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

SOCIETÀ DI PROGETTO: APM TERMINALS VADO LIGURE S.p.A.

MAERSK

GLF GRANDI LAVORI FINCOSIT

PROGETTAZIONE:

TECHNITAL S.p.A.

IL RESPONSABILE:
Dott. Ing. Guido Fiorini

PERIZIA DI VARIANTE

ELABORATO N° :

MI0102-PV-I-M-R-002-00

TITOLO ELABORATO

IMPIANTI - MECCANICI
PIATTAFORMA
RELAZIONE CALCOLI ESECUTIVI

DATA	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO
Dicembre 2015	A. Redaelli	A. Dalla Valle	G. Fiorini

REVISIONE N°	DATA	DESCRIZIONE
00	Dicembre 2015	EMISSIONE PER APPROVAZIONE

NOME FILE

MI0102-PV-I-M-R-002-00.docx

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

PERIZIA DI VARIANTE

IMPIANTI - MECCANICI
PIATTAFORMA
RELAZIONE CALCOLI ESECUTIVI

INDICE

1. INTRODUZIONE GENERALE 4
2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI 5
   2.1. UNI - Impianti Di Riscaldamento 6
   2.2. UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento 6
   2.3. UNI - Impianti Idrosanitari 7
   2.4. UNI - Impianti Di Scarico 8
   2.5. UNI - Impianti Antincendio 9
3. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO PIASTRA 10
   3.1. Calcolo antincendio banchina container 10
4. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO BANCHINE 12
   4.1. Valutazione Scenari di consumo 12
   4.2. Calcolo approvvigionamento idrico banchina container 13
   4.3. Calcolo approvvigionamento idrico banchina rinfuse 15
   4.4. Calcolo approvvigionamento idrico banchina petroli 16

1. INTRODUZIONE GENERALE

In questo documento vengono riportate, ordinandole per sezioni/argomenti, le tabelle di calcolo sviluppate ed alla base della progettazione esecutiva. A differenza di quanto riportato nella Relazione Tecnica Specialistica in questo documento sono riportate tutte le tabelle sviluppate e che si ritiene possano fornire elementi utili ad una completa comprensione del progetto.

Si rimanda alla relazione tecnica specialistica laddove si desideri un inquadramento descrittivo dell'impianto oggetto di analisi anche al fine di meglio comprendere il significato delle tabelle di calcolo.

2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI

Gli impianti tecnologici che si andranno a realizzare saranno conformi alle prescrizioni ed alle disposizioni di legge competenti nel territorio nazionale e per la Provincia di Savona ed in particolare si osserveranno:

- D.P.R. del 27.04.1955 n. 547 - "Norme per la prevenzione degli infortuni e l'igiene del lavoro" e s.m.i.;
- Legge n. 186 del 01.03.1968 - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. 37/2008;
- D.lgs. 81/2008 – Testo unico in materia di sicurezza;
- Direttiva europea 2006/42/CE – Direttiva Macchine.
- D.M. 10 marzo 1998 " Criteri per la sicurezza antincendio e la gestione di emergenza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n. 151 – "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi";
- D.M.12/04/1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi**";**
- D.M. 01/02/1986 "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio delle autorimesse e simili";
- Legge 109 del 11/02/1994 "Legge quadro in materia dei lavori pubblici";
- Legge 216 del 02/06/1995 "Modifica alla Legge 109/94";
- D. Lgs. 19 agosto 2005 n.192 e s.m.i.;
- D.Lgs. 29/12/2006, n.311 "Disposizioni integrative e correttive al D.Lgs. 192/05, recante attuazione della Direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- Legge Regionale 29 maggio 2007 n.22 "Norme in materia di energia" e s.m.i.;
- Regolamento Regione Liguria 22/01/2009 n. 01 e s.m.i.;
- Prescrizioni e raccomandazioni emanate dal locale comando dei Vigili del Fuoco, ISPESL, ULSS, ARPAV;

- Regolamenti locali emanati da Enti Locali e/o con funzioni ispettive;
- Norme UNI, CEI, C.N.R. in vigore ed in particolare:

2.1. UNI - Impianti Di Riscaldamento

- UNI/TS 11300-1:2008 – Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1. Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2008, - Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di a.c.s.;
- UNI/TS 11300-3:2010, - Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4:2010, - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI 10412/2006 – Parte 1 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici;
- UNI 8199/98 – Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;
- UNI 9511/89 - Disegni tecnici - Rappresentazione delle installazioni, segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.

