



# COMUNE DI MERONE

PROVINCIA DI COMO

## Affinamento depurativo a valle del depuratore In Comune di Merone (CO)

LIFE11 ENV/IT/004



**fondazione  
cariplo**



**Regione  
Lombardia**



## PROGETTO DEFINITIVO

### DISCIPLINARE DESCRITTIVO PRESTAZIONALE

Capofila progetto:



**IRIDRA S.r.l.**

Via La Marmora, 51 50121 FIRENZE  
tel. 055470729 - fax 055475593  
Email: iridra@iridra.com - www.iridra.com

In A.T.I. con:



COMMITTENTE:



**PARCO REGIONALE DELLA  
VALLE DEL LAMBRO**  
20844 Truggio (MB) - Via Vittorio Veneto, 19

3	
2	
1	
REV.	DESEGNAZIONE DELLA VERSIONE

N. ELABORATO

N. TAVOLA

**E1 01.2**

REDATTO:

Geom. Ivano Filippini

VERIFICATO:

dott.ing. Nicola Martinuzzi

DATA: OTTOBRE 2014

PROGETTISTI:

Dott. ing. Nicola Martinuzzi  
Dott. ing. Riccardo Bresciani  
Dott. ing. Giuliano Trentini  
Dott. Ing. Denis Cerlini  
Dott. agr. Giordano Fossi  
Dott. Giulio Conte

COORDINAMENTO PROGETTUALE

Dott. ing. Nicola Martinuzzi

IL DIRETTORE TECNICO:

Dr. Fabio Masi

COLLABORATORI:

Ing. Marina Simonetti, Ing. Roberta Romiti  
Ing. Alessandro Balbo, Ing. Paolo Arcuri  
Geol. Stefano Frati, Arch. Barbara Bonadies



*Denis Cerlini*

## Indice della Relazione

<b>1. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE .....</b>	<b>3</b>
1.1 DESCRIZIONE SOMMARIA .....	3
1.2 TRATTAMENTI PRELIMINARI .....	4
1.2.1 Stazione di sollevamento iniziale .....	4
1.2.2 Grigliatura .....	11
1.2.1 Dissabbiatore aerato .....	12
1.3 TRATTAMENTO SECONDARIO TRAMITE FITODEPURAZIONE .....	15
1.3.1 Stazione di sollevamento per alimentazione vasche di fitodepurazione .....	15
1.3.2 Sistema di fitodepurazione aerato .....	19
1.3.3 Sistema di aerazione dei letti .....	26
1.3.4 Sistema a flusso libero .....	30
1.3.5 Movimenti terra per la formazione delle vasche .....	31
1.3.6 Tubazioni e pezzi speciali .....	31
1.3.7 Pozzetti .....	34
1.4 OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE .....	34
1.4.1 Opere in massi naturali .....	34
1.4.2 Geotessili in tessuto non tessuto .....	35
1.4.1 Realizzazione di fascia ripariale .....	36
1.4.2 Altre opere di ingegneria naturalistica .....	37
1.5 REGOLAZIONE E MONITORAGGIO .....	38
1.5.1 Sensore di ossigeno .....	38
1.5.2 Campionatori automatici .....	39
1.5.3 Misuratori di portata in uscita .....	40
1.5.4 PLC generale di controllo .....	40
1.6 OPERE ACCESSORIE .....	42
1.6.1 Collegamenti elettrici .....	42
1.6.2 Locale tecnico per trasformazione media-bassa tensione .....	43
1.6.3 Box ricovero attrezzi, campionatore e misuratore in uscita .....	55
1.6.4 Opere accessorie e arredo a verde .....	56

## 1. DISCIPLINARE DESCRITTIVO E PRESTAZIONALE

### 1.1 DESCRIZIONE SOMMARIA

Il sistema di trattamento prevede il seguente schema:

- stazione di sollevamento, necessaria per realizzare i pre-trattamenti ad una quota di maggiore sicurezza e per l'attraversamento della tubazione di scarico del depuratore senza ricorrere a sifoni; portata massima 1440 m<sup>3</sup>/h;
- grigliatura medio-fine (maglia 6 mm) delle acque di pioggia mediante due filtro-coclea di capacità massima 200 l/s in parallelo installate su due canali in cemento armato, oltre ad un canale di emergenza provvisto di griglia manuale; ogni canale è selezionabile a mezzo di paratoie manuali;
- Dissabbiatura mediante n°2 dissabbiatori longitudinali aerati in parallelo dimensionati su 200 l/s cadauno, muniti di coclee per l'estrazione, la disidratazione e la compattazione delle sabbie;
- Stazione di sollevamento delle acque di prima pioggia (munita di 4 pompe da 100 l/s ognuna con mandata separata e collegata ad un bacino di fitodepurazione, Q<sub>max</sub> 400 l/s) per alimentazione del sistema di fitodepurazione a flusso sommerso verticale aerato;
- sistema di fitodepurazione a flusso sommerso verticale aerato, modificato per acque di pioggia, di estensione pari a 4000 m<sup>2</sup> e suddiviso in due bacini da 2000 m<sup>2</sup>, a sua volta suddivisi in due settori da 1000 m<sup>2</sup>;
- sistema di fitodepurazione a flusso libero da 1500 m<sup>2</sup> avente anche la funzione di favorire l'inserimento paesaggistico e la creazione di biotopi umidi ad elevata biodiversità, collegabile ai percorsi di fruizione della zona.

Sono inoltre previsti nel progetto:

- messa in sicurezza idraulica e controllo dell'erosione della sponda dx del Lambro lungo l'area di intervento, mediante opere di ingegneria naturalistica quali scogliere rinverdate, mantellate o palizzate vive;
- messa in sicurezza idraulica e controllo dell'erosione del nuovo argine a protezione delle vasche di filtrazione, mediante scogliere, nei tratti maggiormente sottoposti a sollecitazione;
- opere di ripulitura, riqualificazione e potenziamento della fascia ripariale mediante inserimento di specie idonee, con l'obiettivo anche di compensare le superfici di bosco interessate dai lavori, e la creazione di un bosco didattico;
- locale tecnico per ospitare cabina di trasformazione da bassa a media tensione, quadri elettrici, interfaccia di controllo PLC
- tettoia per copertura compressori e quadri elettrici locali
- installazione campionatori automatici e misuratori di portata in uscita; in ingresso sono già presenti e andranno collegati al PLC; la portata inviata a trattamenti preliminari e compressori verrà invece contabilizzata a partire dai tempi di funzionamento delle pompe tramite il PLC
- bacheche didattiche educative;
- percorsi pedonali in terra battuta e/o ghiaia per consentire la fruizione dell'area.

## **1.2 TRATTAMENTI PRELIMINARI**

### **1.2.1 Stazione di sollevamento iniziale**

La stazione di pompaggio iniziale è prevista in quanto la tubazione di sfioro è posta ad una quota molto bassa e non è possibile alzarsi in modo significativo a meno di non rigurgitare a monte la fognatura di arrivo (che oltretutto funziona già in condizioni di rigurgito quando le pompe di sollevamento non riescono a smaltire l'intera portata, il livello sale e si innesca lo sfioro) e realizzare ingenti opere civili.

La tubazione di sfioro è costituita da un tubo in cls di diametro 1400 mm posto con il fondo tubo a quota 241.00 circa; la soglia di stramazzo della vasca di sollevamento è posta a quota 242.55.

Inoltre si segnala anche la presenza della tubazione di scarico del depuratore sul tragitto della tubazione di collegamento con i trattamenti successivi previsti, posta anch'essa a quota 241.00 e costituita da una tubazione DN1000. L'attraversamento comporterebbe quindi un sifonamento, a meno di non rigurgitare ulteriormente la tubazione di sfioro, che potrebbe provocare problemi manutentivi soprattutto se a monte dei trattamenti preliminari.

Un altro problema è costituito dalla realizzazione dei trattamenti preliminari ad una quota di arrivo così bassa; anche supponendo di rigurgitare la fognatura di 1.5 metri (cioè fino alla quota della soglia attuale, il piano di calpestio del dissabbiatore, per consentire l'estrazione delle sabbie, dovrebbe trovarsi a quota 242.00, quindi circa 2-2.5 metri al di sotto dell'attuale quota del piano di campagna.

Considerando anche la presenza della falda, posta a quota 241.10 nella zona a nord, questo porterebbe a serie difficoltà sia realizzative che operative, con un significativo aumento dei costi.

Si è prevista quindi una stazione di sollevamento costituita da un manufatto in cemento armato realizzato ad elementi prefabbricati, di dimensioni interne in pianta 10,00 x 6,00 m per 4,60 m di altezza, chiuso mediante soletta in cls di spessore 25 cm.

#### **Opere civili**

Per la sua esecuzione si ricorrerà a elementi prefabbricati in cemento armato. La vasca verrà realizzata a partire dall'assemblamento di moduli perimetrali i, da installare con interrimento completo, di modo da ottenere una pianta rettangolare con le dimensioni utili di progetto. Prima della posa dei manufatti si realizzerà un materasso di appoggio in ghiaia dello spessore minimo di 20 cm, su cui verrà poggiata una platea di fondazione in cemento armato di altezza minima 25 cm,  $R_{ck} > 200 \text{ Kg/cm}^2$ , acciaio di armatura FeB44K, rete elettrosaldata  $F_{yk} > 4000 \text{ Kg/cm}^2$   $F_{tk} > 5000 \text{ Kg/cm}^2$ ; la copertura, di spessore 30 cm, è costituita da lastre alveolari autoportanti precomprese (sovraccarico max = 2000 daN/mq).

La vasca sarà impiantata con pavimentazione in calcestruzzo e sarà rivestita con doppia mano di vernice epossidica bicomponente.

Per arrivare al piano di campagna saranno previsti opportuni torrini di ispezione realizzati mediante anelli prefabbricati 0.8x0.8 m (o circolari DN800) provvisti di scale alla marinara in acciaio Inox e chiusino in ghisa sferoidale C250 DN600 in coincidenza della tubazione di arrivo e del troppo pieno di uscita; mentre in coincidenza di ogni pompa sarà previsto torrino di estrazione ad anelli prefabbricati quadrato 1x1 m, ognuno chiuso mediante

telaio in ferro zincato a caldo chiudibile con portellone a due ante munito di maniglia realizzato in ferro zincato a caldo e striato, secondo norma UNI EN 3151.

Per l'estrazione delle pompe, dovrà essere garantito di fronte ai torrini di estrazione idoneo spazio di manovra per mezzo dotato di dispositivo di sollevamento meccanico.

Il fondo è modellato con una pendenza del 5% verso le pompe (disposte sul lato più stretto), in modo da garantire il deflusso delle acque verso di esse; le pompe sono alloggiare all'interno di una sede ribassata 50 cm rispetto al fondo vasca tramite scalino di larghezza 3 m, in cui sono installati i piedi di accoppiamento.

La tubazione di troppo pieno sarà connessa alla tubazione esistente di scarico nel Lambro e sarà posta ad una quota di stramazzo uguale alla soglia esistente nello sfioratore, cioè 242.55; secondo la relazione idraulica tale livello corrisponde ad un  $T_r=200$  anni del Fiume Lambro, il che ci cautele contro eventuali risalite dell'acqua del fiume e permette di evitare l'installazione del clapet. La soglia di stramazzo avrà una lunghezza pari a 3 m e sarà realizzata mediante una cameretta interna alla stazione di sollevamento, in cui è praticata una fessura di 3 x 1.2 m. Tale soglia entra in funzione solo nel caso la portata in arrivo sia maggiore della portata sollevata dalle pompe e il livello cominci a salire; per portate minori le pompe tengono il livello al massimo 50-70 cm al di sotto di tale soglia limitando i fenomeni di rigurgito a monte.

