, è munito di tappo a vite per consentire la campionatura

3.5. Dimensionamento e verifica della rete

3.5.1. Canalette

Le canalette svolgono la funzione di captazione e collettamento delle acque meteoriche principalmente nell'area container. Ad un interasse costante la portata presente nella canaletta viene scaricata in un collettore sottostante (scatolare o circolare); in corrispondenza dello scarico verticale si realizza l'altezza critica, con un profilo di richiamo a corrente lenta.

L'altezza critica si deduce dalla condizione critica $F_R = 1$:

$\frac{v^2}{gy} = \frac{Q^2}{b^2 g y_c^{\,3}} = 1$ dove b è la larghezza della canaletta.

L'altezza critica è quindi : $y_c = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{b^2 g}} = \sqrt[3]{\frac{q_{\max}{}^2 l^2}{b^2 g}}$,

dove q_{max} ed l sono rispettivamente la portata affluente alla canaletta per unità di lunghezza e l la lunghezza della canaletta stessa.

Uguagliando le spinte idrauliche di valle dove si instaura la sezione critica e di monte dove si presenta il tirante massimo, si verifica la sufficienza idraulica della canaletta (Fig. 3.14).

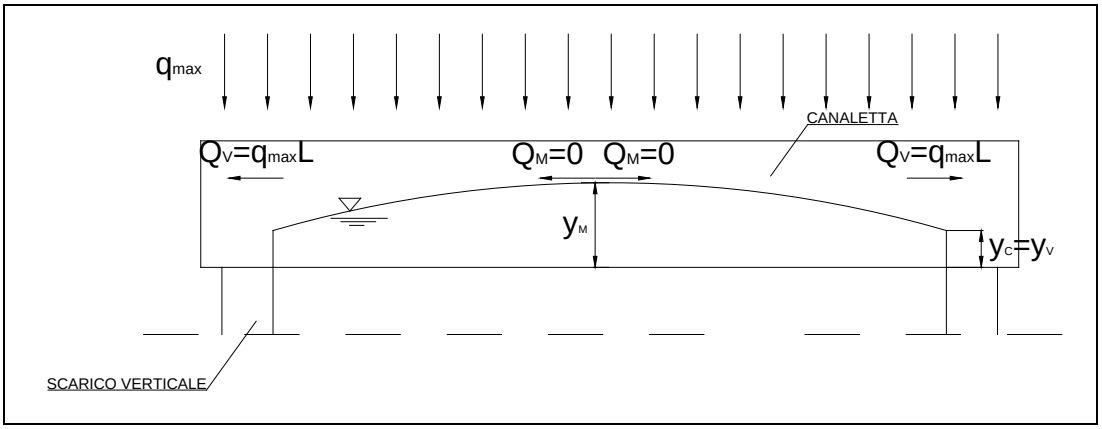


FIG. 3.14 - SCHEMA DEL PROFILO IDRAULICO NELLA CANALETTA

La spinta idraulica di monte è dovuta alla sola componente statica: $S_M = \frac{y_M^{\ 2}}{2} b\gamma$.

La spinta idraulica di valle è invece composta anche dalla componente dinamica:

$$S_V = \frac{y_v^{\ 2}}{2} b\gamma + \rho \frac{Q^2}{b y_v}.$$

Nell'equazione di equilibrio delle spinte non compaiono le forze resistenti dovute alla tensione tangenziale compensate dal carico di monte:

$$\frac{y_M^{\ 2}}{2} = \frac{y_v^{\ 2}}{2} + \frac{Q^2}{g b^2 y_v}.$$

Imponendo la condizione critica di valle si deduce il tirante di monte da confrontarsi con l'altezza disponibile della canaletta:

$$y_M = \sqrt{3} y_V.$$

Se si considera che l'altezza massima utile della canaletta è di 14 cm , si ha che il carico massimo compatibile sulla caditoia viene ad essere 8 cm

3.5.2. Caditoie

La portata scaricata dalla caditoia con funzionamento a soglia sfiorante è rappresentata dall'espressione

$$Q = C_q y_V \pi D \sqrt{2 g y_V}$$

(dove con D si intende il diametro dello scarico e $C_q = 0{,}35$)deve eguagliare o supera la portata in arrivo $Q = q_{\max} L$.