2.2. UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento

- UNI 10339/95 – Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;

- UNI EN 13779/2008 - Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione;
- UNI 11169/2006 – Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo;
- UNI EN 1505/2000 - Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare – Dimensioni;
- UNI EN 1506/2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare - Dimensioni;
- UNI EN 13180/2004 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili;
- UNI ENV 12097/2007 – Ventilazione negli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- UNI EN 378/2012-1/2/3/4 – Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali;
- UNI EN 14511/2013 – 1/2/3/4 – Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti;
- UNI 8199/98 – Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione – Linee guida contrattuali e modalità di misurazione;
- UNI ENV 12102/2008 – Condizionatori, pompe di calore e deumidificatori con compressori azionati elettricamente – Misurazione del rumore aereo – Determinazione del livello di potenza sonora;

2.3. UNI - Impianti Idrosanitari

- UNI 9182/2008 (e s.m.i.) - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI EN 806 - 2008/2010/2012 – 1/2/3/4/5 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano;
- UNI EN 13443-1/2, 2007 – Filtri meccanici nel trattamento domestico dell'acqua potabile;

- UNI 14652/2007 – Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici - Dispositivi di separazione a membrana - Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova;
- UNI 8065/1989 – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 8349/1982 – Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove;
- UNI EN 12729/2003 Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A;
- UNI EN 1111/2000 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 1112/2008 – Rubinetteria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 1113/2008 – Rubinetteria sanitaria - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 200/2008– Rubinetteria sanitaria - Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 274 -1/2/3, 2004 Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Requisiti – Metodi di prova – Controllo qualità;
- UNI EN 997 / 2012 - Apparecchi sanitari - Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato;

2.4. UNI - Impianti Di Scarico

- UNI 12056/2001-1: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;
- UNI 12056/2001 2: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;

- UNI 12056/2001-3: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-4: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;
- UNI EN 752/2008 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici.
- UNI EN 858/2005 – Impianti di separazione per liquidi leggeri

2.5. UNI - Impianti Antincendio

- UNI 10779/2014 - Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio;
- UNI 11292/2008 - Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali;
- UNI EN 12845/2015 - Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione;
- UNI EN 671-1:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide;
- UNI EN 671-2:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Idranti a muro con tubazioni flessibili;
- UNI EN 671-3:2012 - Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili;
- UNI 9487/2006 - Apparecchiature per estinzione incendi - Tubazioni flessibili antincendio di DN 70 per pressioni di esercizio fino a 1,2 MPa;
- UNI EN 14540/2007 - Tubazioni antincendio - Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.

Il sopra indicato elenco non esime, peraltro, l'Appaltatore, dalla completa conoscenza ed applicazione di tutta la normativa esistente.