Durante i lavori, si dovrà mantenere in esercizio tale tubazione per mantenere la funzionalità dello sfioro; si prevedrà quindi l'installazione di due pozzetti a valle e a monte della stazione di sollevamento, di dimensioni interne 1.6x1.6 m ad anelli prefabbricati e di profondità 3 m, a fine lavori il tratto di tubazione esistente sarà chiuso mediante panconi in acciaio inox con guide estraibili e messo in funzione il nuovo collegamento. Al pozzetto di valle è collegata la tubazione proveniente dalla cameretta di calma in cui recapita lo stramazzo.

Per quanto riguarda le opere di fondazione, si riportano le indicazioni contenute nella relazione geologica, rimandando alla fase esecutiva la più precisa definizione delle opere di fondazione e dei calcoli strutturali. Sulla base dei dati ad oggi disponibili si possono riportare le seguenti considerazioni di carattere preliminare, premettendo comunque che a causa dell'ambiente geologico di sedimentazione, tutta la zona è caratterizzata da un alternarsi di lenti/orizzonti a granulometria variabile intercalati tra di loro sia in senso verticale che orizzontale. E' quindi molto probabile che ad uguale profondità si incontrino terreni di natura e comportamento geotecnico differente a distanza di pochi metri. In sede di progetto esecutivo verranno realizzate indagini penetrometriche in corrispondenza del sedime delle nuove strutture che permetteranno di determinare i parametri geotecnici dei terreni di fondazione e di scavo.

Le fondazioni agiranno presumibilmente nell'ultimo livello individuato dal sondaggio effettuato (S1). Questo livello, che si riscontra a partire da circa -3,5 m da p.c. (lungo la verticale di indagine), è costituito da limo argilloso debolmente sabbioso di colore grigio azzurro. L'analisi granulometrica ha fornito le seguenti percentuali: ghiaia = 0% - sabbia = 8,99% limo = 70,73% - argilla = 20,28%. Le indicazioni ricavate dalle misure del pocket penetrometro permettono di definire i terreni come molli/poco consistenti. Il sondaggio realizzato in questa fase, per le sue finalità, non ha in ogni caso indagato molto al di sotto della quota di fondazione.

La vasca è appoggiata su fondazione in cls con doppia rete elettrosaldata di spessore 25 cm. Per eseguire i lavori all'asciutto sarà eseguito un drenaggio delle acque di falda mediante aggettamento con pompa inserita in un pozzo drenante adiacente alla vasca, circondato da ghiaia diametro 3-5 cm. Tale pozzo drenante sarà lasciato in opera, nel caso si dovessero richiedere manutenzioni alla vasca in futuro.

Nell'ipotesi di fondare su questi terreni (ipotesi da verificare con le indagini data la eterogeneità della stratigrafia locale) si ipotizza quanto segue.

- Data la tipologia della fondazione e dell'opera non si prevedono evidenti problematiche per quanto riguarda la portata (teorica) della fondazione; nonostante la presenza della falda e ipotizzando terreni non particolarmente idonei, la tipologia di fondazione (platea) ed il rinterro elevato portano ad ottenere elevati valori di capacità portante.
- L'elemento più limitante che andrà tenuto conto è l'entità dei cedimenti. A causa della granulometria dei terreni fondazionali (elevata presenza di terreni fini) è ipotizzabile un importante cedimento a medio lungo termine. Inoltre non si esclude a priori la possibilità di andare incontro a cedimenti differenziali dovuti a differenti spessori/natura degli orizzonti litologici al di sotto del piano fondazione. Non si esclude quindi la possibilità di dover intervenire con interventi che permettano di uniformare/migliorare i terreni di fondazione (ad es. mediante "bonifica litologica").

Altro fattori da tenere in considerazione sarà la sottospinta idraulica dovuta al fatto che la vasca sarà immersa per circa 1 m in falda. In tal caso si è già valutato preliminarmente che il peso della vasca vuota, della fondazione e della soletta, unito al ricoprimento del terreno al di sopra della vasca, è sufficiente a contrastare la sottospinta

Per quanto riguarda gli scavi, che saranno di notevole entità (5 m), la notevole altezza degli sbancamenti, unitamente alla natura dei terreni interessati dagli stessi (alternanze di terreni grossolani e fini) ed alla logistica dei luoghi (presenza di numerose strutture limitrofe e adiacenti) non permettono di prevedere l'esecuzione di scavi liberi. Dovranno quindi essere realizzate opere preventive di sostegno scavi che andranno adeguatamente progettate e dimensionate sia sulla base del progetto esecutivo, sia dei terreni presenti che della tipologia delle strutture esistenti.

Si ricorda infine che la parte sommitale di terreno potrebbe essere costituita da materiale riportato/rimaneggiato nel tempo in concomitanza delle fasi di ampliamento dell'impianto di depurazione esistente.

### **Opere elettromeccaniche**

Il gruppo di pompaggio ha le seguenti caratteristiche

- N° 3 pompe in parallelo; elettropompe sommergibili centrifughe tipo ITT Flygt serie N o similari, a canale autopulente semiaperto, installazione semipermanente sommersa.

Prestazioni (riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.1) nel punto di lavoro offerto con girante di diametro 315 mm

- Portata : 135 l/s
- Prevalenza: 6.5 m
- Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt 50 Hz 6 poli
- Isolamento/protezione: classe H (+180 °C) / IP 68

- Potenza nominale: 22 kW
- Corrente nominale: 44 A
- Corrente di spunto: 225 A
- Velocità nominale: 970 l/min
- Avviamento: stella/triangolo
- Raffreddamento: diretto dal liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati: max. temperatura statore acqua in camera di ispezione

Materiali

- Fusioni principali: in ghisa
- Girante: in ghisa grigia, parzialmente indurita
- Albero: acciaio inox
- Tenuta meccaniche: in carburo di tungsteno tipo "Plug in"

Ogni elettropompa del peso di circa 530 kg è completa di:

- Piede di accoppiamento automatico da fissare sul fondo vasca con scalino, con curva flangiata UNI PN 10 DN 200, completo di tasselli di fissaggio e portaguide;
- Catena per il sollevamento in acciaio zincato m. 10
- Cavo elettrico sommergibile, lunghezza m. 10 di potenza adeguata
- Rilevatore di anomalie da montare nel quadro elettrico

