

PROGETTO COSTRUTTIVO

**INTERVENTI PER IL DRAGAGGIO DI 2,3 M m³ DI SEDIMENTI IN AREA MOLO
POLISETTORIALE PER LA REALIZZAZIONE DI UN PRIMO LOTTO DELLA CASSA DI
COLMATA FUNZIONALE ALL'AMPLIAMENTO DEL V SPORGENTE DEL PORTO DI TARANTO**

Progetto Costruttivo

IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Relazione tecnica

SCALA:

CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	REV	REP
PUG102	PC-CAN-AL-00-00-RE-01-D		085

REVISIONI	REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO
	D	Agosto 2017	Lettera D.L. Prot. U03936 del 08/08/2017	M. Vari	M. Altieri	A. Tosiani
	C	Agosto 2017	Lettera D.L. Prot. U-03790 del 01/08/2017	M. Vari	M. Altieri	A. Tosiani
	B	Luglio 2017	Lettera D.L. Prot. U-03610 del 24/07/2017	M. Vari	M. Altieri	A. Tosiani



TECNOSTRUTTURE S.r.l.

SEDE LEGALE:
Piazza Regina Margherita n.27 - 00198 ROMA
SEDE OPERATIVA:
Via delle Querciole n. 13 - 00037 Segni (RM)



INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE	4
2.1	ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI	5
2.2	SCELTA DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA	7
2.3	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELL'AREA DI CANTIERE	8
2.3.1	Dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento.....	9
2.3.2	Dimensionamento della Grigliatura media.....	14
2.3.3	Disoleatura.....	15
2.3.4	Dimensionamento della vasca di prima pioggia	17
2.3.5	Dimensionamento della vasca di seconda pioggia	18
2.3.6	Dimensionamento degli apparati di sollevamento.....	20

IMPIANTO DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Relazione tecnica

1. PREMESSA

Il presente elaborato ha per oggetto la descrizione e il dimensionamento idraulico della rete di raccolta e degli accorgimenti finalizzati alla raccolta e smaltimento delle acque meteoriche nell'ambito dell'area di cantiere relativa agli Interventi per il dragaggio di 2,3 Mm³ di sedimenti in area Molo Polisettoriale e realizzazione della cassa di colmata funzionale all'ampliamento del V Sporgente del Porto di Taranto. Viene altresì riportato il progetto delle vasche di prima e di seconda pioggia. Si riportano inoltre i dimensionamenti delle condotte in pressione e dei relativi apparati di sollevamento previsti per il pompaggio delle acque potenzialmente contaminate all'impianto di trattamento.

Il dimensionamento della rete è stato effettuato secondo i modelli idrologici disponibili in ambito di studi VAPI Regione Puglia, mentre per quanto attiene il dimensionamento della vasca di prima e seconda pioggia, ci si è riferiti al Capo II del Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.) pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 166 del 17-12-2013.

Si precisa che tale rete di raccolta e smaltimento, nonché i relativi impianti ad essa connessi, sono da intendersi come provvisori ed a servizio esclusivo del solo periodo di cantiere. La sistemazione definitiva del drenaggio delle acque meteoriche dei futuri piazzali dell'area portuale, viene pertanto demandata ai specifici lotti d'appalto relativi alle opere di completamento dell'ex Yard Belleli.

Vengono inoltre riportati i dimensionamenti degli impianti di pompaggio.

La modifica dell'impianto, rispetto a quanto previsto in Progetto Esecutivo, è stata predisposta in ottemperanza alla richiesta della Direzione Lavori avanzata in data 16 giugno 2017 con lettera prot. U-02968 ed in occasione della riunione del 5 luglio 2017.

L'ubicazione planimetrica delle opere è stata modificata per evitare l'interferenza con il palancolato Taras tuttora in esecuzione.

L'impianto è stato definito sulla base delle opere già previste in Progetto Esecutivo approvato, sia in termini di portate in ingresso (analisi idrologica, portate di calcolo) sia di gestione delle acque di prima e seconda pioggia.

Per le acque di prima pioggia è stato aggiunto un trattamento mediante filtro a carboni attivi, non previsto in Progetto Esecutivo, per ovviare all'indisponibilità dell'impianto TAF cui le acque erano destinate.

Il trattamento di disoleatura, che in Progetto Esecutivo era previsto solo per le acque di seconda pioggia, è stato previsto anche per le acque di prima pioggia.

Si prevede il seguente ciclo di trattamento:

- Grigliatura allo sbocco dell'emissario della rete di drenaggio;
- Raccolta e sollevamento con recapito al disoleatore;
- Disoleatura con pacco filtrante a coalescenza;

Linea acque di prima pioggia

- Dissabbiatura in apposita vasca di raccolta delle acque di prima pioggia (100 mc);
- Filtrazione a carboni attivi delle acque di prima pioggia;
- Invio al recapito finale delle acque di prima pioggia trattate;

Linea acque di seconda pioggia

- Dissabbiatura nella vasca di seconda pioggia;
- Invio al recapito finale delle acque di seconda pioggia disoleate e dissabbiate.

Nella figura seguente è riportato lo schema planimetrico delle opere previste per il trattamento delle acque meteoriche.

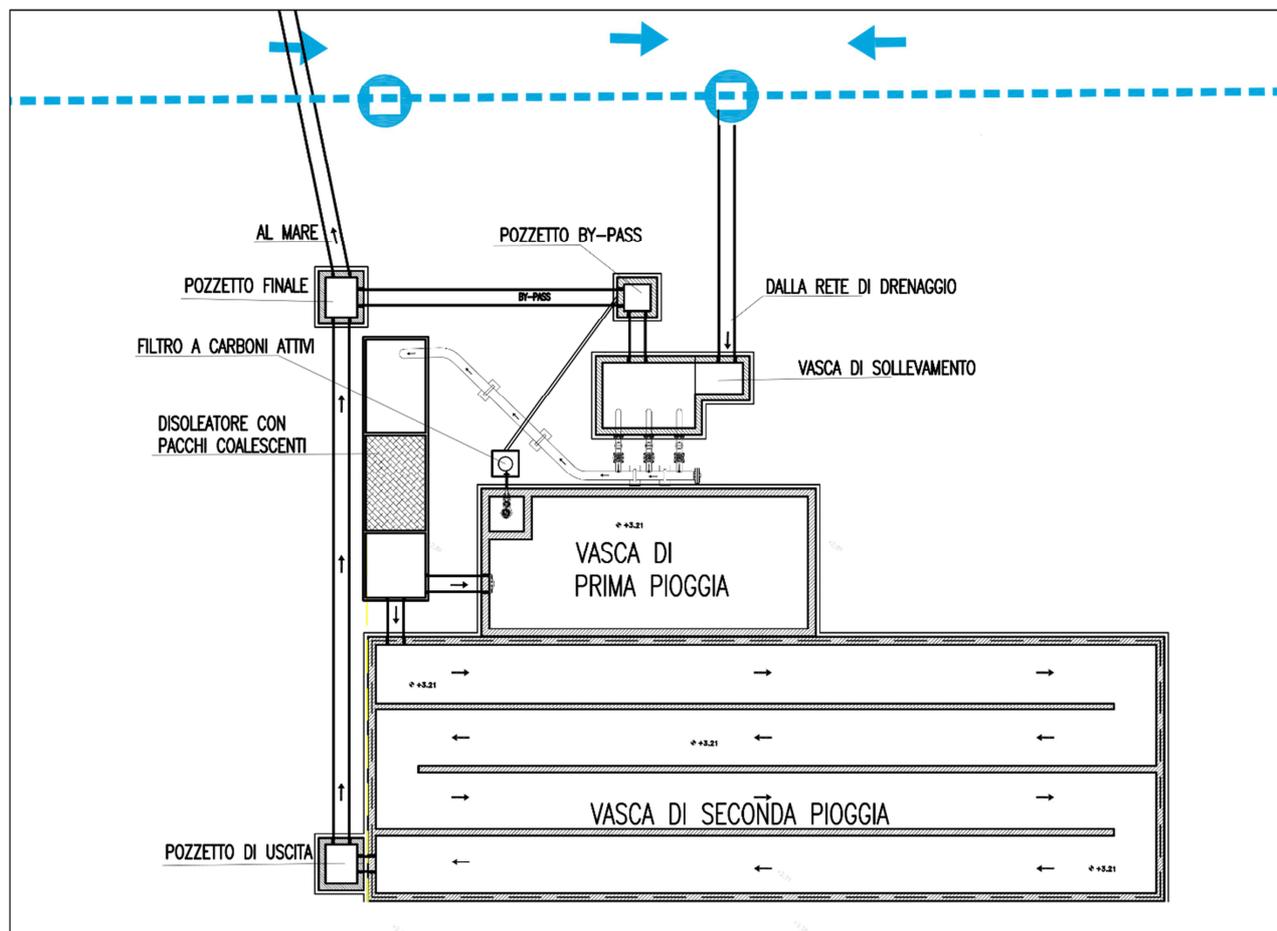


Figura 1 – Schema planimetrico impianto

L'impianto proposto prevede quindi la conferma della stazione di sollevamento, la conferma di portate e volumi per le vasche di prima e seconda pioggia, la conferma delle caratteristiche del disoleatore che in questa soluzione, tuttavia, viene anteposto alla vasca di dissabbiatura, e l'inserimento di un filtro a carboni attivi a completamento del ciclo di trattamento delle acque di prima pioggia, in sostituzione dell'invio delle stesse all'impianto TAF.

2. GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

Nell'ambito della viabilità di cantiere e relativi piazzali pavimentanti viene prevista una specifica rete di raccolta delle acque meteoriche. Gli elementi di captazione della rete sono costituiti da pozzetti con caditoia grigliati disposti in corrispondenza dell'asse della viabilità di cantiere e relative canalette grigliate disposte in corrispondenza dei piazzali pavimentati. I collettori interrati per l'allontanamento delle acque meteoriche sono previsti in PEAD corrugato strutturato a diametro differenziato lungo lo sviluppo della rete (Dn 315,400,500,630).