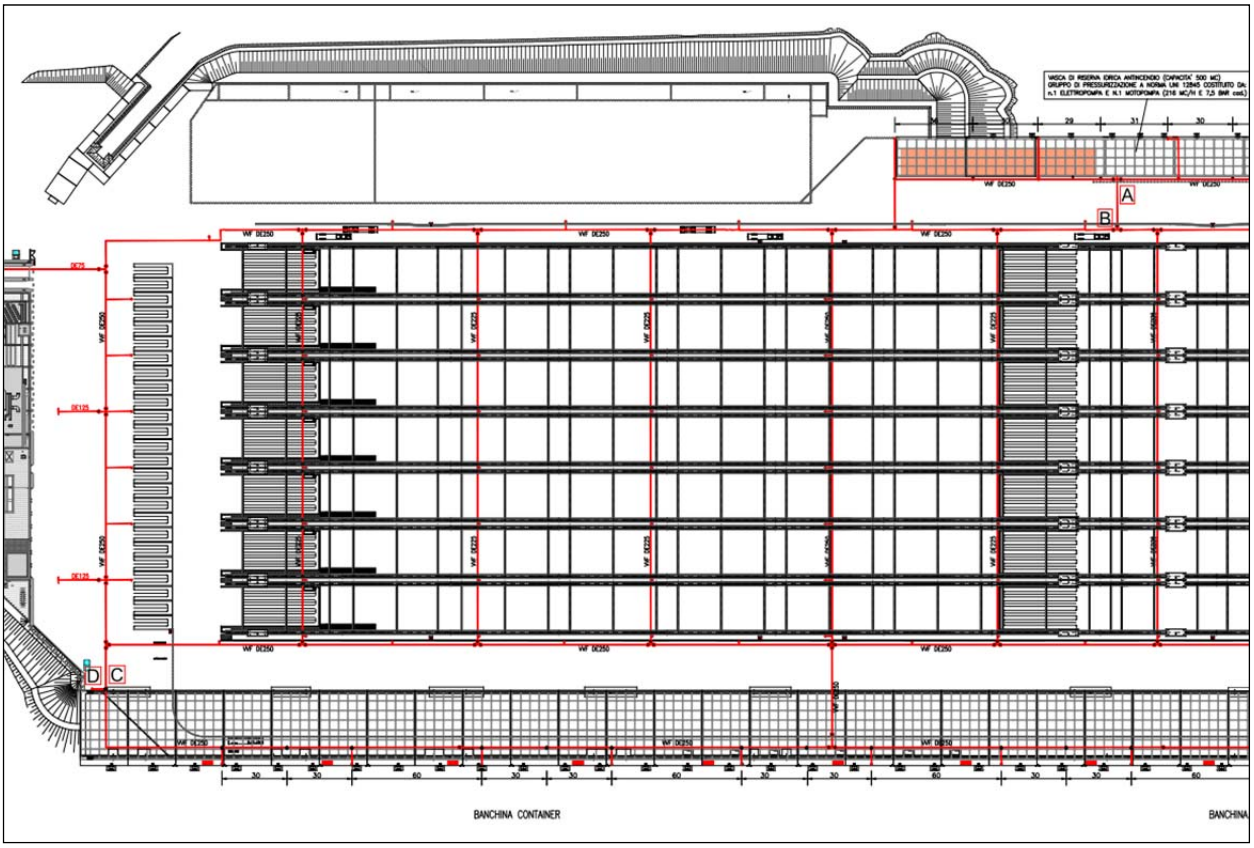
3. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO ANTINCENDIO PIASTRA

Il dimensionamento della rete antincendio, è stato effettuato utilizzando la formula di Hazen Williams, come previsto dalla norma UNI 10779-2014, ipotizzando una portata pari a 216 m³/h, pari al funzionamento contemporaneo di 12 idranti UNI 70 (il doppio rispetto a quanto previsto dalla UNI 10779 che prevede il funzionamento contemporaneo di 6 attacchi UNI 70).

Non potendo prevedere quali saranno gli idranti in funzione in caso d'incendio e al fine di effettuare un calcolo cautelativo, si è ipotizzato che tutti i 12 idranti siano collocati nella posizione idraulicamente più sfavorita.