Se si considera il diametro della caditoia di 300 mm e il carico massimo di 8cm, la portata esitabile dalla caditoia viene ad essere:

$$Q = 25 \text{ l/s},$$

che, con caditoia di diametro 200 mm, diventa

$$Q = 16 \text{ l/s}.$$

Con riferimento al contributo specifico (coefficiente udometrico) è da osservare che le ipotesi effettuate sul contributo specifico che determina la portata massima alle sezioni terminali dei collettori,(riduzione del 50% dovuto al volume di invaso della rete) portano a considerare per la verifica della sufficienza idraulica delle caditoie un valore doppio di quello assunto alla chiusura delle reti:

$$C_s = 2 \times 108{,}5 \text{ l/s ha} = 217 \text{ l/s ha}.$$

E' evidente come una caditoia sia in grado di esitare le portate meteoriche di più di 1.000 m^2 nel caso di Ø 300 mm e di 700 m^2 nel caso di Ø 200 mm; considerando che al massimo su una caditoia nell'area container grava una superficie di 600 m^2, è evidente che il sistema è in grado di smaltire gli eventi decennali.

3.5.3. Dimensionamento e verifica dei collettori

Le caditoie scaricano le portate meteoriche nei collettori costituiti per la parte a mare per lo più dalle travi strutturali scatolari, mentre per la parte a terra da tubazioni in PEad di vario diametro. Il quadro generale è presentato in Tab. 3.3 che riporta le portate scaricate a mare dalle diverse reti componenti il sistema di drenaggio al verificarsi dell'evento decennale.

TAB. 3.3 - PORTATE CONVOGLIATE A MARE DALLA RETE DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

vasca (n°)	contributo spec. (l/s ha)	area scolante (m^2)	portata a mare (l/s)
1	108,5	56.665	614
2	108,5	17.818	193
3	108,5	13.638	148
4	108,5	2.360	26
5	108,5	62.858	682
6	108,5	52.257	567

Prr la parte a terra o più precisamente per le aree che afferiscono le portate meteoriche alle vasche 1, 2, 3, 4 e parzialmente alla 5 la rete è costituita da tubazioni in PEad di diametro nominale da Ø 315 mm a Ø 800 mm con pendenze del 3,0 $^0/_{00}$ o 3,5$^0/_{00}$. Considerando il contributo specifico

$$C_s = 108,5 \text{ l/s ha},$$

si è verificato che i tratti di diametro minore (315 e 400 mm) presentassero un tirante mai superiore al 50% del diametro. Per Ø630 mm e Ø800 mm si è considerato praticabile un riempimento al 66% e solo per il tratto terminale delle adduzioni alle vasche si è accettato il massimo riempimento a pelo libero.

La verifica idraulica ha riguardato essenzialmente la valutazione dell'altezza idrica a moto uniforme verificando che il deflusso non risulti rigurgitato. A tal fine è stata utilizzata la nota formula di Gauckler-Strickler:

$$Q = K\, R^{2/3}\, i^{1/2}\, A$$

con:

- K coefficiente di scabrezza ($m^{1/3}\, s^{-1}$) assunto pari a 80 $m^{1/3}\, s^{-1}$
- A sezione liquida (m^2)
- R raggio idraulico, rapporto fra sezione liquida e perimetro bagnato (m)
- i pendenza del fondo

Nella Tab. 3.4 sono riportate le valutazioni effettuate considerando i diametri e le pendenze di progetto sulla base delle quali sono state dimensionate le tubazioni.

TAB. 3.4 - TABELLA PER LA VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

Collettore		Tirante al 50%		Tirante al 66%		Tirante massimo	
Diametro	pendenza	portata	Area drenata	portata	Area drenata	portata	Area drenata
(mm)	($^o/_{oo}$)	(l/s)	(m^2)	(l/s)	(m^2)	(l/s)	(m^2)
315	3,0	28	2.538	44	4.048	58	5.390
315	3,5	30	2.742	47	4.373	63	5.822
400	3,0	59	5.467	95	8.719	126	11.609
400	3,5	64	5.905	102	9.417	136	12.539
500	3,0	108	9.912	172	15.818	228	21.048
500	3,5	116	10.706	185	17.075	247	22.734
630	3,0	175	16.118	279	25.706	371	34.226
630	3,5	189	17.409	301	27.766	401	36.968
800	3,0	377	34.712	600	55.361	800	73.710
800	3,5	406	37.493	649	59.797	864	79.616

Nella zona a mare sono state utilizzate quali collettori le travi in c.a.p. trasversali e longitudinali della struttura nelle quali le caditoie scaricano le acque meteoriche. Le dimensioni nette interne sono 1,50 m x 1,20 m oppure 1,05 m x 1,20 per le travi trasversali e 1,30 m x 1,30 m per quelle longitudinali

E' da rilevare che mentre i collettori in PEad presentano una pendenza longitudinale, nel caso delle travi, orizzontali, il deflusso è generato dal carico idraulico che si viene a creare all'interno della sezione scatolare della trave.