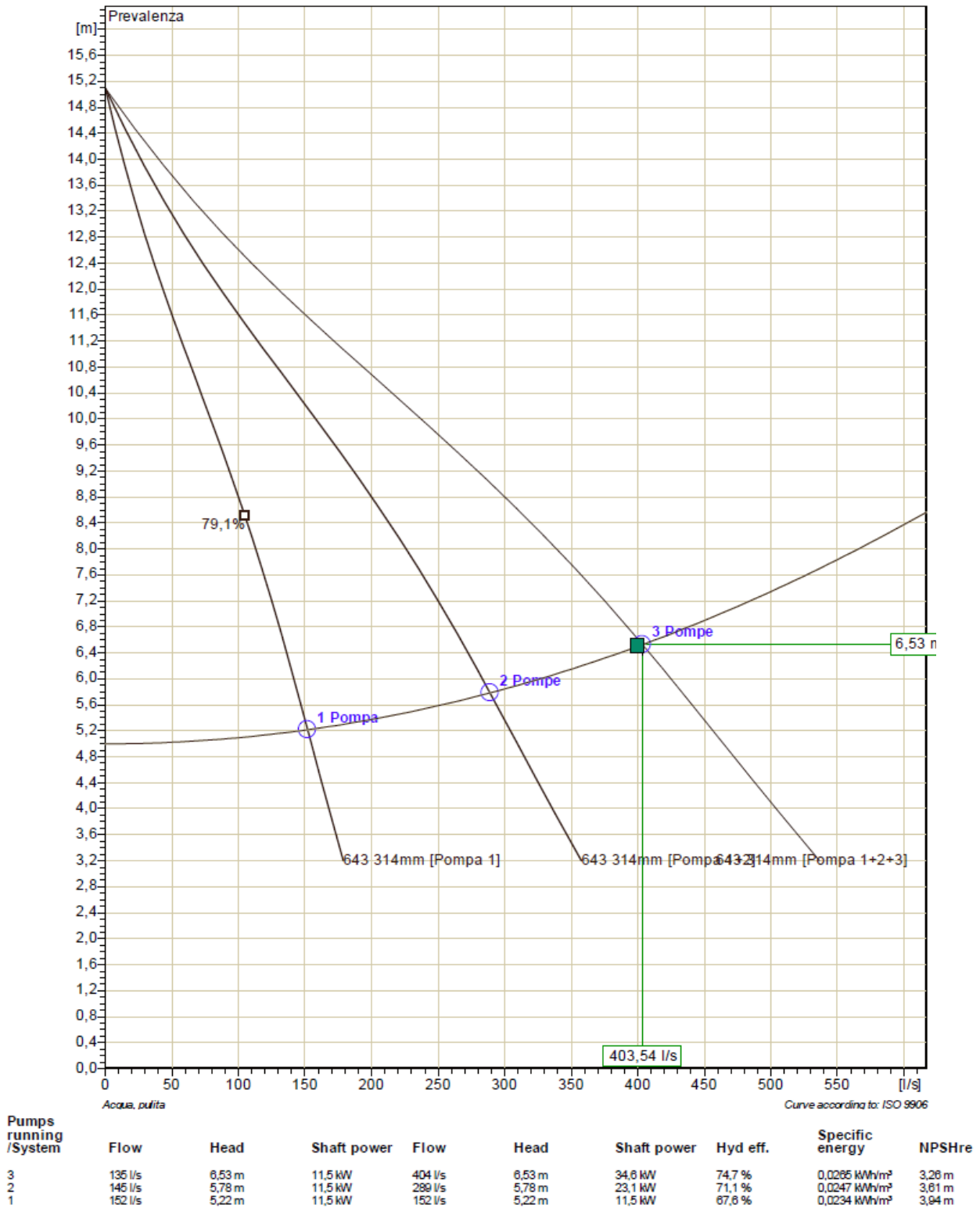


Figura 1 – Punti di lavoro delle 3 pompe e potenze assorbite



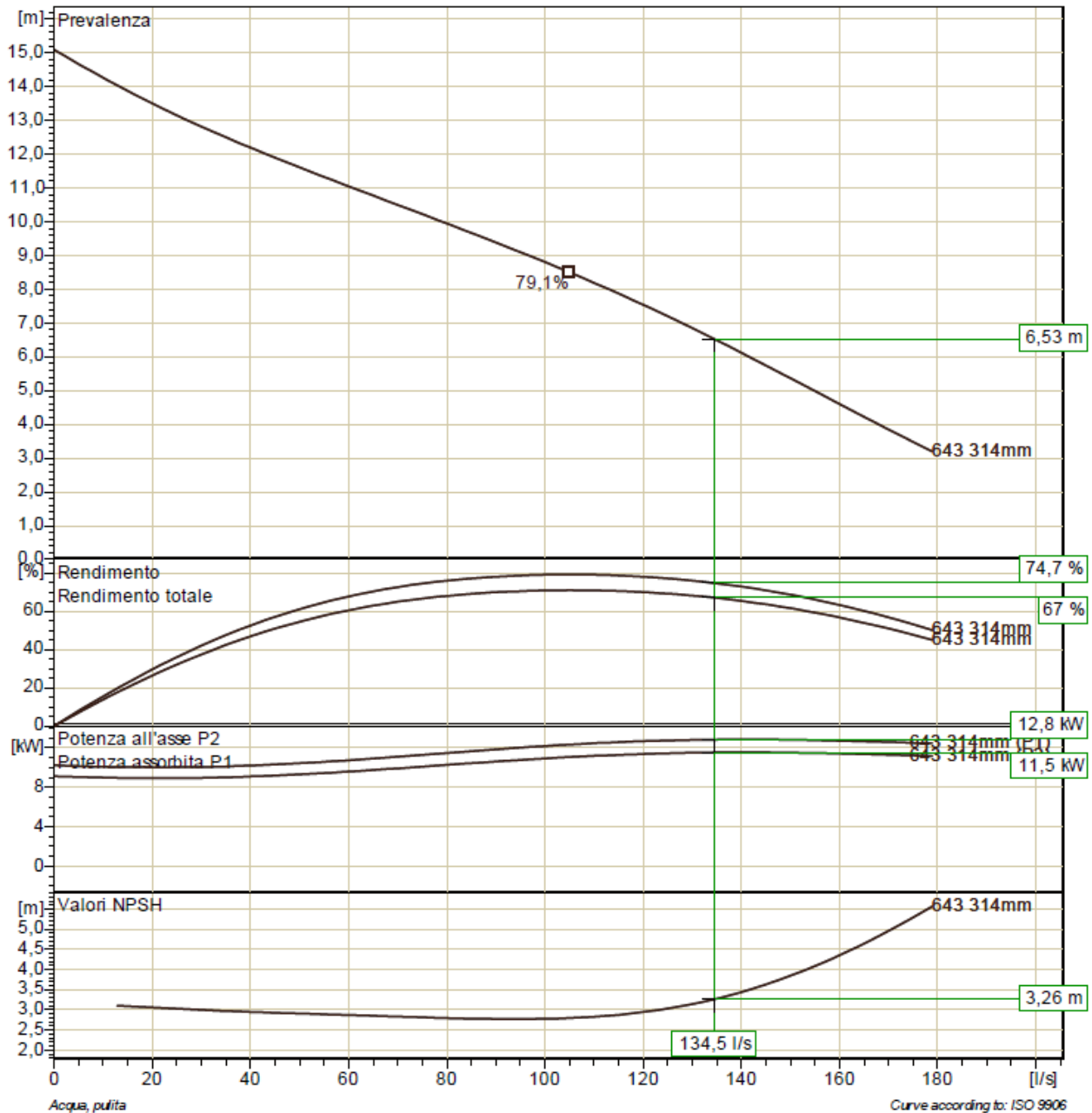


Figura 2 – Curve caratteristiche della pompa

Il gruppo di pompaggio è controllato mediante Quadro elettrico speciale trifase per n. 3 pompe da 22 kw, avviamento Y/D con cls, allarme max livello, in cassa per esterno grado di protezione IP65, fissaggio a terra su telaio. il quadro a norme CEI sarà completo di:

- sezionatore generale con blocco porta;
- n.ro 1 teleruttore con relativo relè termico;
- n.ro 3 contaore;
- n.ro 3 amperometro analogico;
- n.ro 3 Voltmetro analogico;
- n. ro 3 selettori man-0-aut;
- n.ro 3 spia di marcia;
- n.ro 3 spia di blocco termico;

- n.ro 1 sirena acustico-visiva IP 30 con relativo interruttore di tacitazione, entrerà in funzione in caso di blocco termico pompa;
- materiale vario per cablaggi interni (q.b.);
- impianto di messa a terra;
- schemi elettrici per collegamenti-installazione.

Il quadro è collegato al PLC di controllo generale del sistema di trattamento, al quale invierà i dati di funzionamento delle pompe; il PLC in base al tempo di funzionamento di 1-2-3 pompe nelle varie configurazioni calcolerà la portata istantanea inviata ai pre-trattamenti

L'avvio e l'arresto delle pompe è comandato mediante n° 4 regolatori di livello a variazione di assetto completo di m. 13 cavo elettrico (un deviatore incorporato in un involucro stagno in materiale sintetico pende libero appeso ad un cavo elettrico. Quando il liquido sale o scende fino al regolatore, questo cambia assetto (verticale/orizzontale) chiudendo o aprendo il contatto del deviatore.

Il primo regolatore più in basso, a 20 cm dal fondo della vasca, il secondo galleggiante comanda l'avvio della pompa n°1, il terzo la pompa n°2, il quarto la pompa n°3.

#### Dati Tecnici

- Temperatura: min 0°C max 60°C
- Peso specifico del liquido: min 0,95 kg/dmc max 1,10 kg/dmc
- Profondità di immersione: max 20 m
- Potere d'interruzione: AC, carico resistivo 250 V 16 A AC, carico induttivo 250 V 4 A cos $\phi$  0,5 DC 30 V 5 A

#### Materiali

- Corpo: polipropilene
- Manicotto di protezione cavo : gomma EPDM
- Cavo : PVC o gomma neoprene

In alternativa, potrà essere previsto un misuratore di livello piezoresistivo, installato all'interno di tubo di protezione verticale in PVC staffato alla parete della vasca; il sensore sarà posizionato a circa 30 cm dal fondo, nello scalino di alloggiamento pompe e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Sensore di livello piezoresistivo tipo DS 10/mA

Materiale: PVC e silicati

Costruzione: a tenuta di gas e acqua

Campo di misura DS 10/mA: 0 - 10 metri di colonna d'acqua

Sovrapressione ammessa: 3 volte il valore massimo nominale

Temperatura di esercizio: da - 20°C a + 60°C

Lunghezza del cavo: 10 metri (fornito fino a 50 metri di lunghezza)

Tipo di cavo: ventilato armato

Segnale di uscita: 4 - 20 mA

Protezione a transienti: 10 KV

Precisione complessiva:  $\pm 0,25$  % del fondo scala

Compensazione termica: fra 0°C e + 50°C

Ogni pompa è dotata di condotta di mandata DN200 in acciaio Inox AISI 304, sulla quale è montata in orizzontale una valvola di ritegno in ghisa DN200 ed una saracinesca in ghisa DN200.

Le mandate sono innestate su di un collettore in acciaio inox AISI 304 DN350, dal quale diparte una tubazione DN350 in acciaio inox, innestata tramite flange di transizione acciaio-Pead e pezzo speciale per allargamento di sezione ad una tubazione in Pead Pn6 DN500.

Le saracinesche sono a tenuta metallica in ghisa grigia a corpo piatto, vite interna a norma UNI 7125, Pressione di esercizio 6 bar, corpo e cuneo in ghisa GG25, albero in acciaio Inox, madrevite e anelli di tenuta in ottone, premistoppa in acciaio al carbonio con tenuta a baderna teflonata, flangiata e forata a norme UNI 2277 - PFA 10, pressioni nominali e di prova a norme UNI 1284. Pressione di esercizio PFA 6 (0,6 MPa).

Le valvole di ritegno sono a sfera mobile per liquami fognari e viscosi: corpo e coperchio di ispezione in ghisa GL25 per diametri fino al 125, in ghisa sferoidale GS400 per i diametri superiori, sfera in alluminio rivestita in elastomero NR, guarnizione in elastomero NBR, bulloni in acciaio zincato, flangiata e forata a norme UNI EN 1092-1; pressione massima di esercizio 10 bar (1 MPa). Diametro Nominale 200 mm.

### **1.2.2 Grigliatura**

La tubazione in Pead DN600 arriva in una prima camera di calma, provvista di soglia stramazzante in 3 canali muniti di panconature manuali in acciaio inox AISI 304, dotate di maniglia di manovra. Un canale è di emergenza e contiene installata una griglia manuale inclinata in acciaio Inox Aisi304, con spaziatura delle barre 2 cm.

I canali sono realizzati in opera; la larghezza di ogni canale è pari a 1.2 m; le panconature sono di dimensioni 1x1 m e scorrono mediante delle guide verticali, permettendo di chiudere o aprire il canale.

Normalmente sarà chiuso solo il pancone relativa alla griglia manuale; negli altri due canali sono installati n°2 filtri a coclea, che garantiscono il trattamento di grigliatura automatica.

La griglia fine è costituita da un cestello fisso e un pettine rotante con coclea coassiale di asportazione, lavaggio e compattazione del grigliato prima dello scarico di quest'ultimo in apposito cassonetto.

Le acque in arrivo fluiscono all'interno della gabbia cilindrica inclinata di 35° sull'orizzontale e, attraverso le luci libere tra le barre, passano allo stadio successivo. Il pettine rotante è normalmente fermo e, solo quando il massimo intasamento determina un aumento della perdita di carico oltre i limiti impostati, compie una rotazione solidamente con la coclea coassiale, raccogliendo i solidi trattenuti e facendoli cadere, nella tramoggia della coclea.

I solidi, durante il trasporto con la coclea, dalla tramoggia di raccolta alla camera di pressione, vengono lavati tramite appositi ugelli.

Un particolare sistema di controlavaggio a pressione durante la rotazione, garantisce inoltre la costante perfetta pulizia dei denti del pettine rotante da qualsiasi tipo di solidi.

Il lavaggio del grigliato, e la compattazione dello stesso prima dello scarico, minimizzano inoltre la possibilità di spandimenti di liquami e/o cattivi odori.

Il filtro coclea scelto deve rispondere ai seguenti requisiti minimi:

- struttura portante in acciaio inox AISI 304L sottoposta per intero, prima dell'assemblaggio, ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata
- parte filtrante in lamiera forata in acciaio inox AISI 304L da 6 mm, sottoposta per intero, prima dell'assemblaggio, ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata
- coclea per la movimentazione in acciaio bonificato di grosso spessore, collegata ad un motoriduttore ad assi ortogonali del tipo a vite senza fine. La coclea, appoggiata su piatti di strisciamento ricambiabili in materiale antiusura, gira sul suo asse per azione del motoriduttore generando i processi di pulizia della parte filtrante, trasporto e compattazione del grigliato.
- Portata in acqua pulita 200 l/sec
- Spaziatura 6 mm
- Diametro cestello filtrante 1200 mm
- Inclinazione della macchina rispetto all'orizzontale 35 °
- Grado di compattazione del grigliato 35 %SS
- Altezza di scarico del grigliato 2.8 m rispetto al fondo del canale
- Larghezza di ingombro 1200 mm
- Lunghezza totale lungo l'asse della macchina 5.4 m
- Lunghezza di ingombro 4,8 m
- Diametro coclea 273 mm
- Potenza del motore elettrico 1,5 kW
- Tensione di alimentazione trifase 50 Hz 400 V
- Giri al minuto della coclea 8,3 n°/min
- Protezione del motore IP 65

Accessori inclusi:

- barra di lavaggio per il pettine rotante;
- attacco rapido per l'acqua tecnica di contro lavaggio;

Per il controllo della griglia è previsto un quadro elettrico di comando, protezione IP55, in acciaio verniciato a polvere, contenente tutti i componenti indispensabili al funzionamento automatico di ciascuna griglia, PLC Siemens, visualizzazione interfaccia macchina utente polifunzionale, interruttore elettro-pneumatico differenziale di livello assoluto, teleruttori, limitatore di coppia, spie e pulsanti (o selettori) di marcia e arresto, interruttore generale, sicurezze magnetotermiche, morsettiera comprendente contatti privi di potenziale per la segnalazione a distanza dello stato di funzionamento, predisposizione segnale acquisizione consenso a partire da pompe di alimentazione, interruttore a chiave per l'abilitazione all'esercizio, selettore AVANTI – 0 – INDIETRO, tasto a fungo STOP EMERGENZA.

Il tutto sarà eseguito nel rispetto delle norme CEI - IEC e secondo la regola dell'arte; la griglia sarà inoltre collegata al PLC di gestione generale dell'impianto.

Dovrà essere previsto un allaccio alla fornitura di acqua per la connessione con la barra di lavaggio, tale da garantire una portata di almeno 5 l/s.