3.1. Calcolo antincendio banchina container

Precisamente è stato effettuato il calcolo ipotizzando il percorso A-B-C-D indicato nella seguente figura:



Applicando i coefficienti per il calcolo delle lunghezze equivalenti dei pezzi speciali che si trovano su tale percorso ideale, secondo la seguente tabella (ricavata dalla norma UNI 10779):

PROSPETTO C.1 - NORMA UNI 10779 - 2007											
Tipo di accessorio	DN										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
	Lunghezza tubazione equivalente, m										
Curva a 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3
Curva a 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6
Curva a 90° a largo raggio	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8
Pezzo a T o racc. a croce	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15
Saracinesca	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5
Valvola di non ritorno	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5
Nota:	Il prospetto è valido per coefficiente di Hazen Williams C = 120 (accessori di acciaio); per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1,32; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1,51.										

è possibile calcolare la lunghezza totale equivalente del percorso A-B-C-D:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI – VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI									
ID Tronco	Diametro [mm]	Lungh. tratti [m]	Curve 45°	Curve 90°	Tee	Saracinesche	Valvole ritegno	∑Lungh. equivalenti	Lungh. Tot. [m]
A-B	204,6	24,75	0	1	1	2	1	40,50	65,25
B-C	204,6	677,00	0	3	8	18	0	105	782
C-D	61,4	6,50		1	0	1	0	2,40	8,9

Nota la lunghezza totale si applica la formula di Hazen Williams, ottenendo il seguente risultato:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO										
ID Tronco	Diametro [mm]	Lungh. Tot. [m]	Portata [l/min]	Coeff. C (Hazen William)	R (Hazen William) [mm/m]	dH [m]	Dislivello Geodetico [m]	Perdita di carico [m]	Pressione residua [bar]	Prevalenza Necessaria [m]
A-B	204,6	65,25	3.600	150	12,05	0,75	3	3,75		
B-C	204,6	782	3.600	150	12,05	9,42	0	9,42		
C-D	61,4	8,90	1.800	150	2455,15	17,77	1	18,77	4	71,94

Da cui si evince che la perdita di carico è pari a circa 72 metri di colonna d'acqua.

4. TABELLE DI CALCOLO IMPIANTO IDRICO BANCHINE

4.1. Valutazione Scenari di consumo

Il calcolo delle reti di approvvigionamento idrico ha lo scopo di verificare che la pressione fornita dall'acquedotto pubblico, pari a 6,5 bar, sia sufficiente a soddisfare le esigenze delle varie utenze.

Il consumo idrico teorico massimo di picco dell'intera piattaforma è stato valutato considerando i seguenti scenari di consumo ritenuti i più ragionevoli stante le informazioni in possesso:

Scenario n. 1:

- edificio amministrativo (20 mc/h – 333 lt/min);
- n.3 punti di rifornimento idrico in banchina containers contemporaneamente attivi;

Si evince pertanto che in questo scenario la portata massima contemporanea risulta pari a circa 1233 lt/min (pari a 74 mc/h).

Scenario n. 2:

- n.4 punti di rifornimento idrico in banchina containers contemporaneamente attivi;

Si evince pertanto che, anche in questo scenario la portata massima contemporanea risulta pari a circa 1200 lt/min (pari a 72 mc/h).

Scenario n. 3:

- n.4 punti di rifornimento idrico in banchina Petroli contemporaneamente attivi;

Si evince pertanto che, anche in questo scenario la portata massima contemporanea risulta pari a circa 1200 lt/min (pari a 72 mc/h).

Scenario n. 4:

- n.3 punti di rifornimento idrico in banchina Rinfuse;

Si evince pertanto che, in questo scenario la portata massima contemporanea risulta pari a circa 900 lt/min (pari a 54 mc/h).