La geometria delle sagome trasversali di strade e piazzali, inoltre, è stata concepita al fine di escludere dalla suddetta rete di raccolta i contributi di ruscellamento delle aree esterne ed aree sterrate/inghiaiate alle quelle strettamente pertinenti al cantiere, e quindi di escludere tali apporti dalla rete di progetto, impedendone la potenziale contaminazioni e garantendone il naturale deflusso secondo il naturale declivio dell'area.

La gestione delle acque meteoriche di ruscellamento di viabilità e piazzali, avverrà secondo quanto previsto al Capo II del Regolamento Regionale n. 26 del 9 dicembre 2013 e cioè prevedendo specifici accorgimenti per il contenimento e trattamento differito delle acque di prima pioggia e, recapito diretto delle acque di seconda pioggia previo trattamento di grigliatura, disoleatura e dissabbiatura.

Per quanto attiene al trattamento di grigliatura, si è scelto di installare un apposito sistema direttamente allo sbocco dell'emissario dalla rete di drenaggio in modo da trattenere preventivamente eventuali corpi trasportati e salvaguardare le opere ed i manufatti previsti a valle.

Ai fini della disoleatura si prevede l'installazione di una unità di trattamento di Classe I dotata di filtri a coalescenza secondo le UNI 858 1-2 2005.

La vasca di accumulo delle acque di prima pioggia è dimensionata tenendo conto di una altezza di pioggia di 4.125 mm distribuita su un bacino complessivo di circa 24.000 m², e sarà dotata di uno specifico sistema di deviazione passiva tramite valvola di chiusura a galleggiante. I volumi in essa invasati, stimati nell'ordine di circa 100 m³, verranno inviati all'impianto di filtrazione a carboni attivi (e non più all'impianto chimico-fisico TAF oggetto di altro Appalto ed ancora indisponibile) tramite un impianto di sollevamento dimensionato rispetto ad un adeguato tempo di detenzione.

Le portate eccedenti quelle di prima pioggia vengono quindi inviate alla vasca di seconda pioggia ai fini della dissabbiatura e relativa sedimentazione primaria prima del recapito al ricettore. La superficie necessaria ai fini del processo di sedimentazione è pari a circa 300 m². Un volume complessivo previsto di circa 390 m³ assicura adeguati tempi di detenzione idraulica rispetto al processo di sedimentazione primaria dei solidi sospesi.

2.1 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

Il sito è caratterizzato, dal punto di vista climatico, da inverni brevi e miti ed estati calde e aride. Le precipitazioni annue in media sono di circa 400 mm e raggiungono i massimi nei mesi tra ottobre e dicembre ed i minimi durante il periodo estivo. Il clima dell'area in esame può essere descritto quindi come di tipo arido temperato. Le temperature e le precipitazioni mensili riferite agli ultimi 30 anni, basate sui dati della stazione di Taranto sono riportate in

Tabella 1. L'altezza media annua di pioggia è pari a 409 mm/anno.

Tabella 1 – Temperature e precipitazioni medie mensili calcolate su 30 anni per la stazione di Taranto.

Mese	T min	T max	Precipitazioni
Gennaio	6 °C	12 °C	41 mm
Febbraio	6 °C	13 °C	42 mm
Marzo	7 °C	15 °C	42 mm
Aprile	10 °C	18 °C	26 mm
Maggio	14 °C	22 °C	22 mm
Giugno	18 °C	27 °C	15 mm
Luglio	21 °C	30 °C	11 mm
Agosto	21 °C	30 °C	14 mm
Settembre	18 °C	27 °C	26 mm
Ottobre	14 °C	22 °C	59 mm
Novembre	10 °C	17 °C	53 mm
Dicembre	7 °C	14 °C	58 mm

Sono state anche analizzate le piogge intense per effettuare il dimensionamento delle reti scolanti delle acque meteoriche dei piazzali e per la verifica dei collettori fognari.

Lo studio delle piogge per il dimensionamento della rete scolante è stato limitato all'esame delle cosiddette "precipitazioni intense", con riferimento, cioè, a precipitazioni di notevole intensità e di durata limitata (dell'ordine delle ore o frazioni di ora). Tali precipitazioni sono di particolare interesse nei riguardi del problema del dimensionamento delle opere di allontanamento delle acque di pioggia, essendo, in casi di questo tipo, il tempo di corrivazione delle superfici considerate pari al tempo di pioggia.

Il calcolo delle altezze di precipitazione per assegnato tempo di ritorno è stato effettuato utilizzando il metodo proposto nello studio "VAPI-Puglia" in cui il territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato suddiviso in sei "zone pluviometriche omogenee" (Figura), individuando, per ciascuna di queste, i coefficienti delle curve di possibilità climatica.

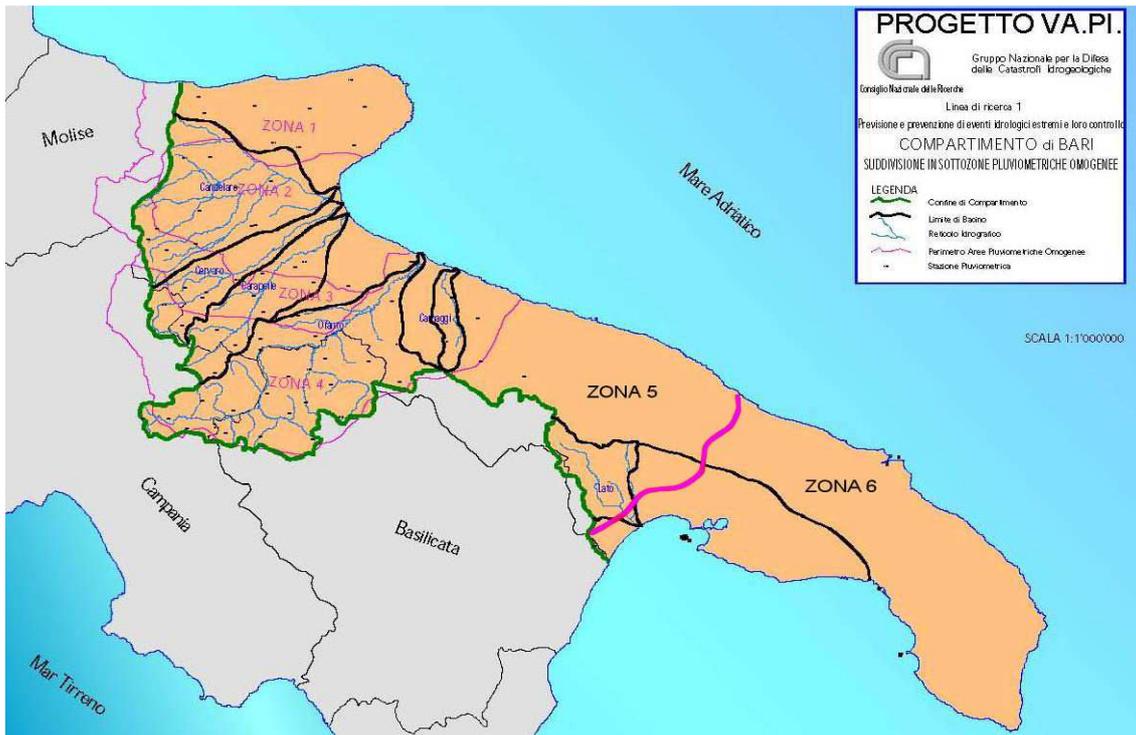


Figura 2 – Zone pluviometriche omogenee della Puglia (Progetto VA.PI.)

Tali coefficienti sono stati determinati in base a tre livelli di regionalizzazione dei dati pluviometrici locali e definiscono le curve di possibilità climatica attraverso l'espressione:

$$h = a t^n$$

dove il parametro "a" è determinato mediante la seguente espressione dipendente dal tempo di ritorno "T" per mezzo del fattore di crescita "KT":

$$a = \lambda KT$$

e il parametro "n" è determinato mediante la seguente espressione dipendente dalla quota media del bacino "z":

$$n = (b+c) z / d$$

Per ognuna delle 6 aree pluviometriche omogenee è possibile, quindi, calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica. Taranto ricade nella zona 6 per la quale è valida l'equazione:

$$h(t,z) = 33.7 t^{[(0,488+0,0022Z)/3,178]}$$

Per 4 aree omogenee sulle 6 totali, è stato preso in considerazione il parametro geomorfologico "z" della quota assoluta sul livello del mare (espressa in metri). Ai valori così ottenuti, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente al Fattore di Crescita K_T (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni).

Per quanto concerne il Fattore di Crescita nelle zone 5-6 (Puglia Centro-Meridionale) la formula di calcolo è:

$$K_T = 0.1599 + 0.5166 \ln T$$

2.2 SCELTA DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

L'area dell'ex yard Belleli, ricade nella zona 6 e pertanto le curve di possibilità pluviometrica per eventi meteorici di durata da 1 a 24 ore e per diversi tempi di ritorno si ricavano dalla seguente formula:

$$h(t,z) = K_T 33.7 t^{[(0,488+0,0022Z)/3,178]}$$

dove Z è l'altezza media del bacino imbrifero assunta pari a 3 m s.l.m.

Tabella 2 – Parametri idrologici zona 6 VAPI Puglia al variare del periodo di ritorno

	Tempo di ritorno (anni)											
	2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
K_T	0,52	0,99	1,35	1,71	1,82	1,92	2,07	2,18	2,54	2,90	3,37	3,73
a	17,46	33,41	45,48	57,54	61,43	64,60	69,61	73,49	85,56	97,63	113,58	125,65
n	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156	0,156

Rispetto a quanto previsto all'Art.9 del Regolamento Regionale n.26, si è fatto riferimento ad un tempo di ritorno pari a 5 anni.

In ogni caso, tutti i metodi di calcolo si basano sull'assunzione che il periodo di ritorno T della portata al colmo coincide con quello delle precipitazioni utilizzate nel calcolo. Per una rete lineare non ramificata come quella in progetto, si può supporre che la pioggia critica sia quella di durata pari al tempo massimo di corrivazione, valutato a priori tenendo conto della massima lunghezza di percorso idrico nella rete e delle presumibili velocità a cui vanno aggiunti alcuni minuti primi come tempo occorrente all'acqua per raggiungere la fognatura.