### **1.2.1 Dissabbiatore aerato**

Successivamente le acque di prima pioggia raggiungono un dissabbiatore avente la funzione di sedimentare le sabbie e le particelle medio-fini veicolate in periodo di pioggia

dalla fognatura e che altrimenti ridurrebbero i volumi utili di trattamento dello stadio successivo.

Il dissabbiatore è costituito da una vasca prefabbricata interrata in acciaio Inox ed è composto dalle seguenti fasi:

- dissabbiatore longitudinale composto a sua volta da: vasca di calma per la sedimentazione di sabbie ed altre sostanze grossolane; coclea longitudinale per il convogliamento delle sabbie in un apposito pozzetto di raccolta;
- coclea elevatrice inclinata per l'asportazione, la classificazione e l'asciugatura delle sabbie stesse;
- sistema d'aerazione integrato per la flottazione dei grassi presenti nel refluo.

Il tutto è alloggiato in uno speciale contenitore completamente chiuso per preservare l'ambiente da eventuali emissioni di liquami e/o cattivi odori.

Il refluo, per gravità, è alimentato attraverso la bocca d'ingresso (manicotto aperto) all'interno del contenitore. Qui è sottoposto ad una fase di calma, che favorisce la sedimentazione delle sabbie e, la flottazione delle sostanze più leggere. Le sabbie sedimentate, tramite una coclea orizzontale, sono convogliate in un pozzetto di raccolta, dove una seconda coclea inclinata provvede all'allontanamento, alla classificazione ed all'asciugatura delle stesse, prima di depositarle all'esterno in un apposito cassonetto.

L'impianto compatto per la dissabbiatura e classificazione delle sabbie in pre-trattamento di acque reflue è costituito da:  
dissabbiatore longitudinale, coclea d'asporto longitudinale e coclea classificatrice per l'estrazione delle sabbie separate.

Caratteristiche tecniche (per ciascuna macchina):

versione impianto per interramento

portata 200 l/s

Grado di separazione sabbia con granulometria  $\geq 0,2$  mm fino a 90 %

Coclea d'asporto longitudinale:

- lunghezza 13300 mm
- diametro 219 mm
- potenza del motore elettrico 0,55 kW
- tensione di alimentazione (trifase) 50 Hz 400 V
- giri al minuto della coclea 5,6 n°/min
- protezione del motore IP 65

Coclea classificatrice:

- lunghezza 7400 mm
- diametro 219 mm
- inclinazione rispetto all'orizzontale 35 °
- potenza del motore elettrico 1,1 kW
- tensione di alimentazione (trifase) 50 Hz 400 V
- giri al minuto della coclea 11,5 n°/min
- protezione del motore IP 65

Soffiante per l'aerazione del dissabbiatore, completa di tubazioni di gomma per il collegamento della soffiante alla distribuzione dell'aria fino a 20 metri:

- tipo soffiante rotativa lamellare
- portata d'aria 58,0 m<sup>3</sup>/h

- potenza del motore elettrico 2,2 kW
- tensione di alimentazione (trifase) 50 Hz 400 V
- protezione del motore IP 55

L'impianto comprende inoltre:

- flangia d'ingresso DN 500 PN 10;
- flangia di scarico DN 600 PN 10;
- copertura non calpestabile;
- scivolo di scarico sabbie.

Misure d'ingombro:

larghezza 1792 mm

altezza 4443 mm

lunghezza (compresi i manicotti) 14010 mm

La macchina (tranne i motoriduttori) è costruita interamente in acciaio inossidabile 1.4307 (AISI 304L) equivalente o superiore, compresa la coclea di trasporto con albero, ed è sottoposta per intero, prima dell'assemblaggio, ad un idoneo trattamento di decapaggio a bagno in soluzione acida, seguito da un trattamento di passivazione in atmosfera controllata.

La macchina è comandata tramite Quadro elettrico di comando, protezione IP55 in acciaio verniciato a polvere, contenente tutti i componenti indispensabili al funzionamento automatico di ciascuna Ro6, PLC Siemens, visualizzazione interfaccia macchina utente polifunzionale: teleruttori, limitatore di coppia, spie e pulsanti (o selettori) di marcia e arresto, interruttore generale, sicurezze magnetotermiche, morsettiera comprendente contatti privi di potenziale per la segnalazione a distanza dello stato di funzionamento. Il tutto sarà eseguito nel rispetto delle norme CEI - IEC e secondo la regola dell'arte. Scatola di comando locale per l'azionamento del dissabbiatore con lavaggio in funzione manuale, che comprende: interruttore a chiave per l'abilitazione all'esercizio, selettore AVANTI – 0 – INDIETRO, tasto a fungo STOP EMERGENZA.

La macchina sarà inoltre collegata al PLC di gestione generale dell'impianto.

La vasca dovrà essere appoggiata su platea di fondazione di spessore 25 cm armata con doppia rete elettrosaldata; i rinfilanchi saranno eseguiti con terreno sabbioso seguendo le indicazioni della ditta fornitrice.

Per quanto riguarda gli scavi, che saranno di entità al massimo di 2,5-3 msi evidenzia quanto segue.

- Premesso che sarà necessario verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, si può comunque ipotizzare che eventuali scavi liberi possano essere realizzati mantenendo fronti secondo adeguate inclinazioni (max. 45°).
- Gli scavi saranno interessati da un battente idrico, variabile in relazione alla variazione della falda, ma la falda dovrebbe trovarsi al di sotto della quota di scavo o comunque con presenza di acqua trascurabile se si effettua i lavori in stagioni secche o non successive ad eventi piovosi consistenti.

### **1.3 TRATTAMENTO SECONDARIO TRAMITE FITODEPURAZIONE**

#### **1.3.1 Stazione di sollevamento per alimentazione vasche di fitodepurazione**

La stazione di pompaggio è necessaria per assicurare una buona distribuzione dell'acqua al di sopra dei filtri a flusso verticale, massimizzando le rese depurative; allo stesso tempo è necessaria in quanto i filtri a flusso verticale sono stati posizionati ad una quota più alta in modo da garantirne la protezione idraulica contro fenomeni esondativi, e non risulta possibili alimentarli per gravità.

La tubazione in arrivo dai trattamenti preliminari è in PEAD DN800.

La tubazione di troppo pieno sarà connessa a nuova tubazione di scarico nel Lambro, dotata di dispositivo a clapet per tubazioni per impedire la risalita delle acque in caso di piena del Lambro.

#### **Opere civili**

Si è prevista una stazione di sollevamento costituita da un manufatto in cemento armato realizzato in opera con elementi prefabbricati, di dimensioni interne in pianta 16,00 x 6,00 m per 2,50 m di altezza, chiuso mediante soletta in cls di spessore 25 cm.

Per la sua esecuzione si ricorrerà a elementi prefabbricati in cemento armato. La vasca verrà realizzata a partire dall'assemblamento di moduli perimetrali i, da installare con interrimento completo, di modo da ottenere una pianta rettangolare con le dimensioni utili di progetto. Prima della posa dei manufatti si realizzerà un materasso di appoggio in ghiaia dello spessore minimo di 20 cm, su cui verrà poggiata una platea di fondazione in cemento armato di altezza minima 25 cm,  $R_{ck} > 200 \text{ Kg/cm}^2$ , acciaio di armatura FeB44K, rete elettrosaldata  $F_{yk} > 4000 \text{ Kg/cm}^2$   $F_{tk} > 5000 \text{ Kg/cm}^2$ ; la copertura, di spessore 30 cm, è costituita da lastre alveolari autoportanti precomprese (sovraccarico max = 2000 daN/mq).

La vasca sarà impiantata con pavimentazione in calcestruzzo e sarà rivestita con doppia mano di vernice epossidica bicomponente.

Per arrivare al piano di campagna saranno previsti opportuni torrini di ispezione realizzati mediante anelli prefabbricati 0.8x0.8 m (o circolari DN800) provvisti di scale alla marinara in acciaio Inox e chiusino in ghisa sferoidale C250 DN600 in coincidenza della tubazione di arrivo e del troppo pieno di uscita; mentre in coincidenza di ogni pompa sarà previsto torrino di estrazione ad anelli prefabbricati quadrato 1x1 m, ognuno chiuso mediante telaio in ferro zincato a caldo chiudibile con portellone a due ante munito di maniglia realizzato in ferro zincato a caldo e striato, secondo norma UNI EN 3151.

Per l'estrazione delle pompe, dovrà essere garantito di fronte ai torrini di estrazione idoneo spazio di manovra per mezzo dotato di dispositivo di sollevamento meccanico.

Il fondo è modellato con una pendenza del 5% verso le pompe (disposte sul lato più stretto), in modo da garantire il deflusso delle acque verso di esse; le pompe sono alloggiate all'interno di una sede ribassata 50 cm rispetto al fondo vasca tramite scalino di larghezza 5 m, in cui sono installati i piedi di accoppiamento.

La vasca è appoggiata su fondazione in cls con doppia rete elettrosaldata di spessore 25 cm.

La vasca è posta per circa 1.2 m immersa nelle acque di falda superficiale. Andrà quindi garantita una idonea fondazione e posa atte a contrastare la sottospinta idraulica, soprattutto quando la vasca è completamente vuota. La vasca è installata ad una profondità di circa 4 m, con un ricoprimento di terreno ulteriore di circa 1.2 m che assieme al peso della vasca e del magrone di fondazione può contrastare senza problemi la sottospinta.

Per eseguire i lavori all'asciutto sarà eseguito un drenaggio delle acque di falda mediante aggettamento con pompa inserita in un pozzo drenante adiacente alla vasca, circondato da ghiaia diametro 3-5 cm. Tale pozzo drenante sarà lasciato in opera, nel caso si dovessero richiedere manutenzioni alla vasca in futuro.

Per quanto riguarda gli scavi, che saranno di entità al massimo di 2,5-3 m si evidenzia quanto segue.

- Premesso che sarà necessario verificare le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati, si può comunque ipotizzare che eventuali scavi liberi possano essere realizzati mantenendo fronti secondo adeguate inclinazioni (max. 45°) e gradonando il fronte con 2 gradoni.
- Gli scavi saranno interessati da un battente idrico, variabile in relazione alla variazione della falda, ma la falda dovrebbe trovarsi al di sotto della quota di scavo o comunque con presenza di acqua trascurabile se si effettua i lavori in stagioni secche o non successive ad eventi piovosi consistenti.

### **Opere elettromeccaniche**

Il gruppo di pompaggio ha le seguenti caratteristiche

- N° 4 pompe indipendenti l'una dall'altra; elettropompe sommergibili centrifughe tipo ITT Flygt serie N o similari, a canale autopulente semiaperto, installazione semipermanente sommersa.