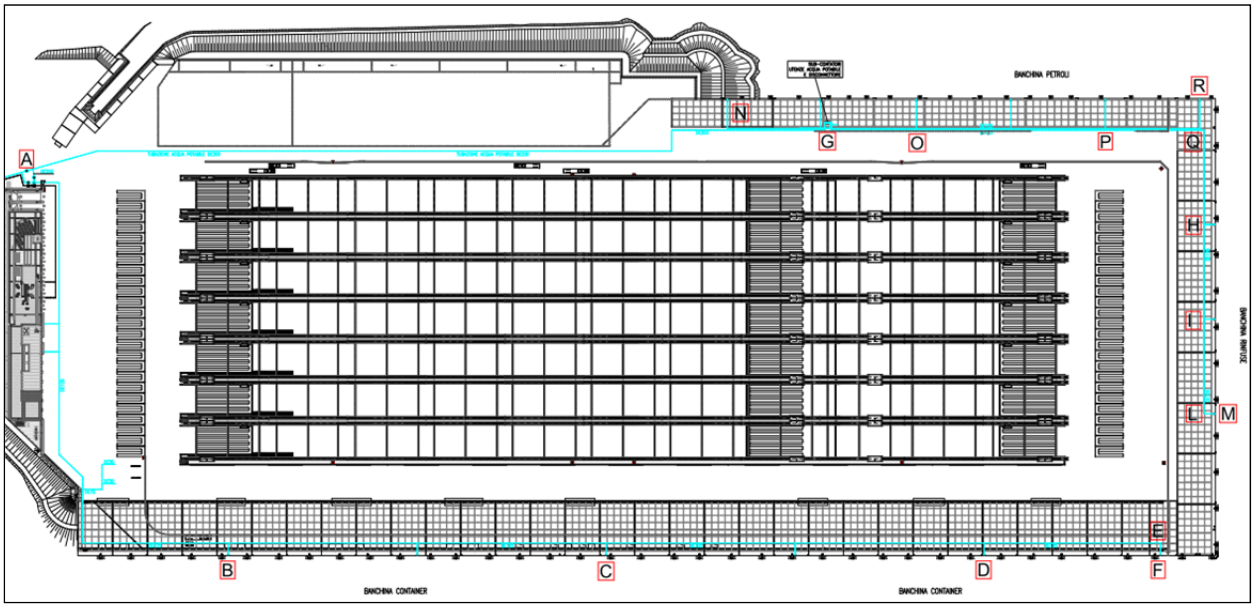
Si tratta quindi di verificare che il dimensionamento effettuato della rete consenta di garantire tali requisiti alla bocca dell'utenza più sfavorita con le contemporaneità individuate negli scenari individuati. Saranno di seguito eseguiti i calcoli, utilizzan-

do la formula di Hazen Williams, per le utenze più sfavorite per ogni ramo delle reti, ovvero per la banchina container (Maersk) (punto F), per la banchina rinfuse (punto M) e per la banchina petroli (punto R).

In tutti questi scenari non si è considerata la contemporaneità di consumo idrico derivante dal carico della vasca di accumulo antincendio in quanto la stessa viene caricata 1 volta ad opera terminata ed eventualmente reintegrata con modesti volumi di acqua durante l'esercizio della piattaforma (eccezion fatta per interventi di manutenzione straordinaria che richiedono lo svuotamento della vasca ma che costituiscono singolarità da gestire in maniera coordinata con tutti gli operatori della piattaforma).

4.2. Calcolo approvvigionamento idrico banchina container

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-B-C-D-E-F, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A--B	102,2	356	3	2			4	1	22,4	378,4
B--C	102,2	240							0	240
C--D	102,2	246		2					7,2	253,2
D--E	102,2	120		1					3,6	123,6
E--F	61,4	2		2			1		4,5	6,5