Pertanto, considerando un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione (che rappresenta il tempo di percorrenza delle gocce di pioggia per raggiungere, dal punto di caduta, la canalizzazione) che può essere espresso come:

$$t_c = t_a + t_r$$

dove:

t_a = tempo di ruscellamento (o tempo di accesso alla rete) pari al tempo massimo impiegato dalle particelle di pioggia a raggiungere la condotta a partire dal punto di caduta;

$t_r = L/V$ - rappresenta il tempo di vettoriamento o tempo di percorrenza entro le canalizzazioni.

L'altezza di pioggia, h, per un tempo di ritorno di 5 anni sarà pari a:

$$h(t_c) = 33,41 \times t_c^{0,156} = 26.91 \text{ mm}$$

Di conseguenza l'intensità di pioggia che si ottiene per piccoli bacini è :

$$i(t_c) = \frac{h(t_c)}{t_c}$$

Considerato un tempo di corrivazione di t_c 15 minuti, l'intensità di pioggia è pari a circa 107.65 mm/h.

2.3 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE NELL'AREA DI CANTIERE

Le acque meteoriche ruscellanti strettamente le aree dei piazzali pavimentati e relativa viabilità di cantiere saranno raccolte e coltate tramite una rete di drenaggio costituita da tubazioni interrate con caditoie grigliate di captazione. L'area pavimentata risulta pari a circa 2,4 ha. Per la valutazione delle portate in base alle quali dimensionare le opere di smaltimento si utilizza il metodo cinematico secondo la formula:

$$Q = \psi \times \varphi \times i(t_c) \times A$$

dove: ψ è il coefficiente di ritardo secondo il metodo dell'invaso semplificato valido per bacini minori di 30 ha, assunto pari a 0,6 tenendo conto di una estensione del bacino compresa tra 1 e 5 ha, tempo di corrivazione 15 min, pendenza media dei collettori 0.2% (De Martino, 1949);

φ è il coefficiente di afflusso, rapporto tra volume affluito ai collettori e quello precipitato sul terreno (tra 0,2 per superfici permeabili e 0,8 per superfici pavimentate);

$i(t_c)$ è l'intensità di precipitazione relativa al tempo di corrivazione caratteristico dell'area, ricavata dalle leggi di possibilità climatica sopra descritte.

t_c è il tempo di corrivazione.

A è l'area della superficie per la quale si valuta la portata.

Applicando i dati geometrici dell'area, considerato un tempo di corrivazione di 15 minuti, la portata massima risulta pari a circa 344.4 l/s. Rispetto a tale valore quindi è stata dimensionata la rete di raccolta delle acque meteoriche, differenziando i vari contributi in termini areali, rispetto alla differenziazione dei diametri dei collettori lungo lo sviluppo della rete.

Sono previsti infatti diametri opportunamente differenziati rispetto alle effettive aree colanti, determinate rispetto al Progetto Esecutivo della Cantierizzazione.

Tabella 3 – Determinazione delle portate di progetto

Bacino max [Diametro]	A_{bacino} [m ²]	ψ [-]	φ [-]	i_c^* [mm/h]	Q [l/s]	Q [m ³ /s]
<i>Dn 315</i>	4500	0,6	0,8	107,65	64,6	0,065
<i>Dn 400</i>	9000	0,6	0,8	107,65	129,2	0,129
<i>Dn 500</i>	16000	0,6	0,8	107,65	229,7	0,230
<i>Dn 630</i>	24000	0,6	0,8	107,65	344,4	0,344
* intensità di pioggia critica valutata rispetto ad un tempo di corrivazione, $\tau_c = 15$ min e periodo di ritorno $Tr = 5$ anni						

2.3.1 Dimensionamento della rete di raccolta e smaltimento

Rispetto alle portate di progetto, è stata eseguito il dimensionamento dei collettori attraverso scale di deflusso in moto uniforme. Per il calcolo del grado di riempimento dei collettori, si è utilizzata la formula di Chezy per il moto uniforme:

$$V = k_{st} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

- V = velocità di attraversamento = Q/σ (m/s);
- k_{st} = coefficiente di Gauckler-Strickler ($m^{1/3}/s$);
- R = raggio idraulico della sezione = σ/χ (m);
- i = pendenza geometrica del fondo (m/m);
- h = altezza tirante idrico (m);
- χ = contorno bagnato della sezione (m);
- σ = area della sezione liquida (m^2);

Le pendenze medie dei collettori vengono previste pari al 0.2%. Per quanto riguarda il coefficiente di scabrezza si è assunto un coefficiente di Gauckler-Strickler per tubazioni in materiale plastico o acciaio k_{st} pari a $110 m^{1/3}/s$. Il grado di riempimento di progetto previsto per i collettori è stato valutato compreso tra il 70-80%, in relazione al carattere provvisorio della rete di raccolta.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti per ciascun diametro previsto per la rete.

Tabella 4 – Scala di deflusso Dn 315

superficie bacino	coefficiente afflusso	portata massima	diametro	pendenza canale	coeff. scabrezza	tirante idrico	grado di riempimento	area bagnata	perimetro bagnato	raggio idraulico	velocità corrente
S	φ	Q_d	D_i	i	K_{ST}	h	h/D	σ	χ	R	V
[m^2]		[l/s]	[mm]			[mm]		[mm^2]	[mm]	[mm]	[m/s]
4500	0,80	64,6	315	0,002	110	237,4	0,75	63009	662,4	95,1	1,03

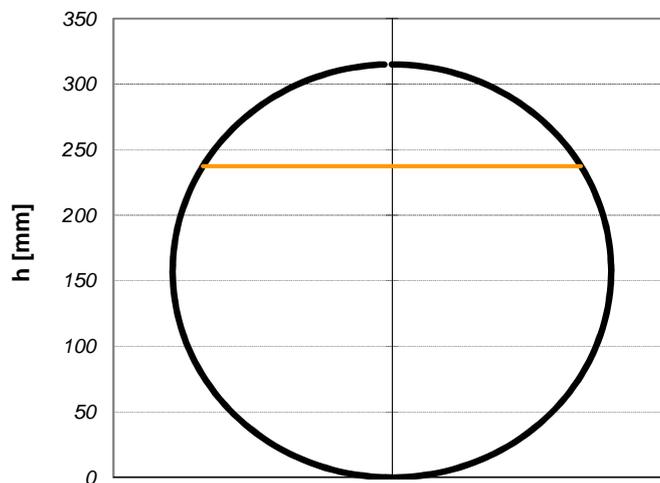
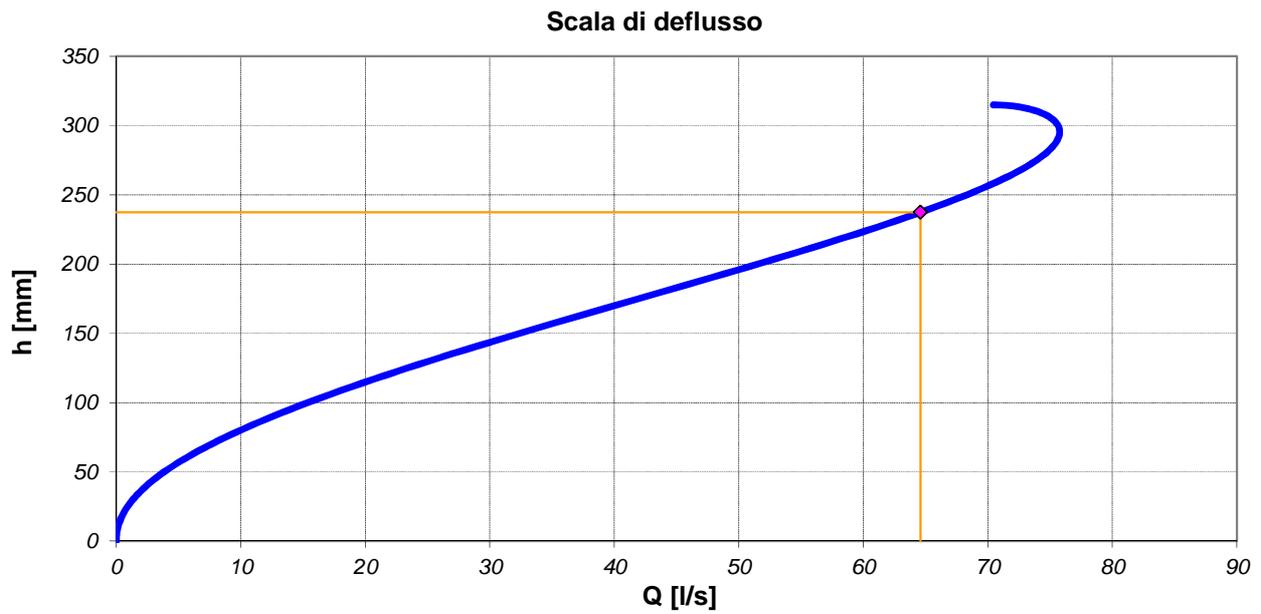


Figura 1 – Scala di deflusso e grado di riempimento Dn 315

Tabella 5 – Scala di deflusso Dn 400

superficie bacino	coefficiente afflusso	portata massima	diametro	pendenza canale	coeff. scabrezza	tirante idrico	grado di riempimento	area bagnata	perimetro bagnato	raggio idraulico	velocità corrente
S	φ	Q_d	D_i	i	K_{ST}	h	h/D	σ	x	R	V
[m ²]		[l/s]	[mm]			[mm]		[mm ²]	[mm]	[mm]	[m/s]
9000	0,80	129,2	400	0,002	110	317,5	0,79	106974	879,6	121,6	1,21