Prestazioni (riferite ad acqua pulita con tolleranze in accordo alla norma ISO 9906/annex A.1) nel punto di lavoro offerto con girante di diametro 315 mm

- Portata : 100 l/s
- Prevalenza: 7.3 m
- Motore elettrico, asincrono trifase, rotore a gabbia, 400 Volt 50 Hz 4 poli
- Isolamento/protezione: classe H (+180 °C) / IP 68
- Potenza nominale: 13,5 kW
- Corrente nominale: 27A
- Corrente di spunto: 145 A
- Velocità nominale: 1455 l/min
- Avviamento: stella/triangolo
- Raffreddamento: diretto dal liquido circostante
- Dispositivi di controllo incorporati: max. temperatura statore acqua in camera di ispezione

Materiali

- Fusioni principali: in ghisa
- Girante: in ghisa grigia, parzialmente indurita
- Albero: acciaio inox
- Tenuta meccaniche: in carburo di tungsteno tipo "Plug in"



L'elettropompa del peso di circa 320 kg è completa di:

- Piede di accoppiamento automatico da fissare sul fondo vasca con scalino, con curva flangiata UNI PN 10 DN 200, completo di tasselli di fissaggio e portaguide;
- Catena per il sollevamento in acciaio zincato m. 10
- Cavo elettrico sommergibile, lunghezza m. 10 di potenza adeguata
- Rilevatore di anomalie da montare nel quadro elettrico

Il gruppo di pompaggio è controllato mediante Quadro elettrico speciale trifase per n. 4 pompe da 13,5 Kw, avviamento Y/D con cls, allarme max livello, in cassa per esterno grado di protezione IP65, fissaggio a terra su telaio. il quadro a norme CEI sarà completo di:

- sezionatore generale con blocco porta;
- n.ro 1 teleruttore con relativo relè termico;
- n.ro 4 contaore;
- n.ro 4 amperometro analogico;
- n.ro 4 Voltmetro analogico;
- n. ro 4 selettori man-0-aut;
- n.ro 4 spia di marcia;
- n.ro 4 spia di blocco termico;
- n.ro 1 sirena acustico-visiva IP 30 con relativo interruttore di tacitazione, entrerà in funzione in caso di blocco termico pompa;
- materiale vario per cablaggi interni (q.b.);
- impianto di messa a terra;
- schemi elettrici per collegamenti-installazione.

Il quadro è collegato al PLC di controllo generale del sistema di trattamento, al quale invierà i dati di funzionamento delle pompe.

Le pompe partono ogni volta contemporaneamente. L'avvio e l'arresto delle pompe è comandato mediante n° 3 regolatori di livello a variazione di assetto completo di m. 13 cavo elettrico (un deviatore incorporato in un involucro stagno in materiale sintetico pende libero appeso ad un cavo elettrico. Quando il liquido sale o scende fino al regolatore, questo cambia assetto (verticale/orizzontale) chiudendo o aprendo il contatto del deviatore. Il primo regolatore più in basso, a 30 cm dal fondo della vasca, comanda l'arresto di emergenza, il secondo in alto, posto ad una quota di 10 cm al di sotto del troppo pieno, comanda la partenza delle pompe, il terzo galleggiante è di emergenza e parte nel caso ci sia un guasto a quello precedente.

#### Dati Tecnici

- Temperatura: min 0°C max 60°C
- Peso specifico del liquido: min 0,95 kg/dmc max 1,10 kg/dmc
- Profondità di immersione: max 20 m
- Potere d'interruzione: AC, carico resistivo 250 V 16 A AC, carico induttivo 250 V 4 A cos $\phi$  0,5 DC 30 V 5 A

#### Materiali

- Corpo: polipropilene
- Manicotto di protezione cavo : gomma EPDM
- Cavo : PVC o gomma neoprene

In alternativa, potrà essere previsto un misuratore di livello piezoresistivo, installato all'interno di tubo di protezione verticale in PVC staffato alla parete della vasca; il sensore

sarà posizionato a circa 30 cm dal fondo, nello scalino di alloggiamento pompe e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

Sensore di livello piezoresistivo tipo DS 10/mA

Materiale: PVC e silicati

Costruzione: a tenuta di gas e acqua

Campo di misura DS 10/mA: 0 - 10 metri di colonna d'acqua

Sovrapressione ammessa: 3 volte il valore massimo nominale

Temperatura di esercizio: da - 20°C a + 60°C

Lunghezza del cavo: 10 metri (fornito fino a 50 metri di lunghezza)

Tipo di cavo: ventilato armato

Segnale di uscita: 4 - 20 mA

Protezione a transienti: 10 KV

Precisione complessiva:  $\pm 0,25$  % del fondo scala

Compensazione termica: fra 0°C e + 50°C

Ogni pompa è dotata di condotta di mandata DN200 in acciaio Inox AISI 304, sulla quale è montata in orizzontale una valvola di ritegno in ghisa DN200 ed una saracinesca in ghisa DN200. La tubazione in acciaio è poi collegata ad una tubazione in PEAD pn6 DN315 mediante giunto di transizione acciaio/PEAD ed allargamento di sezione DE200-DN315.

A valle di tali valvole, è prevista una derivazione DN90 munita di valvola con attuatore, con tubazione che ritorna nella vasca di equalizzazione.

Le saracinesche sono a tenuta metallica in ghisa grigia a corpo piatto, vite interna a norma UNI 7125, Pressione di esercizio 6 bar, corpo e cuneo in ghisa GG25, albero in acciaio Inox, madrevite e anelli di tenuta in ottone, premistoppa in acciaio al carbonio con tenuta a baderna teflonata, flangiata e forata a norme UNI 2277 - PFA 10, pressioni nominali e di prova a norme UNI 1284. Pressione di esercizio PFA 6 (0,6 MPa), DN200

Le valvole di ritegno sono a sfera mobile per liquami fognari e viscosi: corpo e coperchio di ispezione in ghisa GL25 per diametri fino al 125, in ghisa sferoidale GS400 per i diametri superiori, sfera in alluminio rivestita in elastomero NR, guarnizione in elastomero NBR, bulloni in acciaio zincato, flangiata e forata a norme UNI EN 1092-1; pressione massima di esercizio 10 bar (1 MPa). Diametro Nominale 200 mm.

I collettori di alimentazione di ogni vasca sono collegati ad un pozzetto con valvola motorizzata mediante tubazioni in PEAD DN90; la valvola è installata dentro un pozzetto in cls 1x1x2 m.

Tale valvola può permettere sia lo svuotamento dei tubi di alimentazione dei letti (collettori e colonne) per operazioni di manutenzione, sia durante l'inverno l'impostazione della regolazione per evitare problemi di congelamento dell'acqua all'interno dei tubi, in particolare la parte verticale dei tubi di alimentazione, maggiormente sottoposta a problemi di congelamento durante periodi di fermo. Impostando tale regolazione, a valle di ogni ciclo di pompaggio il PLC di controllo comanda l'apertura della valvola impostata per il tempo tale da svuotare le colonne verticali, mantenendo invece pieni i collettori posti con adeguato ricoprimento da evitare problemi di congelamento.

Il tempo di abbassamento dell'acqua all'interno dei collettori è di circa 5 minuti per ogni vasca, con una portata di circa 1,2-1,6 m<sup>3</sup>. Date le limitate portate in gioco, si possono addurre direttamente alla tubazione di scarico e quindi al sistema a flusso libero. per

svuotare invece in caso di intervento di manutenzione straordinaria l'intero circuito al servizio di ogni vasca, sono invece necessari circa 1 h, con una portata di circa 40 m<sup>3</sup>

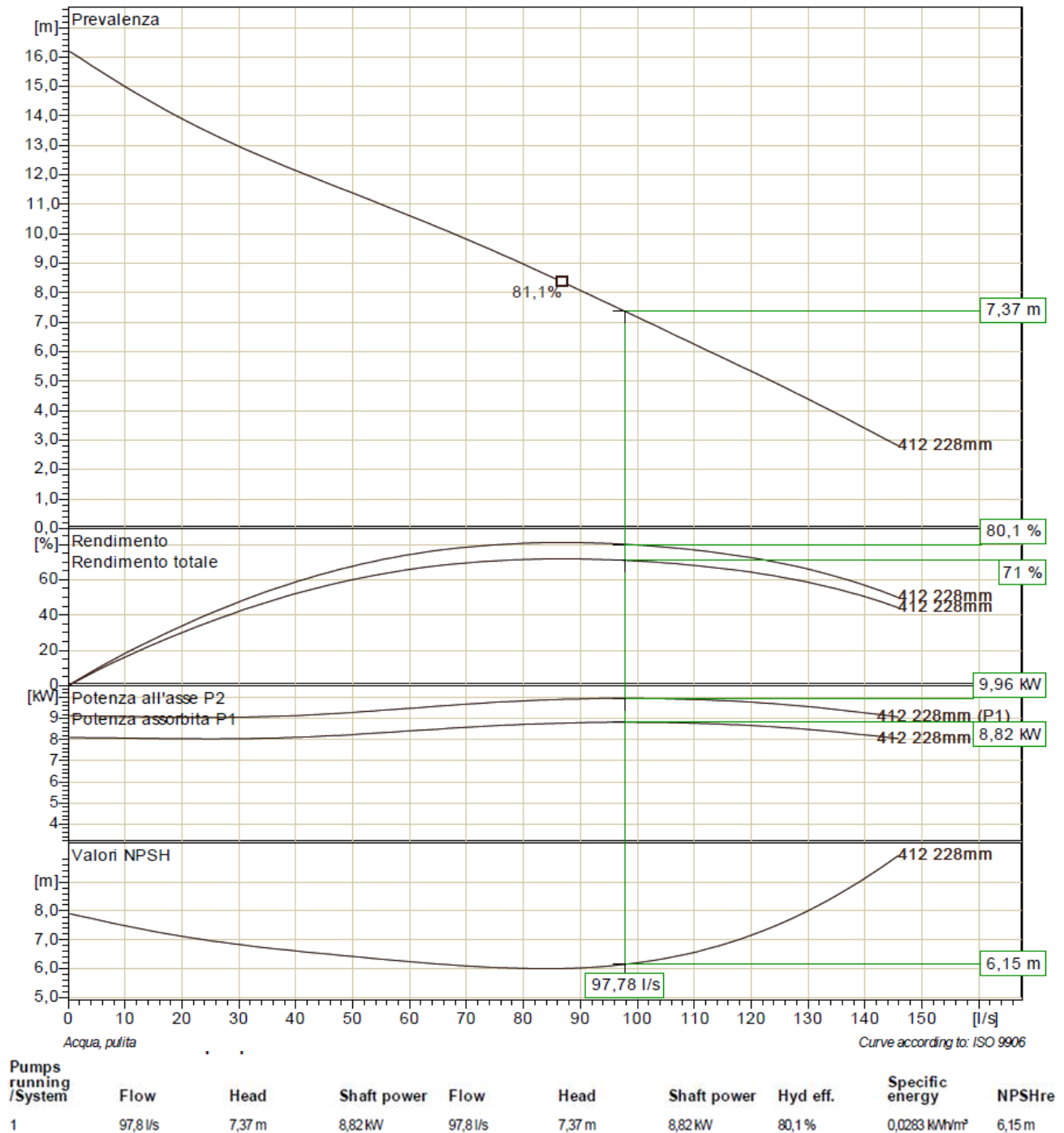


Figura 3 – Curve caratteristiche della pompa e potenza assorbita al punto di lavoro

### 1.3.2 Sistema di fitodepurazione aerato

Le acque provenienti dallo sfioratore fognario (  $Q < 400$  l/s) vengono inviate, dopo pre-trattamento, ad un sistema di filtrazione estensivo per acque meteoriche potenziato con aerazione, composto da due vasche ognuna di superficie pari a circa 2500 m<sup>2</sup>, suddivisa

in due settori uguali ed idraulicamente separati. Le vasche hanno forme naturaliformi, sono profonde circa 2.15 metro, al loro interno si prevede un pacchetto di inerti di 105 cm, così composto partendo dal fondo:

- a ricoprimento del dreno sul fondo si è previsto uno strato di **ghiaia (diametro 16-32 mm)** di altezza circa 20 cm
- strato di **ghiaia (diametro 8-16 mm)** per un'altezza di circa 15 cm;
- strato di **ghiaia fine (diametro 2-6 mm)** per un'altezza di circa 70 cm,

Il sistema è impermeabilizzato tramite geomembrana in PEAD spessore minimo 1.5 mm.

La realizzazione della vasca prevede la preparazione dell'area mediante la modellazione del terreno insistente sulla zona dell'intervento e lo scavo della vasca; successivamente vengono create le sponde o le trincee, necessarie per contenere le acque di ruscellamento.