Per valutare l'efficienza della rete di drenaggio si è utilizzata la stessa trattazione impiegata per la canaletta in mezzeria delle vie di corsa, valutando il tirante che si instaurerebbe all'interno delle travi per far defluire la portata massima di progetto, ipotizzando l'altezza critica al termine della trave stessa.

Per le travi trasversali la portata è stata assunta cautelativamente di 50 l/s, mentre si è considerata la maggiore portata che affluisce ad una trave longitudinale di 567 l/s.

Si ottiene un tirante di y_m =0,08 m per le travi trasversali larghe 1,50 m e y_m = 0,11 m per quelle larghe 1,05 m, mentre per la trave longitudinale y_m =0,47 m.

Anche considerando portate doppie, cioè con un contributo specifico doppio, si ottiene rispettivamente y_m = 0,13 m e y_m = 0,17 m per le travi trasversali e y_m = 0,74 m per la trave longitudinale.

E' evidente che nel caso di collettori costituiti dalle travi la sufficienza idraulica è più che garantita, e anche la presenza di strettoie o feritoie nelle travi per il passaggio del flusso non hanno alcuna influenza, dato che il carico cinetico è inferiore ai 2 centimetri.

4. LA RETE DI FOGNATURA NERA

Il sistema di fognatura nera prevede la raccolta delle acque reflue di tre edifici separati (Fig. 4.1), a ciascuno dei quali sono attribuiti gli abitanti equivalenti:

- Edificio A (officina –magazzino): 20
- Edificio B (ENEL –MAERSK): 45
- Edificio C (amministrativo/officina): 420.

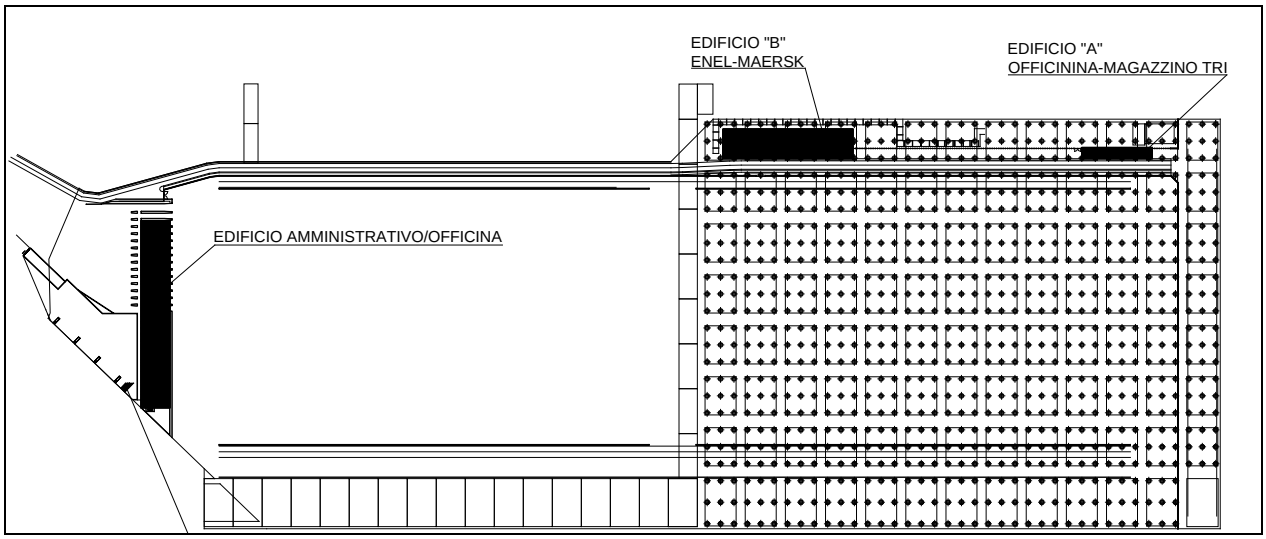


FIG. 4.1 - EDIFICI PRESENTI NELL'AREA

La rete delle acque nere è costituita da una successione di stazioni di pompaggio in serie o in parallelo che fanno confluire le portate ad una stazione di sollevamento dalla quale vengono avviate alla fognatura comunale esistente.