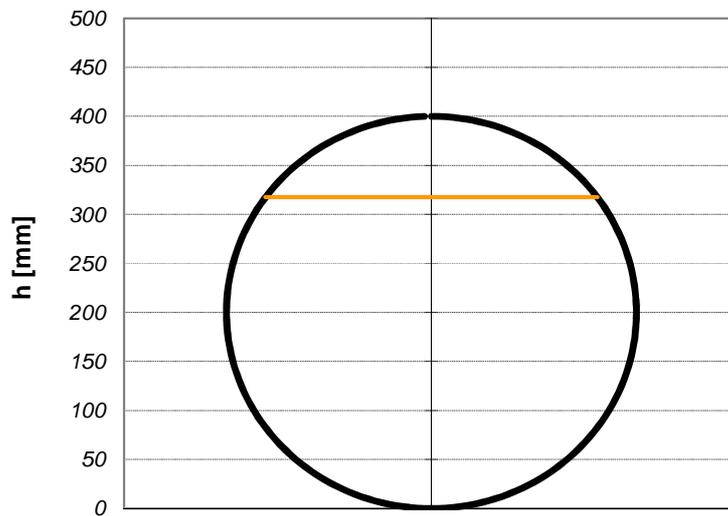
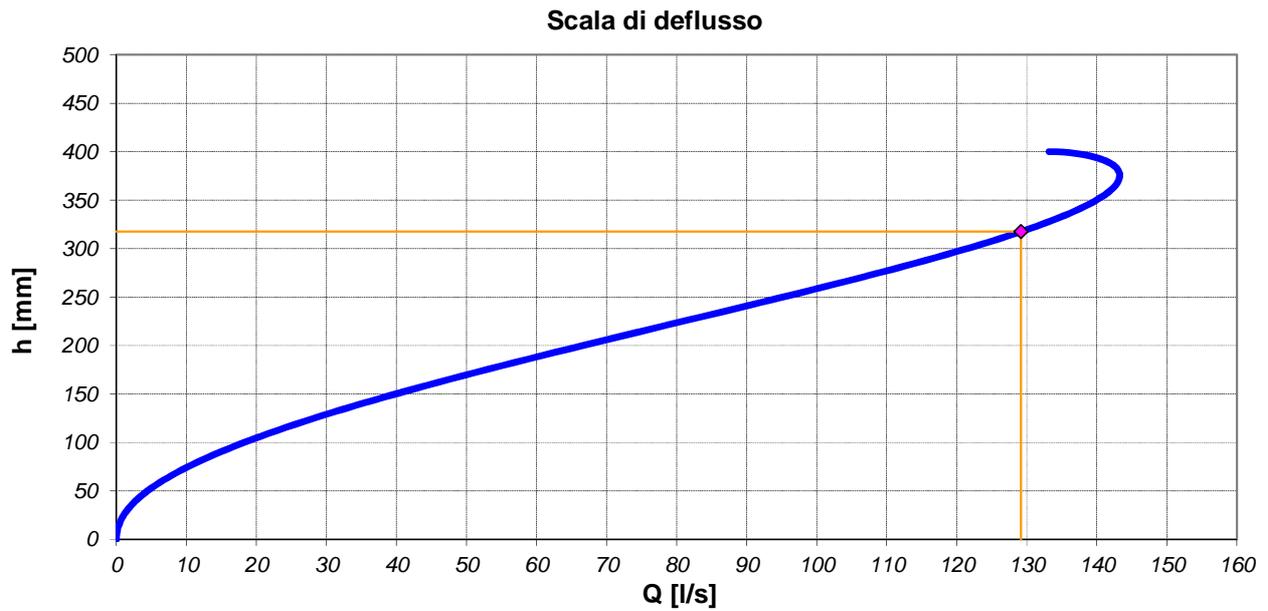


Figura 2 – Scala di deflusso e grado di riempimento Dn 400

Tabella 6 – Scala di deflusso Dn 500

superficie bacino	coefficiente afflusso	portata massima	diametro	pendenza canale	coeff. scabrezza	tirante idrico	grado di riempimento	area bagnata	perimetro bagnato	raggio idraulico	velocità corrente
S	φ	Q_d	D_i	i	K_{ST}	h	h/D	σ	χ	R	V
[m ²]		[l/s]	[mm]			[mm]		[mm ²]	[mm]	[mm]	[m/s]
16000	0,80	229,7	500	0,002	110	389,4	0,78	164083	1081,2	151,8	1,40

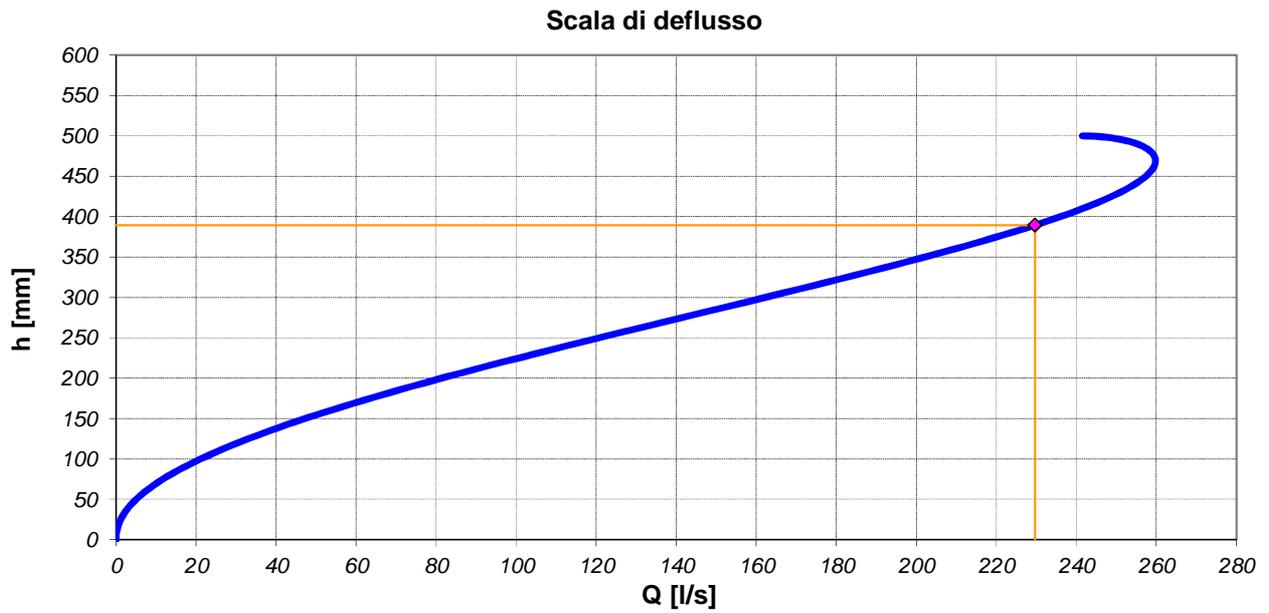


Figura 3 – Scala di deflusso e grado di riempimento Dn 500

Tabella 7 – Scala di deflusso Dn 630

superficie bacino	coefficiente afflusso	portata massima	diametro	pendenza canale	coeff. scabrezza	tirante idrico	grado di riempimento	area bagnata	perimetro bagnato	raggio idraulico	velocità corrente
S	φ	Q_d	D_i	i	K_{ST}	h	h/D	σ	x	R	V
[m ²]		[l/s]	[mm]			[mm]		[mm ²]	[mm]	[mm]	[m/s]
24000	0,80	344,4	630	0,002	110	435,7	0,73	219931	1224,1	179,7	1,54

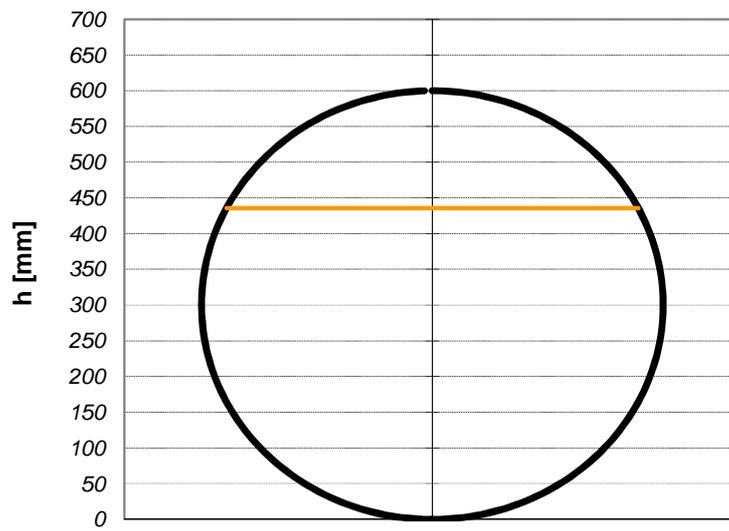
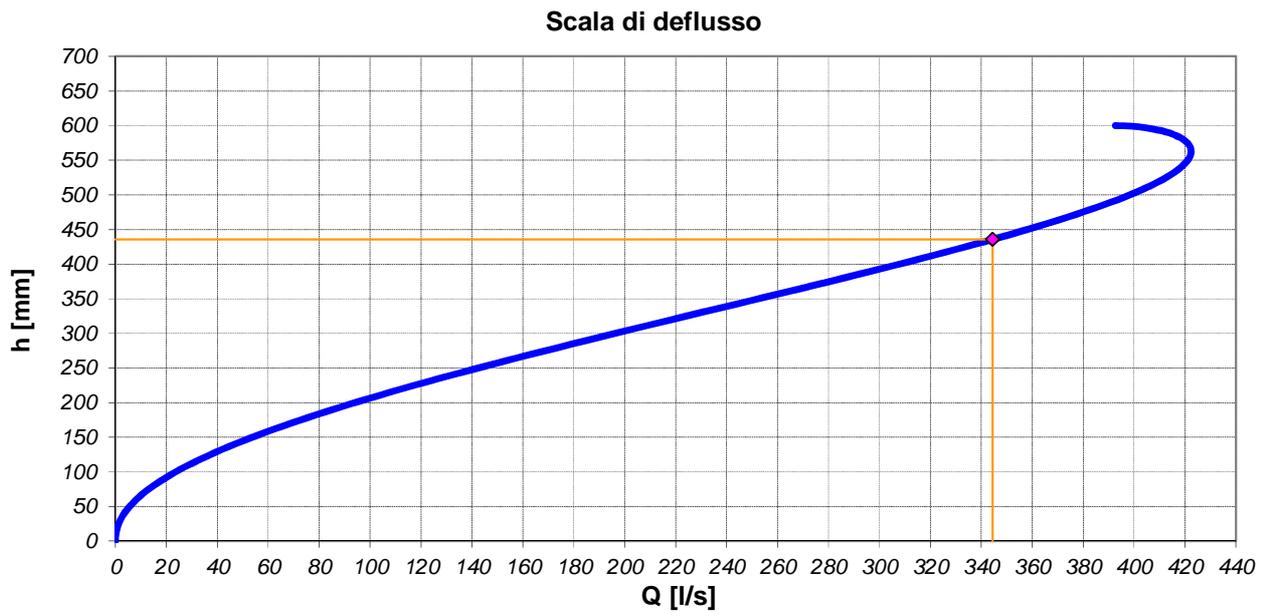