Le vasche hanno sul fondo uno strato di sabbia andante per ottenere la pendenza di progetto e per salvaguardare l'integrità dell'impermeabilizzazione, posato su un primo strato di tessuto non tessuto in fibra minerale.

Successivamente viene posato il manto impermeabilizzante ricoperto con uno strato di TnT in fibra minerale.

Le operazioni di preparazione dell'area per la realizzazione di ciascuna vasca sono le seguenti:

- Realizzazione del movimento terra e dei rilevati arginali.
- Modellazione del fondo delle vasche e delle sponde.
- nella zona perimetrale delle vasca già formata, a circa 100 cm, viene realizzata una piccola trincea per il rimborso dei tessuti e della membrana per garantire la stabilità al rilevato ed al telo.
- Rivestimento fondo e sponde con tessuto non tessuto (tnt) in fibra minerale del tipo 250 gr/mq.
- Impermeabilizzazione con geomembrana in HDPE dello spessore di mm 1.5 e preparazione dei passaggi per le tubazioni di ingresso e uscita
- Rivestimento con tessuto non tessuto (tnt) in fibra minerale del tipo 250 gr/mq;
- Ricoprimento e costipazione della trincea per il rimborso dei teli.
- Messa in opera dei tubi di entrata e uscita
- messa in opera del pozzetto di uscita
- Collocazione dei sistemi di drenaggio mediante tubazione fessurata
- Collocazione dei sistemi di aerazione sul fondo e delle colonne di collegamento con il collettore principale
- messa in opera del pozzetto drenante per la misurazione del livello in vasca
- Ricoprimento con strato di ghiaia 16-32 mm fino ad un'altezza media misurata al centro della vasca di 20 cm; è importante ottenere un letto di ghiaia orizzontale;
- Messa in opera del sistema di alimentazione (collettore e moduli realizzati con tubazioni in HDPE), appoggiandolo sullo strato di ghiaia; collegamento delle colonne di uscita
- Ricoprimento con strato di ghiaia 8-16 mm fino ad un'altezza media misurata al centro della vasca di 15 cm; è importante ottenere un letto di ghiaia orizzontale;
- Ricoprimento con strato di ghiaia fine 2-6 mm fino ad un'altezza media misurata al centro della vasca di 70 cm; è importante ottenere un letto di ghiaia orizzontale;

- Messa in opera delle mattonelle e della ghiaia più grossolana intorno ad esse;
- Ricoprimento con ghiaia 2-6 delle sponde perimetrali e posa in opera del collettore aria principale;
- Piantumazione delle essenze vegetali prescelte (*Phragmites Australis*, *Typha Latifolia*, *Typha Angustifolia*, *Sparganium Erectum*) con una densità di 4 piante/m<sup>2</sup>.

### **Sistema di drenaggio**

Il sistema di drenaggio è costituito da tubazioni in Polietilene Alta Densità fessurato rigido, fornito in barre, prodotto da Azienda in possesso di certificazione aziendale SQP di conformità alle Norme UNI-EN 29002, avente superficie liscia, colore nero, marcatura indicante la ditta produttrice e/o nome commerciale, il diametro esterno, il tipo, la data di produzione, la linea di produzione ed il turno di lavoro. Il tubo dovrà avere i requisiti dimensionali (diametri, spessori e tolleranze) previsti dalla Norma UNI 7611; le fessure drenanti saranno realizzate perpendicolarmente all'asse del tubo, occupando 2/3 della circonferenza, alternandoli tra di loro in modo da ridurre la perdita di resistenza allo schiacciamento; la larghezza delle fessure sarà pari a 4 mm e l'interasse sarà stabilito in modo che la superficie fessurata risulti compresa tra il 5-10% della superficie totale del tubo. Il tubo dovrà essere dotato ad una estremità di bicchiere in PEAD con guarnizione elastomerica, presaldato alla barra in stabilimento.

Il sistema di drenaggio è costituito da tubazioni di questo tipo DN160, innestate su un collettore finale DN315.

### **Sistema di aerazione**

Il sistema di aerazione è costituito da tubazioni dripline in PVC non autocompensanti DN16 mm, aventi 3 fori al metro e con spaziatura 10 cm; tali tubazioni si svilupperanno per tutta la lunghezza della vasca e saranno connesse su ambo i lati a dei collettori posti sul fondo lungo il bordo vasca, in PVC DN75 pn6.

Ognuno di tali collettori è realizzato mediante n° 5 tronchi di tubazione in PVC DN75 PN6 di lunghezza 2 m e collegati tra di loro ortogonalmente con pezzi di tubazione in PVC DN75 PN6 di lunghezza variabile, di modo da seguire l'andamento del fondo vasca come da elaborati grafici. I moduli sono chiusi ai lati da tappi ermetici e ogni tronco di 2 m ospita n°10 tubazioni dripline, connesse mediante speciali connettori con guarnizione.

La copertura assicurata dalle driplines con spaziatura 10 cm dovrà essere pari ad almeno il 90% dell'intera superficie di fondo vasca.

Su di un lato il modulo in PVC è connesso ad una tubazione verticale in HDPE Pn6 DN75 mediante pezzo speciale di transizione; la tubazione verticale in HDPE sarà a sua volta saldata al collettore principale DN200.

Nella stesura dei rotoli di driplines, dovrà essere assicurato il più possibile l'equidistanza dei tubi secondo la spaziatura di 10 cm; questo sarà facilitato, oltre che dalla connessione con i moduli in PVC su entrambi i lati, dalla presenza delle tubazioni di drenaggio, ai quali si potranno fissare le driplines mediante fascette.

### **Sistema di alimentazione acqua**

Ognuno dei settori in cui è divisa la vasca è alimentato tramite un collettore in HDPE DN315, al quale sono collegati n°6 moduli di alimentazione a pressione realizzati in HDPE

Pn6 di vari diametri da DN200 a DN125, come rappresentato a livello tipologico nelle tavole grafiche; le colonne di alimentazione dovranno essere poste ad una quota di 85 cm dal fondo finito della ghiaia e provvisto di bocchette di alimentazione con curva a 180° di modo da distribuire equamente la portata su tutta la superficie. Ogni bocchetta deve servire una superficie di circa 40 m².

In corrispondenza di ogni bocchetta una mattonella ceramica di dimensioni 1x1 m protegge la superficie dall'energia del getto, mentre intorno alla mattonella per un bordo di circa 50 cm viene messo a dimora ghiaia 16-32 mm per una profondità di 10 cm.

### **Impermeabilizzazione e rivestimenti**

Si è scelto di realizzare l'impermeabilizzazione delle vasche utilizzando una geomembrana in Pead dello spessore di 1.5 mm. Il Pead garantisce un'elevata resistenza a:

- agenti atmosferici e termici;
- variazioni di temperatura;
- attacco da parte di roditori e insetti;
- fenomeni di biodegradazione o di penetrazione da parte di radici;
- aggressione riguardo ad un gran numero di agenti aggressivi.

La geomembrana in Pead ha quindi eccellenti proprietà in termini di:

- resistenza meccanica;
- resistenza al punzonamento;
- resistenza al taglio;
- deformazione biassiale.

La scelta dello spessore di 1.5 mm è giustificata dal fatto che in fase di realizzazione del riempimento delle vasche diventa possibile l'utilizzo dell'escavatore per spargere e livellare la ghiaia, senza correre il rischio di danneggiare la funzionalità idraulica della geomembrana.

Poiché alla geomembrana si è demandato il compito principale di impermeabilizzante, particolare attenzione va posta nella sua protezione meccanica nei confronti di possibili danneggiamenti che potrebbero inficiarne le caratteristiche idrauliche: per questo sulle scarpe e sul fondo la geomembrana è stata interposta tra due strati di tessuto non tessuto (TnT), mentre sul fondo lo strato di sabbia oltre a consentire il raggiungimento della pendenza desiderata contribuisce ad aumentare ulteriormente le caratteristiche di messa in sicurezza della geomembrana.

Il telo impermeabilizzante dovrà essere costituita da geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) di spessore 1.5 mm tipo Carbofol 406 Liscia/liscia o similare, prodotta con polimero vergine (non rigenerato o riciclato), per una quantità minima pari al 97 %, mentre per il restante 2 % sarà costituita dal pigmento (carbon black) con l'aggiunta di additivi atti a migliorare le qualità di viscosità, saldabilità e resistenza ai raggi U.V. In particolare, l'indice di viscosità, definito dal MFI (Melt Flow Index), dovrà risultare compreso tra 2 e 3 g/10 min (ASTM D 1238 190/5 Cond. P).

La geomembrana sarà prodotta per estrusione orizzontale e la sua larghezza dovrà risultare pari almeno a 9,40 m, al fine di assicurare omogeneità e regolarità in tutto il suo spessore e per tutta la sua estensione superficiale. Ai fini di un controllo di qualità, la geomembrana dovrà essere targata per tutta la sua estensione, con le indicazioni del

nome del prodotto, il tipo di prodotto, il produttore, la materia prima utilizzata, la settimana e l'anno di produzione.

La geomembrana dovrà risultare completamente impermeabile all'acqua e dovrà presentare le seguenti caratteristiche dimensionali e chimico-fisiche:

- Densità: 0,942 g/cm<sup>3</sup> (ASTM D 1505)
- Melt Flow Index (MFI): 2÷3 g/10 min (ASTM D 1238 190/5)
- Carico di snervamento: 33 N/mm (ASTM D 6693)
- Allungamento a snervamento: 12 % (ASTM D 6693)
- Carico di rottura: 60 N/mm (ASTM D 6693)
- Allungamento a rottura: 700 % (ASTM D 6693)
- Resistenza alla lacerazione: 280 N/mm (ASTM D 1004)
- Resistenza alla perforazione: 1200 mm (DIN 16726)
- Elongazione multi assiale: 15 % (DIN 53861/EN 14151)
- Stabilità dimensionale: < 1 % (ASTM D 1204, 1 ora a 100 °C)
- ESCR (stress cracking): 2000 ore (ASTM D 1693)
- Resistenza al punzonamento: 700 N (ASTM D 4833)

#### Posa della geomembrana

Le superfici di posa devono essere preparate in modo che alcun danneggiamento della geomembrana sia possibile. Le superfici di posa devono essere lisce e prive di asperità, rocce, massi, radici e da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la superficie della geomembrana. La superficie deve essere realizzata in modo da garantire la necessaria compattazione (95%proctor) sia nel fondo che nelle scarpate, con una tolleranza superficiale di  $\pm 25$  mm. Il sistema di saldatura da potersi utilizzare in grado di fornire tutte le garanzie di una corretta esecuzione del lavoro è del tipo:

- saldatura "ad estrusione" (da utilizzarsi per riparazioni, raccordi, pareti verticali etc.)
- saldatura "a doppia pista a cuneo caldo".
- Saldature ad estrusione

Le saldature verranno eseguite all'asciutto ed a temperatura  $> + 15^{\circ}\text{C}$  previa molatura delle superfici da saldare. Brevi tratti di saldatura possono essere eseguiti riportando un cordone dello stesso polimero fuso sopra i lembi da saldare presaldati con aria calda e previa molatura delle superfici da saldare.

- Saldatura a doppia pista a cuneo caldo

Consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione .

Il giunto saldato deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura  $\geq 40$  mm
- larghezza del canale di pista  $\geq 13$  mm
- larghezza di ciascuna pista  $\geq 13$  mm.
- Controllo delle saldature geomembrana letti a flusso sommerso

Collaudo non distruttivo da eseguirsi in cantiere sul 100% delle saldature a doppia pista mediante aria compressa nel canale di prova alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del telo:

Temperatura manto °C	Pressione in bar
da +5 a +20	5
da +20 a +35	4
da +35 a +50	3

La pressione d'aria viene mantenuta per dieci minuti ammettendo una caduta massima di pressione del 20%. La pressione va misurata con un manometro montato all'estremità del canale opposta a quella di ingresso dell'aria compressa.