4.1. Criteri progettuali

I principali criteri assunti a base della progettazione per garantire l'efficienza del sistema si possono riassumere in:

- prevedere le stazioni di sollevamento con trituratore, data la ridotta portata che proviene dai fabbricati A e B;
- utilizzare stazioni prefabbricate, almeno le più piccole;
- impiegare stazioni di dimensioni ridotte tali da poter trovare sistemazione all'interno delle travi trasversali o longitudinali;
- dimensionare le stazioni con un numero di stacchi non superiore a 12 per ora;
- assicurare velocità di flusso che garantisca il non deposito lungo la linea;
- non interferire con infrastrutture e impianti tecnologici già previsti nella piastra multifunzionale.

4.2. Portate affluenti alla rete

La portata media delle fognature è correlata alla dotazione idrica giornaliera, mentre quella di punta dipende dall'andamento dei consumi all'interno della giornata e viene calcolata secondo la seguente espressione:

$$Q_N = \frac{\alpha \cdot q \cdot \gamma + \beta_s}{3600 \cdot \beta} \cdot N \left[\frac{l}{s}\right];$$

con

q = dotazione giornaliera (assunta pari a 200 litri/abitante giorno)
α = coefficiente di riduzione dovuto a perdite per evaporazione, (assunto α =1)
γ = coefficiente di punta (assunto da letteratura più qualificata pari a 2,4)
β_s = contributo di sostanze liquide e solide di provenienza diversa (1,5 l/giorno)
β = ore durante le quali si presume avvenga l'utilizzo dell'acqua(considerate 8 ore);
N = numero abitanti equivalenti allacciati alla rete.

Per i tre edifici si ottiene:

1. Edificio A: $Q_N = \frac{\alpha \cdot q \cdot \gamma + \beta_s}{3600 \cdot \beta} \cdot N = \frac{1 \cdot 200 \frac{l}{s \cdot ab} \cdot 2{,}4 + 1{,}5}{3600 \cdot 8} \cdot 20 = 0.33 \frac{l}{s}$

2. Edificio B: $Q_N = \frac{\alpha \cdot q \cdot \gamma + \beta_s}{3600 \cdot \beta} \cdot N = \frac{1 \cdot 200 \frac{l}{ab / giorno} \cdot 2{,}4 + 1{,}5}{3600 \cdot 8} \cdot 45 = 0{,}75 \frac{l}{s}$

3. Edificio C amministrativo/officina:

$$Q_N = \frac{\alpha \cdot q \cdot \gamma + \beta_s}{3600 \cdot \beta} \cdot N = \frac{1 \cdot 200 \frac{l}{ab / giorno} \cdot 2{,}4 + 1{,}5}{3600 \cdot 8} \cdot 420 = 7{,}02 \frac{l}{s}$$

4.3. Descrizione della rete

L'esistenza di due locali adibiti a servizi nel fabbricato A, posti ad una certa distanza l'uno dall'altro ha reso opportuno prevedere due impianti compatti di sollevamento, in serie l'uno all'altro (SP1A e SP1B).

Gli impianti, prefabbricati e certificati, sono collocati all'interno delle travi trasversali ed hanno un volume utile non inferiore a 100 l.

Le pompe sono in numero di due, con una di riserva all'altra, per ciascun impianto, e la tubazione di mandata dalla SP1A alla SP1B e da questa alla SP2, nel fabbricato B è previstaØ50 mm in PEad.

Dal fabbricato B la SP2 rilancia le portate nere dei due fabbricati, alla SP3, posta all'estremità nord della piastra polifunzionale lungo la strada di accesso alla banchina petroli, con un Ø90 mm.

Alla SP3 confluiscono, con un Ø110 mm anche le portate provenienti dalla stazione SP4 a servizio della autorimessa.

Dalla SP3 unØ110 mm recapita le portate nere alla fognatura comunale esistente.