Figura 4 – Scala di deflusso e grado di riempimento Dn 630

2.3.2 Dimensionamento della Grigliatura media

Il dimensionamento della grigliatura è stato effettuato con l'obiettivo di trattenere i corpi di dimensione caratteristica maggiore di 2cm. Le barre di grigliatura quindi sono state distribuite con spaziatura pari a 2cm, considerando uno spessore per ciascuna barra pari a 1cm. Rispetto a tale geometria sono state verificate le perdite di carico nella griglia, utilizzando la formulazione di Kirschmer.

$$\Delta H = \frac{k \cdot v^2}{2g}$$

con $k = C_k \cdot \cos \alpha \cdot \left(\frac{w}{s}\right)^{\frac{4}{3}}$

dove:

Δh = differenza tra livello di monte e di valle

v = velocità di passaggio nella griglia

g = accelerazione di gravità

α = angolo della griglia rispetto la verticale

w = larghezza delle barre (mm)

s = spaziatura tra le barre (mm)

C_k = coefficiente di Kirschmer, funzione della forma della barra (Barre rettangolari 2,42 - Barre semicircolari 1,83 - Barre circolari 1,79)

Tabella 8 – Dimensionamento grigliatura

Geometria griglia

w	=	1	cm	spessore barre
s	=	2	cm	spaziatura tra le barre
m	=	67%	%	percentuale di passaggio libero
α	=	30	°	inclinazione della griglia sulla verticale
C_k	=	2,42		coefficiente di forma delle barre (rettangolari)
Lt	=	120	cm	larghezza trasversale canale di grigliatura (Dn 630)
Lu	=	80	cm	larghezza utile del canale di grigliatura

Verifica alla portata massima del canale

Q_{max}	=	0,344	m ³ /s	portata massima in ingresso all'impianto Dn 630
V_{monte}	=	1,57	m/s	velocità a monte
v	=	1,96	m/s	velocità di passaggio nella griglia
k	=	0,83		coefficiente di perdita
ΔH	=	0,162	m	perdita di carico attraverso la griglia (Kirschmer)

2.3.3 Disoleatura

Ai fini della disoleatura si prevede l'installazione di una unità di trattamento di Classe I dotata di filtri a coalescenza.

Il dimensionamento del processo di disoleatura è stato effettuato nel rispetto delle linee guide della UNI EN 858-1:2005 e 858-2:2004. Le classi di separatori (classe I e II) sono definite al punto 4 della predetta norma come appresso specificato.

Tabella 9 – Configurazioni disoleatori

Componenti		Contenuto massimo ammissibile di olio residuo (mg/l)	Lettera codice
Sedimentatore			S
Separatore	Classe II	100 (tecnica di separazione tipica a gravità)	II II b (separatori con bypass)
	Classe I	5,0 (tecnica di separazione tipica a coalescenza)	I I b (separatori con bypass)
Condotto di campionamento			P

Configurazione	Qualità dell'effluente
S-II-P	Consigliata come qualità minima dell'effluente per l'immissione in sistemi di scarico/reti fognarie e impianti per reti fognarie
S-I-P	Consigliata dove può essere richiesto un grado di separazione maggiore
S-II-I-P	Consigliata per la stessa qualità dell'effluente della combinazione S-I-P, ma dove la portata di afflusso può contenere quantità di liquidi leggeri maggiori
S-IIb-P	Può essere utilizzata per contenere lo sversamento di liquido leggero
S-Ib-P	Può essere utilizzata per trattenere il primo deflusso superficiale contaminato

Il dimensionamento deve essere basato sulla natura e sulla portata dei liquidi da trattare, tenendo conto di quanto segue:

- portata massima dell'acqua piovana;
- portata massima delle acque reflue;
- massa volumica del liquido leggero;
- presenza di sostanze che possono impedire la separazione (per esempio detersivi).

Le dimensioni del separatore devono essere calcolate dalla formula seguente:

$$NS = (Q_r + f_x \times Q_s) \times f_d$$

dove:

NS rappresenta le dimensioni nominali del separatore [l/s];

Q_r è la portata massima dell'acqua piovana [l/s];

Q_s è la portata massima delle acque reflue [l/s];

f_d è il fattore di massa volumica per il liquido leggero in oggetto;

f_x è il fattore di impedimento che dipende dalla natura dello scarico.

L'assunzione dei predetti coefficienti va valutata rispetto alle sottostanti tabelle estratte dalla UNI EN 858-1:2005.

Tabella 10 – Fattori di impedimento e di massa volumica

Tipo di scarico	f_x
a. per il trattamento delle acque reflue (effluenti commerciali) provenienti da processi industriali, lavaggio di veicoli, pulizia di parti ricoperte di olio o altre sorgenti (per esempio piazzole di stazioni di rifornimento carburante)	2
b. per il trattamento dell'acqua piovana contaminata da olio (deflusso superficiale) proveniente da aree impervie, per esempio parcheggi per auto, strade, aree di stabilimenti	0
c. per il contenimento di qualunque rovesciamento di liquido leggero e per la protezione dell'area circostante	1

	Densità liquidi leggeri ρ (g/cm ³)		
	$\rho \leq 0,85$	$0,85 < \rho \leq 0,90$	$0,90 < \rho \leq 0,95$
Combinazione	Fattore di massa volumica f_d		
S-II-P	1	2	3
S-I-P	1	1,5	2
S-II-I-P	1	1	1

Nel caso in questione, ai fini di garantire la massima efficienza del trattamento è stata previsto un sistema di separazione di Classe I dotato di sistema di separazione a pacco lamellare a coalescenza. In relazione alla particolare scelta dell'istallazione interna alla vasca di sedimentazione della acque di seconda pioggia, a valle quindi di un elevato percorso idraulico di sedimentazione, può ritenersi piuttosto efficace il processo di separazione della componente di solidi sospesi, garantendo quindi un buon funzionamento al separatore a coalescenza.

Rispetto al progetto delle dimensioni nominali del separatore si è fatto riferimento alla massima portata di pioggia relativa alla rete di drenaggio, considerando quindi trascurabili gli apporti di acque reflue da lavaggi in relazione alla non contemporaneità tra massimi apporti meteorici e attività di lavaggio.

Rispetto alla bassa vita utile dell'impianto, stimabile nell'ordine di 1 anno non si prevedono sistemi di controlavaggio automatico dei pacchi filtranti. Le operazioni di manutenzione saranno quindi manuali e contestuali alla pulizia delle vasche di sedimentazione.

Si riportano di seguito i risultati ottenuti, rispetto alle configurazioni assunte.

Tabella 11 – Dimensionamento separatore

Disoleatura (UNI 858 1-2 2005) - Classe I

Q_{max}	=	344,5	l/s	portata massima in ingresso alla disoleatura
f_x	=	1		fattore di impedimento per presenza detergenti (c))
f_d	=	1		fattore di massa volumica liquido leggero in oggetto (S-II-I-P)
NS_{max}	=	344	l/s	portata nominale separatore
NS_d	=	350	l/s	portata nominale di progetto separatore

2.3.4 Dimensionamento della vasca di prima pioggia

Il dimensionamento della vasca di prima pioggia, prevista nell'ambito del trattenimento ed avvio a depurazione dei contributi di deflusso potenzialmente contaminati, relativi quindi alle acque meteoriche di ruscellamento e relative acque di lavaggio di macchine e piazzali, è stato effettuato secondo quanto previsto all'Art.3 punto b.II del Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del D.lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.) pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Puglia - n. 166 del 17-12-2013.

Rispetto a tale norma, il volume da trattenere ed avviare a depurazione è quello determinato rispetto ad una altezza di pioggia compresa tra 5 e 2,5 mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 mq e 50.000 mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse.

Nell'ambito della presente progettazione il volume di prima pioggia è stato determinato interpolando linearmente il predetto intervallo rispetto ad una superficie pavimentata complessiva relativa a piazzali e viabilità di cantiere di circa 24.000 m². L'altezza di prima pioggia è stata assunta quindi pari a 4.125 mm, pertanto il volume di acque di prima pioggia da trattenere ed avviare a specifica depurazione è stato valutato in circa 100mc.

Tale volume, una volta invasato in vasca, sarà sollevato a specifico trattamento di filtrazione a carboni attivi, tramite impianto di pompaggio previsto in vasca, dimensionato rispetto ad un tempo di svuotamento non superiore a 24h coerentemente con quanto previsto dal predetto Regolamento.

La vasca sarà dotata di un sistema di deviazione passiva e chiusura, costituito da una valvola di chiusura meccanica con galleggiante (o in alternativa a ghigliottina elettro-attuata con sensore di livello). La restante parte delle acque di pioggia, già disoleata, sarà quindi scolmata ed avviata a recapito diretto previo trattamento di dissabbiatura e sedimentazione primaria, così come previsto al Capo II Artt.8-9-10 del predetto Regolamento Regionale.