Collaudo distruttivo da eseguire su campioni di saldatura prelevati nei punti indicati dalla DDLL. I controlli verranno effettuati mediante la prova di sfogliamento eseguibile in cantiere.

Saranno considerati positivi se si verifica lo snervamento del lembo senza il distacco della saldatura.

Il telo è racchiuso tra due strati di tessuto non tessuto; sullo strato inferiore viene posta a dimora la sabbia per attutire ulteriormente l'impatto della ghiaia sul liner.

Il tessuto non tessuto è costituito da geotessili non tessuti 200 gr/m<sup>2</sup> forniti e posti in opera con funzione di filtro separatore e rinforzo utilizzati per separare terreni con diverse caratteristiche geomeccaniche contribuendo così ad una migliore distribuzione degli sforzi ed evitare cedimenti differenziali (Es. posti alla base dei rilevati o nella fondazione stradale), nonché come filtro per la costruzione di dreni. Il non tessuto dovrà avere le seguenti caratteristiche: composizione in fibre di polipropilene o poliestere o altri polimeri a filo continuo o a fibra corta, agglomerate senza impiego di collanti; coefficiente di permeabilità per filtrazione trasversale compreso fra cm/sec 10 alla -3 e 10 alla -1; allungamento a trazione misurato su strisce di cm 20 di larghezza compreso tra il 25% e 85%. I valori di resistenza a trazione devono essere determinati in base alla norma EN 10319. E' compresa la fornitura, la posa in opera e l'eventuale fissaggio dei teli. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Per teli con resistenza a trazione non inferiore a kN/m 6.

Nel rivestimento delle vasche mediante stesura di tessuto non tessuto, i rotoli di TnT devono essere trasportati ed accatastati asciutti.

Le superfici di posa devono essere congruagliate in modo tale che il tessuto dopo la posa appoggino in tutti i punti. Nella stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm di spessore.

### **Pozzetti accessori**

Ogni vasca è dotata di pozzetto drenante in polietilene appoggiato sul fondo della vasca e rinterrato con la ghiaia, avente larghezza 0,5 m e profondità 2 m, coperto con coperchio in polietilene. All'interno di tale pozzetto nella parte alta sarà posto in opera un sensore per la misurazione del livello ad ultrasuoni, del tipo Echomax XRS-5 Siemens o similare; tale sensore fornisce la misura di livello continua e affidabile di liquidi e fanghi in pozzi di pompaggio/stazioni di sollevamento, canali, stramazzi e letti di filtraggio. Requisiti richiesti:

- angolo di apertura di solo 10° con una superficie di emissione in gomma CSM;
- funzionante senza contatto in un campo di misura 0,3-8 m;
- analisi evoluta degli echi per garantire l'affidabilità dei dati anche in presenza di disturbi dovuti a ostacoli fissi, turbolenze e schiuma;
- superficie di emissione a tenuta ermetica in gomma CSM e custodia in copolimero PVDF resistenti a metano, acqua reflua e sostanze chimiche aggressive
- grado di protezione IP68;
- Temperatura massima: 65°C
- Temperatura minima: -10°C
- compatibilità con PLC generale di controllo



Il pozzetto di regolazione ha invece la funzione di poter consentire diversi livelli del pelo libero nella vasca di fitodepurazione, incluso il suo svuotamento, e allo stesso tempo di regolare la portata in uscita da esso al valore di progetto (30 l/s per settore).

La tubazione di drenaggio è collegata al pozzetto di regolazione di livello mediante tubazione DN315; su tale tubazione è installata una valvola a ghigliottina DN315 per la regolazione della portata in uscita dalla vasca. Il pozzetto è di dimensioni esterne 1x2 m e consente la regolazione del livello mediante un giunto snodabile collegato alla tubazione sul fondo e ad una tubazione di lunghezza 1.2 m che consente di ottenere infiniti gradi di libertà nella regolazione del livello. La tubazione è fissata tramite un collare in acciaio Inox ad una catenella sempre in acciaio Inox Aisi304, che permette di mantenere lo sbocco della tubazione alla quota desiderata, con l'aiuto di un'asta graduata posta sulla parete del pozzetto.

Sulla tubazione in uscita dal pozzetto, in modo da ottenere una regolazione costante della portata in uscita da ogni letto al variare del livello in vasca, si prevede l'installazione di un dispositivo meccanico per la regolazione della portata.

Il regolatore di portata è a variazione di assetto e tramite un galleggiante permette di chiudere parzialmente la luce man mano che il livello nel pozzetto sale, mantenendo la portata entro un certo valore massimo dato dal modello scelto. La chiusura parziale della luce avviene tramite un diaframma opportunamente sagomato solidale con il galleggiante. Il dispositivo è realizzato interamente in Acciaio Inox AISI304L e dovrà consentire una **regolazione su di una portata massima di 30 l/s**. Il dispositivo si monta su una luce DN300. In alternativa possono essere usati anche regolatori di portata a vortice da montare a parete, sempre costruiti in acciaio Inox AISI304L.

La posa in opera avviene direttamente sulla parete in cls a mezzo di tasselli ad espansione in acciaio Inox e sigillando con malta di cemento per evitare scostamenti.

### Piantumazioni

La piantumazione dei sistemi di fitodepurazione può avvenire secondo due modalità: piantagione dei rizomi e piantagione di essenze vegetali di varie dimensioni (o livelli di crescita). Queste tecniche si riferiscono in modo particolare alla *Phragmites australis*, la cannuccia di palude, che per le sue caratteristiche di adattabilità risulta essere l'essenza vegetale più utilizzata nei sistemi di fitodepurazione e che è stata scelta in questo progetto.

A seconda della stagione, la piantumazione potrà avvenire a partire da rizomi o da piante in vaso; il materiale dovrà essere fornito da vivaio che ne certificherà la qualità e la provenienza.

Per i sistemi a flusso sommerso si consiglia una densità di piantumazione pari a 4 unità/m<sup>2</sup>.

Le specie previste inizialmente sono le seguenti, suddivise per settori:

vasca 1: *Phragmites Australis*, *Typha Latifolia*

vasca 2: *Typha Angustifolia*, *Sparganium Erectum*

### Altre opere

In caso di eccessivo livello dell'acqua nelle vasche, è previsto uno stramazzo di sicurezza dal primo al secondo settore, e dal secondo settore verso il laghetto, realizzati mediante mantellata in pietrame,

Per mantellata in pietrame si intende un rivestimento tramite costruzione di una pavimentazione di sostegno in pietrame di dimensioni medie 50 x 30 x 30 cm, posti in opera adagiati sulla sponda e fondati per almeno due terzi del loro diametro maggiore, quindi battuti o pressati con mezzo meccanico sino ad ottenere una superficie scabra ma uniforme, priva di dossi o cunette. Le pietre più grandi saranno posizionate alla base della sponda. I massi di pietra naturale per scogliere o mantellate debbono avere il maggior peso specifico possibile, essere di roccia viva e resistente non alterabile all'azione dell'acqua e non geliva e devono essere caratteristiche dei litotipi presenti nella zona. L'Appaltatore deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera dei massi quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che i massi abbiano a subire avarie. Le scogliere debbono essere formate incastrando con ogni diligenza i massi gli uni agli altri, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni prescritte dal contratto o che siano, in ogni caso, stabilite dalla D.L., oppure possono essere posizionate in modo casuale, secondo il parere della D.L. Per ciascuna scogliera, quando non sia specificatamente disposto dal contratto o dall'elenco prezzi, la D.L. fissa il volume minimo dei massi e le proporzioni dei massi di volume differente. Qualora la D.L. lo reputi necessario, potranno anche essere richiesti all'Appaltatore eventuali ammorsamenti tra i massi, per garantire una maggiore solidità all'opera.

### **1.3.3 Sistema di aerazione dei letti**

L'aerazione dei letti è consentita grazie alla presenza di 2 compressori, ognuno al servizio di una vasca. Il compressore alimenta una tubazione in PEAD pn6 DN250 che poi si divide in due collettori DN160 a servizio di ciascun settore.

Il compressore è collegato ad inverter, in modo da poter regolare la portata dell'aria in funzione di alcuni parametri controllati dal PLC generale; in particolare si potrà decidere se controllare la frequenza di funzionamento, e quindi la portata, in base a:

- Tipologia di evento A o B (catalogato dal PLC in funzione dei tempi di attivazione delle pompe nella stazione di sollevamento n°1)
- Altezza livello idrico in vasca
- Misurazione livello di ossigeno all'uscita del sistema di fitodepurazione aerato

Il compressore è del tipo Robuschi ES\_95/3P o similare per pompaggio aria atmosferica con le seguenti caratteristiche:

Raffreddamento soffiatore ad aria

Alimentazione ventilatore Standard 400V/50HZ

Valvola limitatrice di press. RVP125

Gas pompato: aria atmosferica

Peso specifico gas amb.(kg/m<sup>3</sup>) 1,199

Peso specifico gas asp.(kg/m<sup>3</sup>) 1,160

Temperatura atmosferica (°C) 20

Umidità relativa (%) 50

**Portata aspirata (m<sup>3</sup>/h) 2.550,0**

Portata aspirata (Nm<sup>3</sup>/h) 2.271,0

Portata aspirata (kg/h) 2.935,0

Pressione differenziale (mbar) 300

Pressione aspirazione (mbarA) 1.013

Pressione mandata (mbarA) 1.313

temperatura differenziale (°C) 29

Temperatura aspirazione (°C) 30

Temperatura di mandata (°C) 59

**Potenza assorbita (kW) 30,9**

Livello press. sonora 1 (dBA) 77

**Frequenza alim. (Hz) 50**

Motore Potenza (kW) 37,00 2 poli IEC motore B3

Tensione motore principale 380/660

velocita' rot. motore (rpm) 2.945

potenza dissipata (kW) 6,8

Velocita' rot.macchina (rpm) 2.778

Dia. puleggia soffiatore (mm) 212 Dia. puleggia motore (mm) 200

tipo cinghia SPA, lung. cinghie di trasm. (mm) 2.332, numero cinghie 4

Ciclo di verniciatura silenz. Alchidico idrosolubile

Verniciatura silenziatori Alchidico-idro 7037 sp50 (std)

Spessore tot vern. sil. (um) 50

Spessore finale vern. sil (um) 50

Codice RAL silenziatori 7037

Ciclo di verniciatura Alchidico idrosolubile

Verniciatura Macchina Alchidico-idro 5009 sp50 (std)

Spessore tot verniciatura (um) 50

Spessore finale vern. (um) 50

Completo di:

soffiatore;

basamento;

silenziatori reattivi di aspirazione con filtro e di scarico;

valvola di non ritorno DN200;

valvola di sicurezza DN200;

raccordo elastico;

supporti antivibranti;

cabina insonorizzata con ventilatore di estrazione aria calda;

manometro;

indicatore intasamento filtro;

trasmissione a cinghie e pulegge.