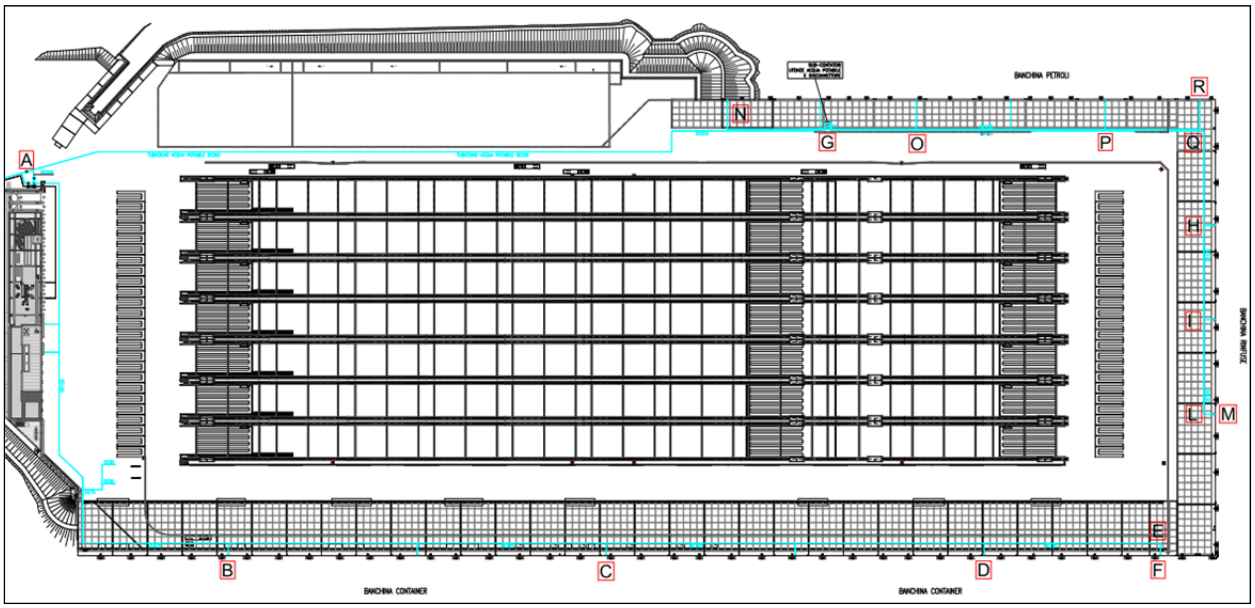
Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A--B	102,2	378,4	1200	150	46,39	17,55	66	**48,45**		**48,45**
B--C	102,2	240,0	900	150	27,25	6,54		**-6,54**		**41,91**
C--D	102,2	253,2	600	150	12,87	3,26		**-3,26**		**38,65**
D--E	102,2	123,6	300	150	3,57	0,44		**-0,44**		**38,21**
E--F	61,4	6,5	300	150	42,69	0,28		**-0,28**	25	**12,93**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 13 m.c.a. (sufficiente quindi anche in caso di perdite di carico massime del disconnettore a protezione della linea valutate in 7 m c.a.).

4.3. Calcolo approvvigionamento idrico banchina rinfuse

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-G-H-I-L-M, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A--G	163,6	423	1						1,5	424,5
G--H	102,2	382	2	2		1	2	1	27,2	409,2
H--I	102,2	60				1			7,5	67,5
I--L	102,2	60		1					3,6	63,6
L--M	61,4	7		1			1		2,4	9,4