Per la fase di dissabbiatura delle acque di prima pioggia, si è proceduto alla verifica dei tempi di ritenzione in vasca, sulla base delle volumetrie già fissate in Progetto Esecutivo (100 mc) e sulle modalità di funzionamento del sistema di svuotamento, costituito da un'elettropompa dotata di sensore pioggia, timer e sensori di max e min livello.

In considerazione del fatto che lo svuotamento della vasca deve completarsi nelle 48 h successive di tempo asciutto successive all'ultimo evento meteorico, si è previsto l'inizio dello svuotamento dopo 24 h dalla chiusura della vasca, con una portata in uscita di 4,2 mc/h che garantisce nelle successive 24 h lo svuotamento dell'intero volume.

Il tempo di ritenzione in vasca è, pertanto, sempre superiore a 24 h dalla chiusura della valvola di ingresso in vasca (a seguito delle quali viene avviata l'elettropompa), il che assicura il completo deposito delle particelle sedimentabili.

Per la fase di filtrazione con carboni attivi, si farà riferimento ad una portata media di esercizio di uscita dalla vasca di prima pioggia pari 4,2 mc/h (1,2 l/s), calcolata sulla base dell'intero volume della vasca (100 mc) ed un tempo di svuotamento di 24 ore, dimezzato rispetto alle 48 ore di tempo asciutto prescritte dal Regolamento Regionale.

L'impianto di filtrazione è costituito da filtri a carboni attivi per un totale pari a 180 Kg, il lavaggio in controcorrente è pari a 5,5 mc/h; la pressione di lavoro è compresa tra 1,5 e 5 bar mentre la temperatura di esercizio tra i 2° e i 40°.

2.3.5 Dimensionamento della vasca di seconda pioggia

Le portate eccedenti quelle di prima pioggia, che hanno già subito il trattamento di disoleatura, vengono quindi sfiorate ed inviate alla vasca di seconda pioggia ai fini della dissabbiatura e relativa sedimentazione primaria, prima del recapito al ricettore. La superficie necessaria ai fini del processo di sedimentazione è pari a circa 300 m². Un volume complessivo previsto di circa 390 m³ assicura adeguati tempi di detenzione idraulica rispetto al processo di sedimentazione dei solidi sospesi.

Per quanto attiene al trattamento di grigliatura, si è scelto di installare un apposito sistema direttamente allo sbocco dell'emissario dalla rete di drenaggio in modo da trattenere preventivamente eventuali corpi trasportati e salvaguardare le opere ed i manufatti previsti a valle.

Si riportano di seguito i dimensionamenti effettuati rispetto ai predetti trattamenti.

Dissabbiatura e sedimentazione primaria

Il dimensionamento del processo di dissabbiatura e sedimentazione primaria è stato effettuato rispetto al progetto di un manufatto di sedimentazione caratterizzato da superficie e volume tale da garantire adeguati carichi idraulici superficiali e tempi di detenzione in grado di assicurare la sedimentazione di sabbie e dei solidi sospesi.

Tale dimensionamento quindi è stato effettuato rispetto a valori caratteristici di carico idraulico superficiale e tempo di detenzione tipicamente assunti per tali processi, mutuati da autorevoli fonti bibliografiche (Metcalf&Eddy, Ingegneria delle acque reflue - Trattamento e Riuso, 4^a Ed. McGraw-Hill). Il valore di carico idraulico superficiale assunto rispetto alla verifica alla portata di punta è stato mediato rispetto ad un intervallo tipico di 80-120 m³/m²*d), mentre per la verifica alla portata media, determinata rispetto ad una durata dell'evento critico pari ad 1h, è stato assunto il valore mediato tra 30-50 m³/m²*d. I valori dei tempi di detenzione ottenuti e le relative basse velocità di flusso orizzontale in vasca consentiranno in generale un buon funzionamento del processo rispetto alla portata media e un discreto funzionamento rispetto alla portata massima.

Tabella 12 – Dimensionamento dissabbiatura e sedimentazione primaria

Verifica alla portata massima

Q _{max}	=	0,344	m ³ /s	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{max}	=	344,5	l/s	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{max}	=	1240	m ³ /h	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{max}	=	29763	m ³ /d	portata massima in ingresso alla vasca
Ci	=	100	m ³ /m ² *d	carico idraulico superficiale alla portata di punta (80-120 m ³ /m ² *d)
Smin	=	298	m ²	superficie minima necessaria
B	=	10	m	larghezza
L	=	30	m	lunghezza
H	=	1,3	m	altezza
Sd	=	300	m ²	superficie di progetto
Vd	=	390	m ³	volume
v	=	0,0265	m/s	velocità media flusso in vasca alla portata massima
td	=	0,31	h	tempo di detenzione alla portata massima

Verifica alla portata media

Q _{med}	=	0,107	m ³ /s	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{med}	=	106,9	l/s	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{med}	=	385	m ³ /h	portata massima in ingresso alla vasca
Q _{med}	=	9237	m ³ /d	portata massima in ingresso alla vasca
Ci	=	40	m ³ /m ² *d	carico idraulico superficiale alla portata media (30-50 m ³ /m ² *d)
Smin	=	231	m ²	superficie minima necessaria
Sd	=	300	m ²	superficie di progetto

Vd	=	390	m ³	volume di progetto
Ci	=	31	m ³ /m ² *d	carico idraulico superficiale alla portata media (30-50 m ³ /m ² *d)
v	=	0,0082	m/s	velocità media flusso in vasca alla portata media
td	=	1,01	h	tempo di detenzione alla portata media

2.3.6 Dimensionamento degli apparati di sollevamento

Sollevamento

Rispetto alla scelta di ubicare le vasche per il contenimento delle acque di prima pioggia e trattamento di quelle di seconda pioggia completamente fuori terra ai fini di rendere assolutamente provvisori tali manufatti, si rende necessario prevedere un opportuno impianto di sollevamento immediatamente a valle della rete di raccolta e quindi subito a valle dei predetti manufatti.

Il pozzetto di sollevamento per il rilancio delle acque di pioggia, sarà costituito da n. 3 pompe sommergibili, senza apparati di riserva rispetto alla limitata vita utile dell'impianto, corredate dai relativi accessori elettrici ed idraulici.

L'azionamento delle pompe avverrà in sequenza (pompa 1, pompe 1+2, pompe 1+2+3), rispetto alla portata effettiva in arrivo al pozzetto, e quindi regolato da sensori di livello installati nella camera di alloggiamento delle elettropompe. Il valore di portata massima dell'impianto è stato determinato rispetto alla massima portata prevista per la rete di raccolta e quindi fissato pari a circa 344 l/s, suddivisi quindi rispetto alle 3 pompe installate per circa 115 l/s ciascuna.

L'impianto verrà predisposto all'interno di uno specifico pozzetto interrato e dotato di tutti i necessari organi di manovra manuali ed automatici al fine di gestire in modo controllato l'invio alle successive fasi di trattamento.

Il calcolo della prevalenza dell'impianto è stato effettuato tenendo conto del dislivello geodetico, delle perdite di carico distribuite lungo la condotta e di quelle concentrate determinate dalle apparecchiature (valvole di ritegno e di sezionamento, curve, etc.). La condotta di mandata dall'impianto di sollevamento è prevista in Acciaio Fe360 Dn 350 mm per condotte in pressione, il cui diametro interno (di calcolo) è pari a 341.4mm. A tale condotta verranno collegate le mandate delle 3 pompe Dn 200.

Tutte le condotte sarà del tipo per acque reflue, con giunti testa a testa a saldare, e protette con bitumatura o verniciatura.

Le perdite di carico concentrate sono state trasformate in lunghezza aggiuntiva equivalente della condotta, secondo letteratura, mentre quelle lineari sono state calcolate con la formula di Darcy:

$$J = \frac{\lambda v^2}{2g D}$$

dove: v è la velocità della portata

D è il diametro interno della condotta

g è l'accelerazione di gravità

λ coeff. di resistenza calcolato con la formula di Colebrook

Re è il numero di Reynolds

ϵ è la scabrezza

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\epsilon/D}{3.71} \right)$$

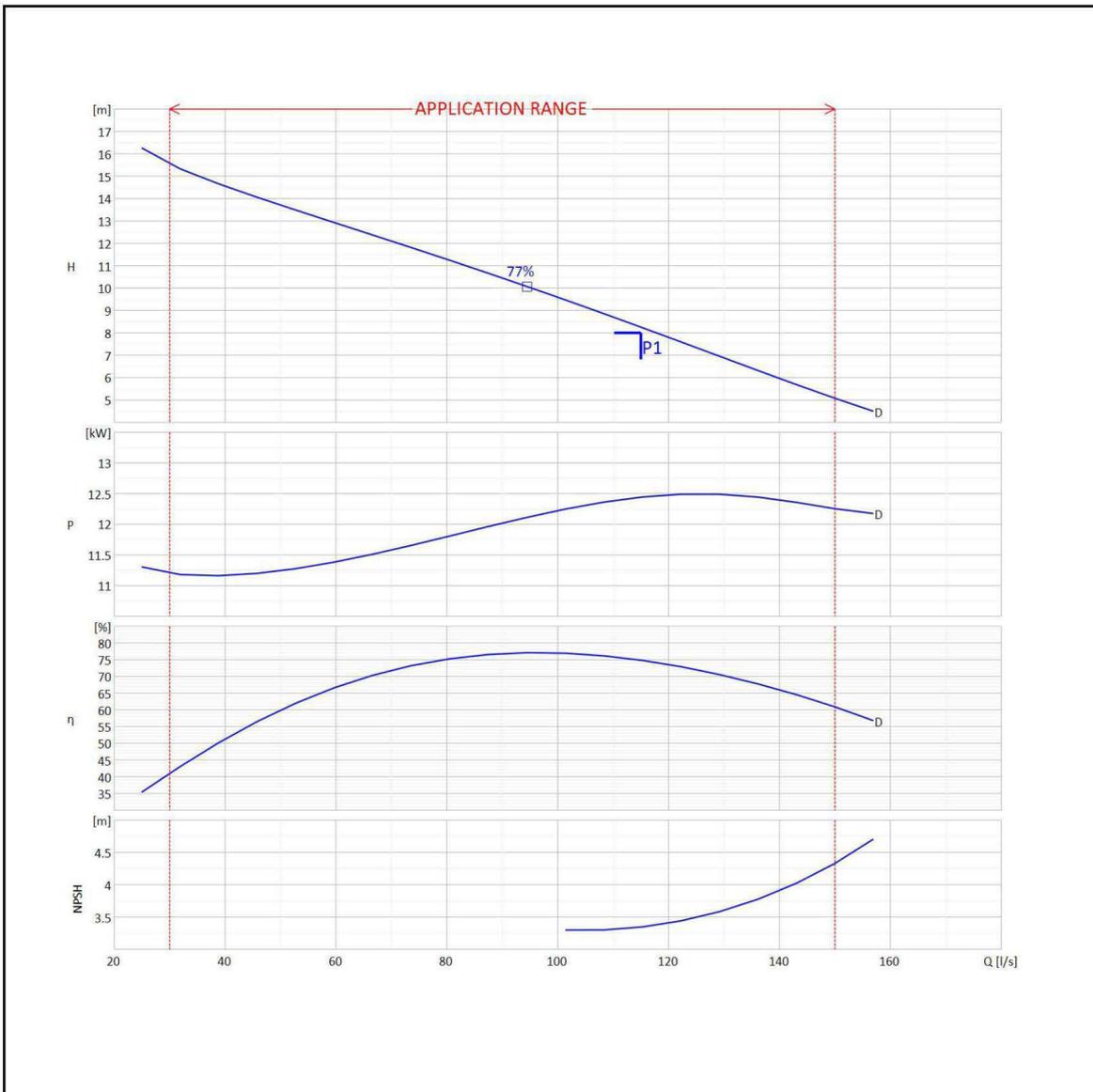
Per la portata unitaria stabilita per l'impianto di sollevamento pari a circa 345 l/s ed una prevalenza totale pari a circa 8.0m, sono state valutate macchine della potenza nominale di circa 12.5 kW ciascuna. Si riportano di seguito le specifiche tecniche di tali apparati, rispetto al punto di lavoro individuato relativo alla prevalenza d'impianto.



CURVE DI PRESTAZIONE



Tensione	400	V	Frequenza	50	Hz	Portata	115 l/s	Prevalenza	8 m
Potenza	13	kW	Nro. poli	6		Modello	KCM200PD+013062N1		



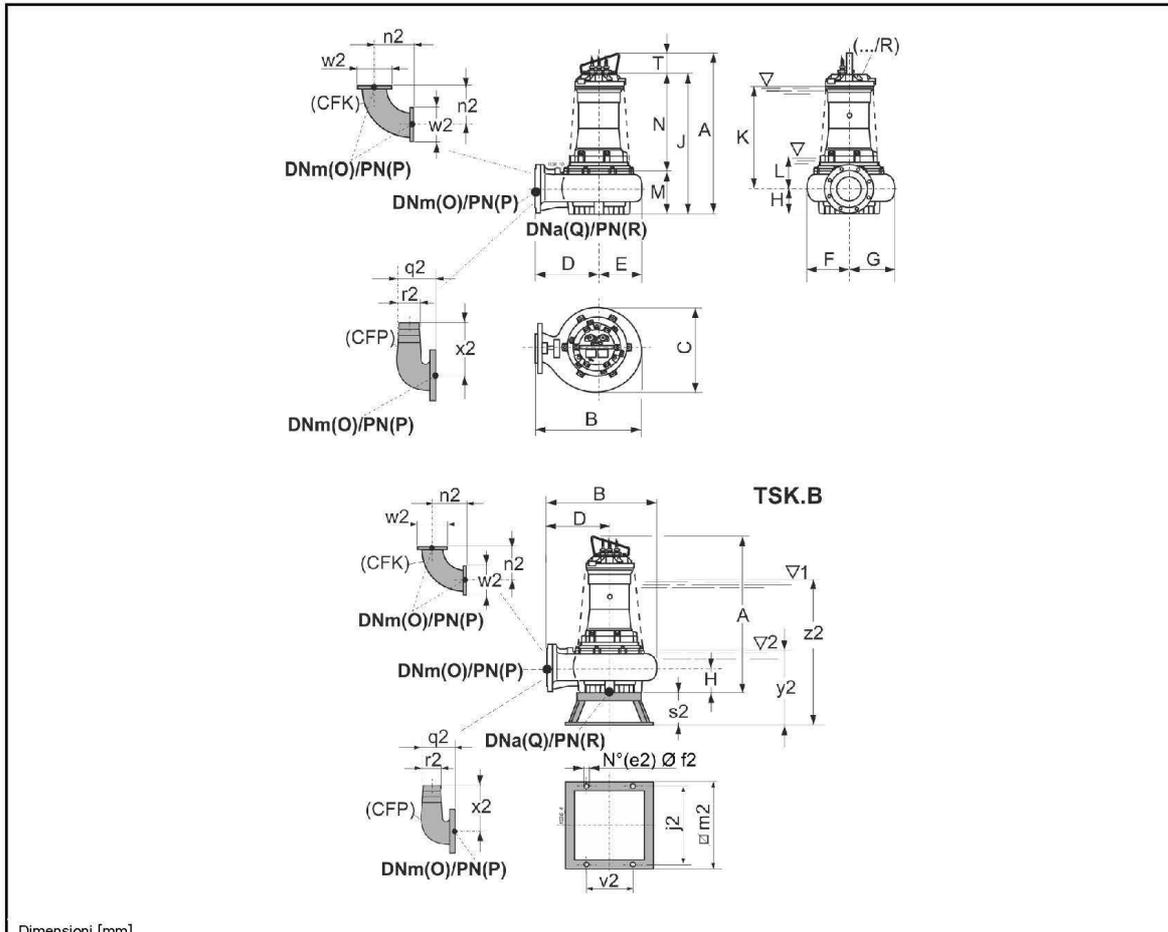
DATI FUNZIONAMENTO - ISO 9906:2012 3B -

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Velocità [1/min]

OFFERTA No. 17-I1EPI-0144 rev. 01	Pos. 1.1	Data 26/07/2017
--	-------------	--------------------

caprari**DIMENSIONI**
PumpTutor^{NG}
 NEXT GENERATION

Tensione	400	V	Frequenza	50	Hz	Portata	115 l/s	Prevalenza	8 m
Potenza	13	kW	No. poli	6		Modello	KCM200PD+013062N1		



Dimensioni [mm]

A	1111	P	10		
B	765	Q	200		
C	615	q2	420		
D	455	R	10		
E	310	r2	200		
e2	4	s2	220		
F	275	T	171		
f2	14	v2	350		
G	340	w2	340		
H	185	x2	480		
J	940	y2	530		
j2	600	z2	1060		
K	655				
L	125				
M	305				
m2	650				
N	635				
n2	310				
O	200				

OFFERTA No. **17-I1EPI-0144 rev. 01**Pos.
1.1Data
26/07/2017

Svuotamento vasca di prima pioggia

La stazione di sollevamento per lo svuotamento della vasca di prima pioggia e il pompaggio delle acque al trattamento di filtrazione a carboni attivi, sarà costituita da n. 1 pompa sommergibile, senza apparati di riserva rispetto alla limitata vita utile dell'impianto, corredata dai relativi accessori elettrici ed idraulici.

L'attivazione di tale apparato avverrà dopo 24 ore dall'ultimo evento meteorico, indipendentemente dalla quota idrica in vasca, mediante timer o PLC di attivazione condizionato da un sensore pioggia. Nella figura seguente si riporta uno schema semplificato della logica di funzionamento del quadro pompe.

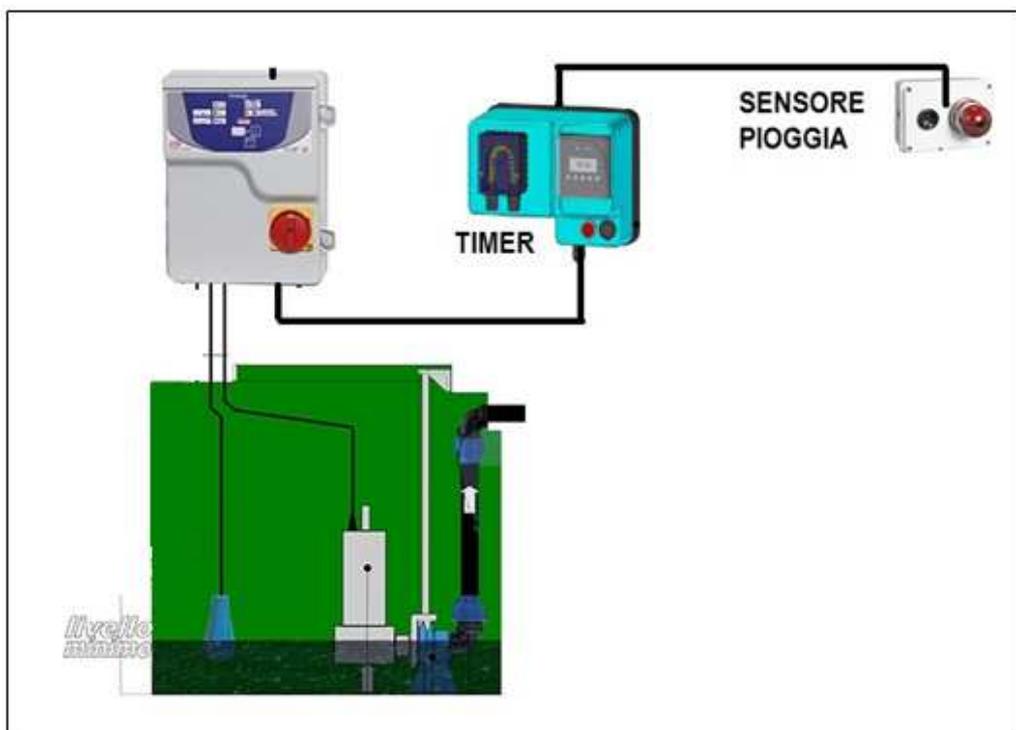


Figura 8 – Schema quadro pompe

Il valore di portata è stato determinato, rispetto allo svuotamento del volume accumulato, pari a circa 100mc, in un tempo non superiore a 24h nelle 24 successive all'ultimo evento meteorico, coerentemente con le prescrizioni delle normative vigenti. La portata ottenuta è circa 1,2 l/s.