4.4. Dimensionamento delle stazioni di sollevamento

I parametri e le grandezze considerate sono:

- Q_{in} portata in arrivo alla vasca
- Q_1 portata della pompa (media dell'intervallo di prevalenza di funzionamento)
- V_1 volume d'invaso disponibile tra la quota d'attacco e quella dello stacco;
- Tr_1 tempo per passare dal livello di stacco della pompa a quello di attacco
- Tv_1 tempo per passare dal livello di attacco della pompa a quello di stacco;
- $Tc_1 = Tr_1 + Tv_1$.

Considerando un'unica pompa, che operi a portata costante Q_1, si ha:

$$Tr_1 = \frac{V_1}{Q_{in}}; \quad Tv_1 = \frac{V_1}{Q_1 - Q_{in}}.$$

La portata della pompa è maggiore della portata massima in ingresso; quindi si può porre $Q_{in} = \alpha_1 Q_1$ con α_1 compreso tra 0 e 1. Risulta pertanto:

$$Tc_1 = Tr_1 + Tv_1 = \frac{V_1}{\alpha_1 Q_1} + \frac{V_1}{Q_1(1-\alpha_1)} = \frac{V_1}{\alpha_1 Q_1 (1-\alpha_1)}.$$

Ponendo $dTc_1/d\alpha_1 = 0$ e verificando che si tratti di un minimo si ottiene $\alpha_1 = 1/2$: cioè la condizione che dà luogo al massimo numero di attacchi e stacchi (10 stacchi) si ha per una portata della pompa pari al doppio della portata in arrivo.

Nella Tab. 4.1 sono riportate le caratteristiche delle diverse stazioni, dove sono indicate:

SP = numero della stazione considerata
V = volume utile della stazione (dm^3)
Q_{in}= portata in ingresso (litri)
Q_p= portata della pompa (litri al secondo)
T_c = durata del ciclo di riempimento- vuotamento (minuti)
Att.= numero di attacchi-stacchi per ora

TAB. 4.1 - CARATTERISTICHE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	V	Q_{in}	Q_p	T_c	Att.
n	(dm^3)	(l/s)	(l/s)	(s)	(n/ora)
1A	100	0,30	0,80	533	6,75
1B	100	0,30	0,80	533	6,75
2	300	1,30	2,00	659	5,46
3	1.400	9,00	11,00	855	4,21
4	1.400	9,00	11,00	855	4,21

Il volume utile di ciascuna stazione di sollevamento è stato calcolato ottimizzando il numero di attacchi-stacchi/ora curando di non superare un numero massimo prefissato (12 secondo la letteratura più qualificata).

Nel definire le caratteristiche delle pompe e delle tubazioni di mandata sono state prese in considerazione, oltre evidentemente alla portata in gioco:
– il dislivello geodetico;
– le perdite continue date dalla lunghezza della mandata;
– le perdite localizzate costituite da curve e valvole.

Nella Tab. 4.2 sono riportate indicativamente le caratteristiche delle singole stazioni di sollevamento in termini di portata e potenza installata.

TAB. 4.2 - CARATTERISTICHE DELLE POMPE DELLE STAZIONI DI SOLLEVAMENTO

SP	Q_p	V	P
n	(l/s)	(dm^3)	(kw)
1A	0,80	100	0,70
1B	0,80	100	1,25
2	2,00	300	1,40
3	11,00	1.400	5,00
4	11,00	1.400	5,00

5. CONSIDERAZIONI FINALI

Il sistema di raccolta, convogliamento e scarico delle acque meteoriche dalla piastra multifunzionale è stato verificato per un evento con un tempo di ritorno di dieci anni.

E' da rilevare che la necessità di mantenere orizzontale la superficie, soprattutto quella dell'area container implica la persistenza di qualche centimetro d'acqua durante l'evento piovoso, fatto questo che non ostacola l'operatività dell'area e che lamina le portate convogliate dalla rete consentendo dimensionamenti meno onerosi delle tubazioni.

La complessità degli impianti e delle infrastrutture presenti, in superficie e al disotto di questa ed i vincoli che ne derivano hanno in qualche caso portato a soluzioni più onerose, d'altro lato è stato possibile utilizzare alcuni elementi strutturali (travi trasversali e longitudinali) quali collettori delle portate meteoriche.

Si evidenzia la necessità di utilizzare per il trattamento delle acque di prima pioggia vasche prefabbricate certificate.