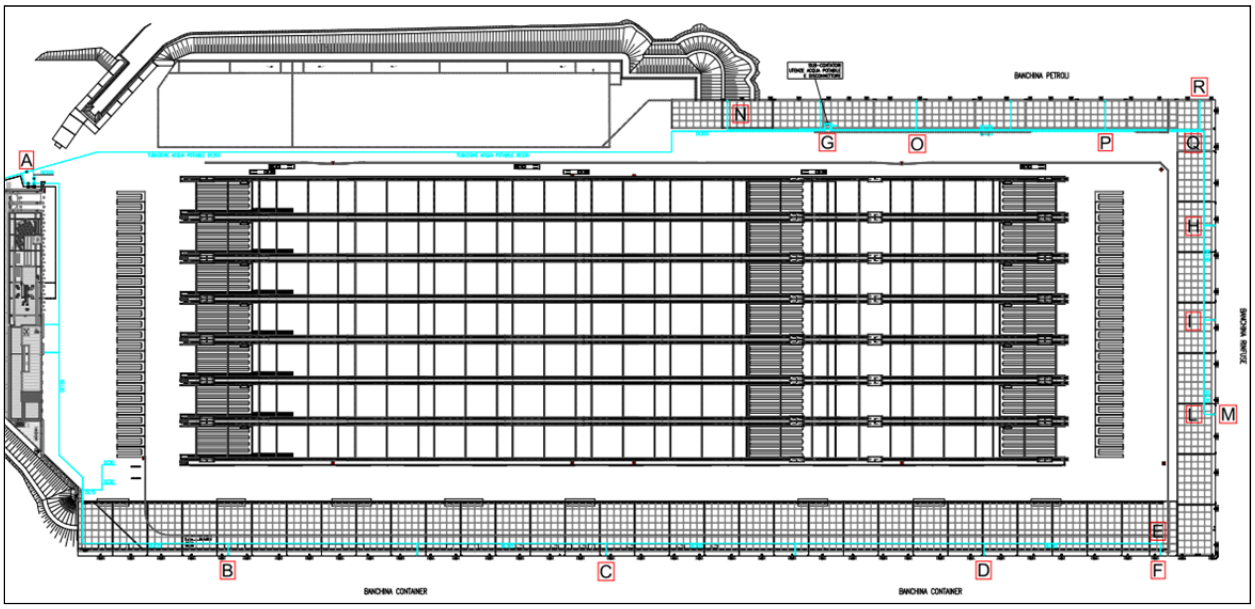
Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A--G	163,6	424,5	900	150	2,76	1,17	66	**64,83**		**64,83**
G--H	102,2	409,2	900	150	27,25	11,15		**-11,15**		**53,68**
H--I	102,2	67,5	600	150	12,87	0,87		**-0,87**		**52,81**
I--L	102,2	63,6	300	150	3,57	0,23		**-0,23**		**52,59**
L--M	61,4	9,4	300	150	42,69	0,40		**-0,40**	25	**27,18**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 27 m.c.a..

4.4. Calcolo approvvigionamento idrico banchina petroli

Il "percorso" di adduzione idrica è definito dai punti A-G-O-P-Q-R, come indicato nella figura seguente:



Il calcolo della lunghezza equivalente, applicando i coefficienti della norma UNI 10779 risulta essere:

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI										
ID Tronco	Diametro (mm)	Σ tratti rett. (m)	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	Σ Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
A--G	163,6	423	1						1,5	424,5
G--N	102,2	122	4	1		1	2	1	26,6	148,6
N--O	102,2	120				1			7,5	127,5
O--P	102,2	120				1			7,5	127,5
P--Q	102,2	60				1			7,5	67,5
Q--R	61,4	2		1			1		2,4	4,4

Applicando la formula di Hazen Williams si ottiene:

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO PER OGNI TRONCO										
ID Tronco	Diametro (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	DH (m)	Pressione acquedotto (m)	**Perdita di carico totale (m)**	Pressione residua minima (m)	**Pressione residua (m)**
A--G	163,6	424,5	1200	150	4,69	1,99	66	**64,01**		**64,01**
G--N	102,2	148,6	1200	150	46,39	6,89		**-6,89**		**57,11**
N--O	102,2	127,5	900	150	27,25	3,47		**-3,47**		**53,64**
O--P	102,2	127,5	600	150	12,87	1,64		**-1,64**		**52,00**
P--Q	102,2	67,5	300	150	3,57	0,24		**-0,24**		**51,76**
Q--R	61,4	4,4	300	150	42,69	0,19		**-0,19**	25	**26,57**

da cui si evince che la pressione residua dopo aver soddisfatto alle condizioni richieste nel punto più sfavorito è di circa 27 m.c.a. (sufficiente quindi anche in caso di perdite di carico massime del disconnettore generale a protezione della linea valutate in 7 m c.a.).