Il calcolo della prevalenza dell'impianto è stato effettuato tenendo conto del dislivello geodetico, delle perdite di carico distribuite lungo la condotta e delle perdite di carico previste nella fase di trattamento con filtro a carboni attivi (1,5 ÷ 3 bar).

Per la portata unitaria stabilita di circa 1,2 l/s e la prevalenza totale calcolata di circa 30 m, è stata valutata una macchina della potenza nominale di circa 3 kW. Si riportano di seguito le specifiche tecniche di tali apparati, rispetto al punto di lavoro individuato relativo alla prevalenza d'impianto.

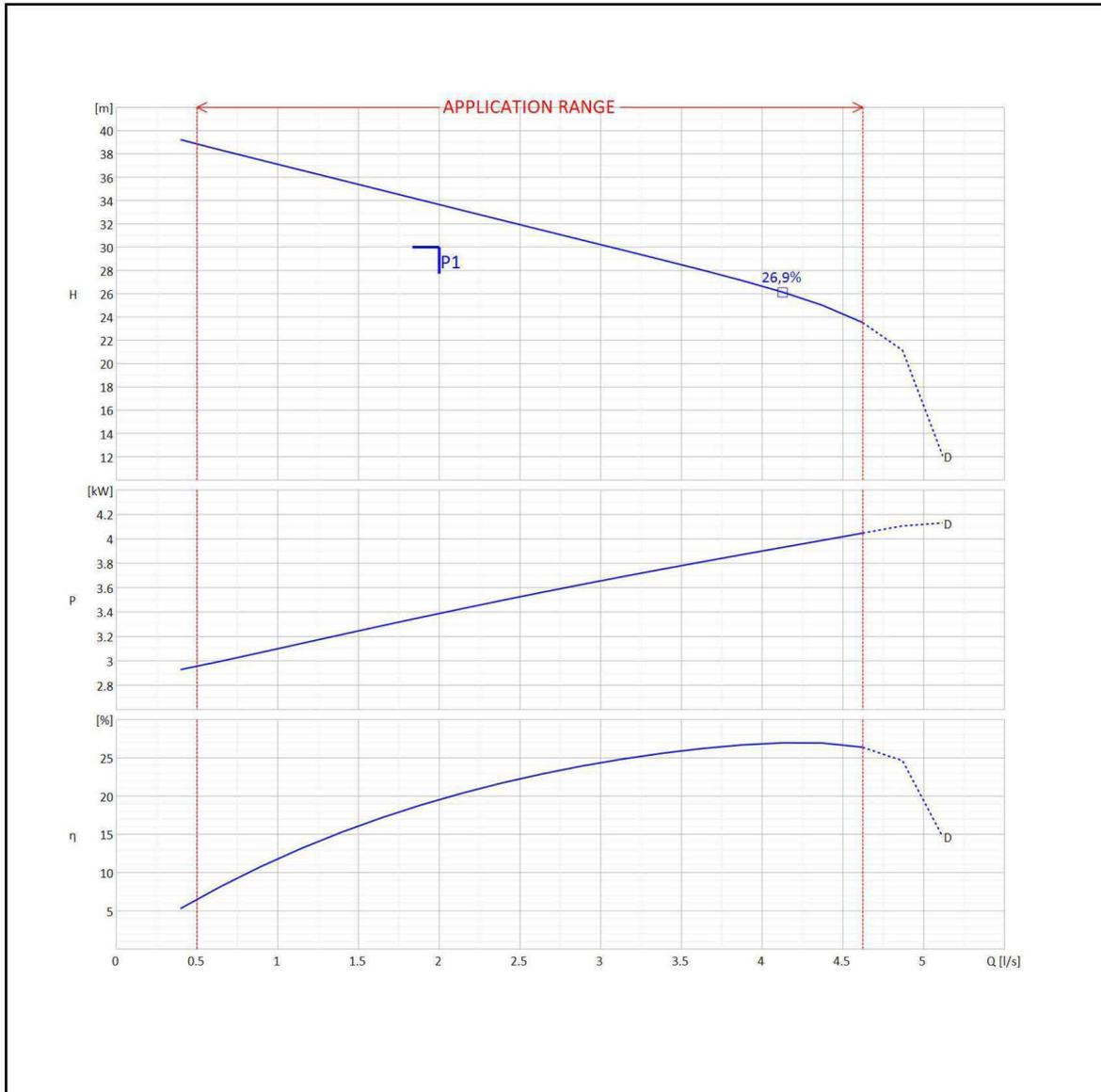
L'esercizio di tale apparato dovrà essere gestito tramite un opportuno sistema di controllo, automatizzato e/o manuale, interfacciato con sensori di pioggia e di livello in vasca, programmato in modo tale da minimizzare eventuali apporti in vasca di volumi successivi a quelli strettamente di prima pioggia durante la fase di svuotamento della vasca.



CURVE DI PRESTAZIONE



Tensione	400	V	Frequenza	50	Hz	Portata	2 l/s	Prevalenza	30 m
Potenza	4	kW	Nro. poli	2		Modello	KCT040HD+004021N1		



DATI FUNZIONAMENTO - ISO 9906:2012 3B -

Q [l/s]	H [m]	P [kW]	η [%]	NPSH [m]	Velocità [1/min]
2	33,6	3,4	19,46	****	****
3,1	30	3,7	24,48	****	****

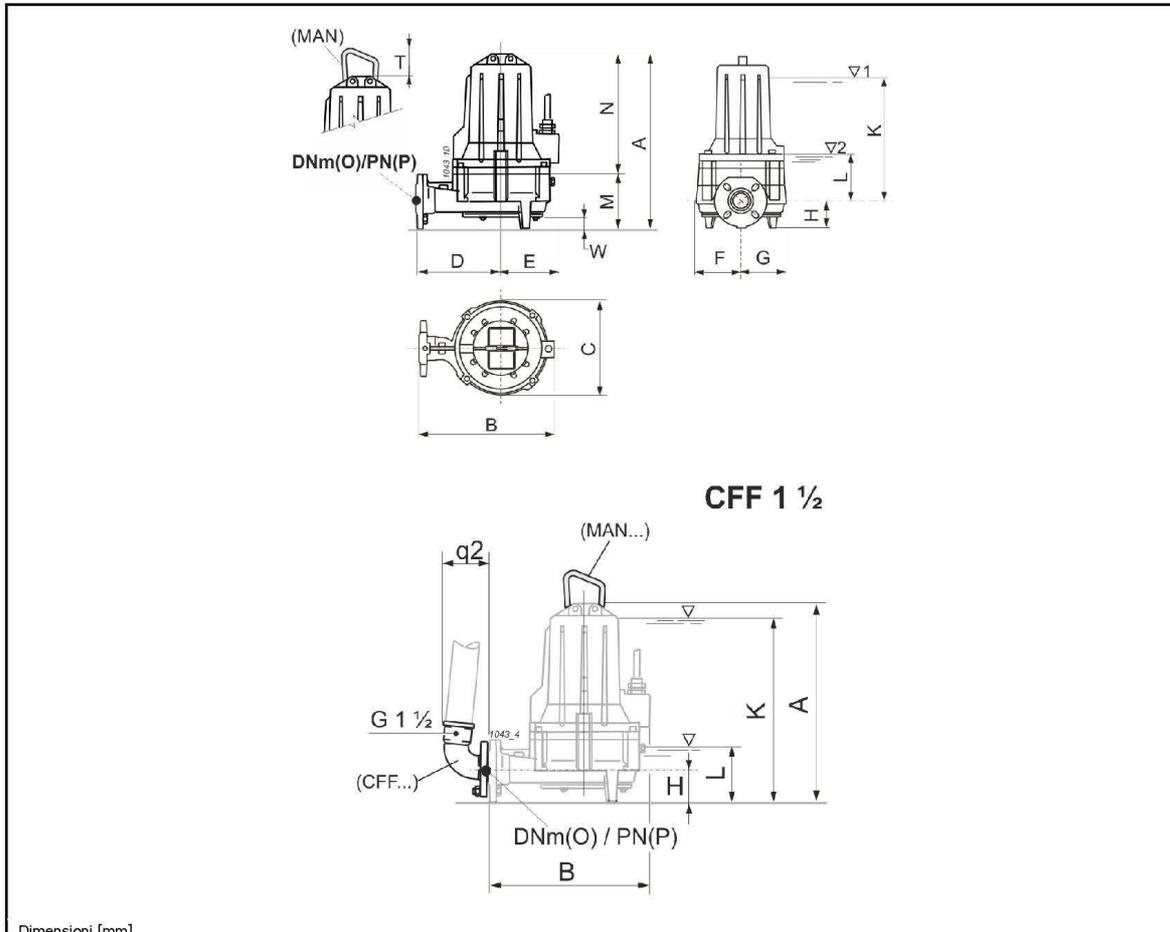
OFFERTA No. 17-I1EPI-0144 rev. 01	Pos. 2.1	Data 26/07/2017
--	-------------	--------------------



DIMENSIONI



Tensione	400	V	Frequenza	50	Hz	Portata	2 l/s	Prevalenza	30 m
Potenza	4	kW	No. poli	2		Modello	KCT040HD+004021N1		



Dimensioni [mm]

A	460			
B	401			
C	291			
D	240			
E	161			
F	145,5			
G	145,5			
H	73			
J	-			
K	317			
L	49			
M	120			
N	340			
O	40			
P	6			
q2	110			
T	125			
W	27			

OFFERTA No. 17-I1EPI-0144 rev. 01	Pos. 2.1	Data 26/07/2017
--	-------------	--------------------