Motore elettrico completo di Servoventilazione adatto alla regolazione con inverter;

Inverter idoneo per motore elettrico KW 37

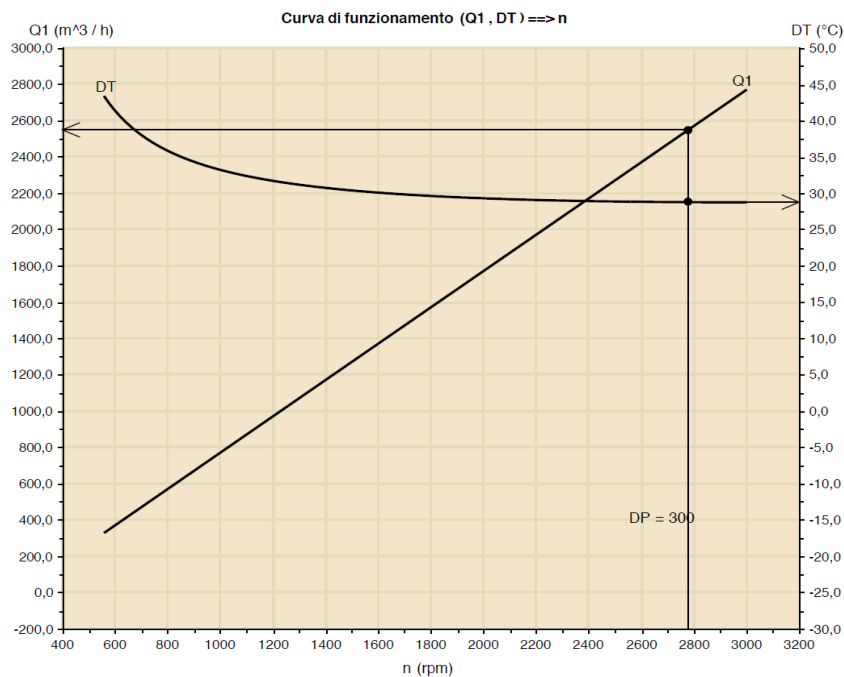
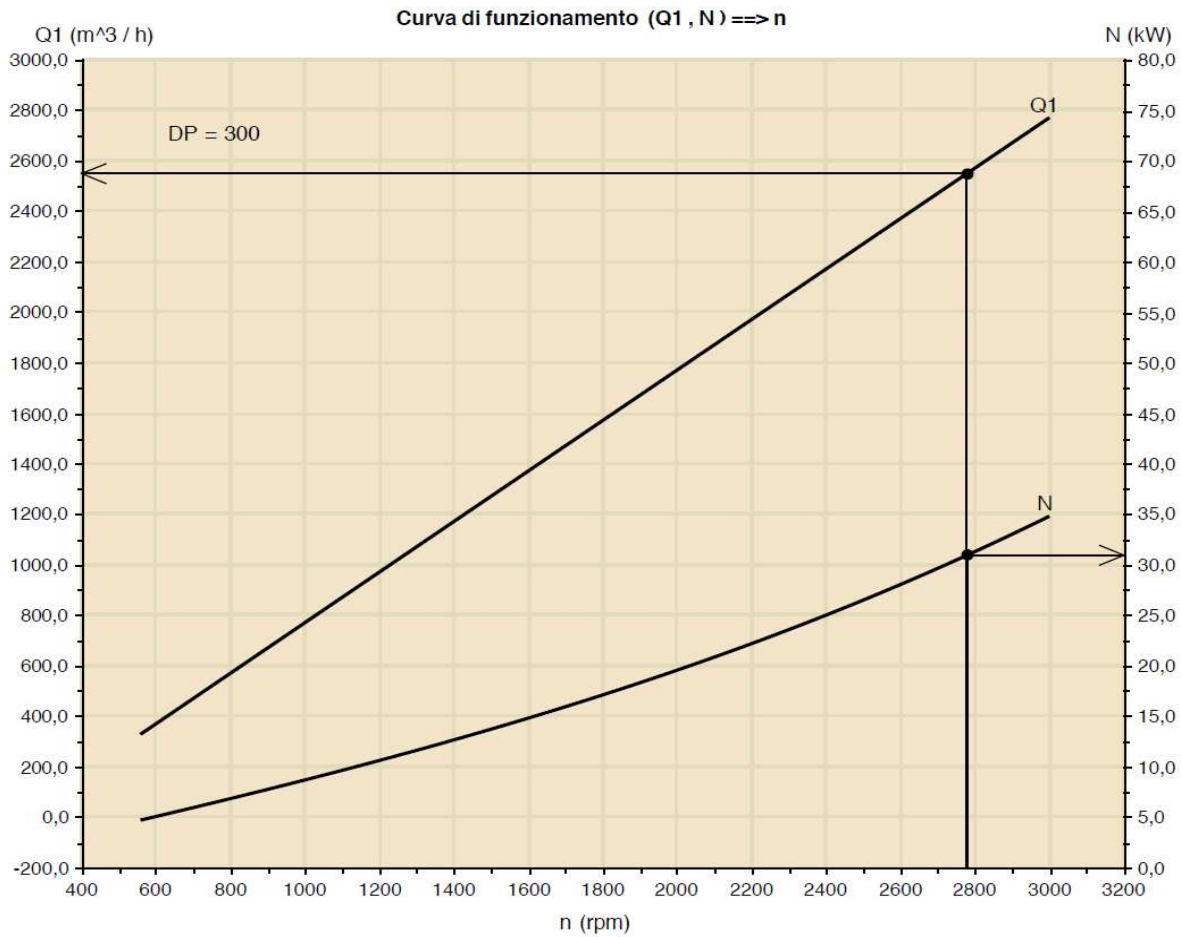
Quadro elettrico di controllo compressore

Quadro e inverter connessi al PLC generale di controllo.

Parametri di funzionamento del compressore a 50 Hz

**PUNTO DI LAVORO**

Pres.asp. (mbar a)	P1 : 1.013	Temp.asp.(°C)	T1 : 30	Peso Spec. (kg/m <sup>3</sup> )	PS : 1,160
Portata (m <sup>3</sup> /h)	Q1 : 2.550	Pressione dif.(mbar)	DP : 300	Cp / Cv	: 1,4
Potenza Ass. (kW)	N : 30,9	Velocità (rpm)	n : 2.778	n/nmax (%)	: 93
Tolleranza sulle prestazioni secondo specifica Robuschi TE1.S.0015 (Q1 = ±5% * nmx/n ; N = ± 5%)					



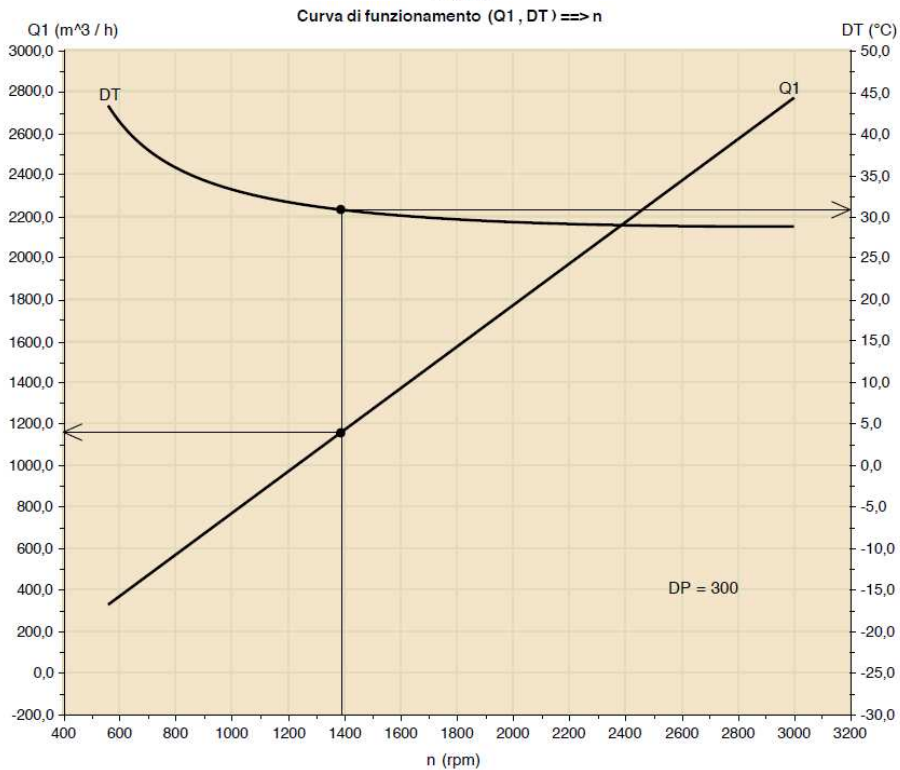
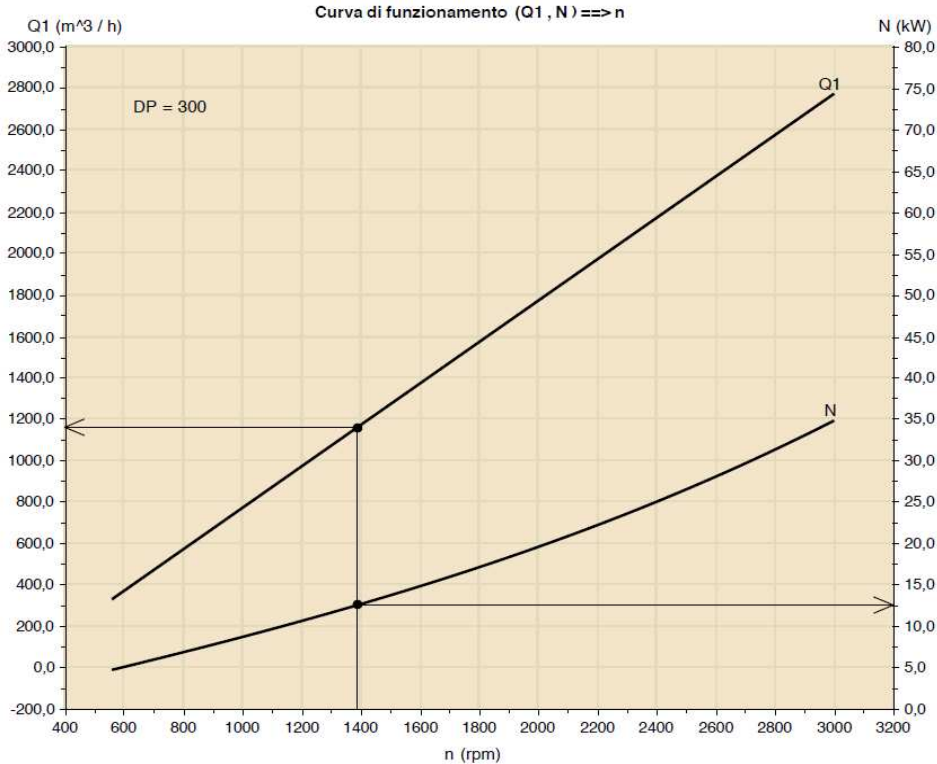
# Parametri di funzionamento del compressore a 25 Hz

## FLUIDO

Fluido	Aria atmosferica		
Peso Spec. (kg/m <sup>3</sup> )	1,199	Calore Spec. Cp (kJ/kg°C)	1,010
Altitudine (m)	0	Calore Spec. Cv (kJ/kg°C)	0,723
Umidità relativa (%)	50	Pressione (mbar)	1.013
		Temperatura (°C)	20

## PUNTO DI LAVORO

Pres.asp. (mbar a)	P1 : 1.013	Temp.asp.(°C)	T1 : 30	Peso Spec. (kg/m <sup>3</sup> )	PS : 1,160
Portata (m <sup>3</sup> /h)	Q1 : 1.161	Pressione dif.(mbar)	DP : 300	Cp / Cv	1,4
Potenza Ass. (kW)	N : 12,6	Velocità (rpm)	n : 1.389	n/nmax (%)	46
Tolleranza sulle prestazioni secondo specifica Robuschi TE1.S.0015 (Q1 = ±5% * nm/n ; N = ±5%)					



### 1.3.4 Sistema a flusso libero

Il sistema a flusso libero superficiale è stato dimensionato per affinare ulteriormente le acque di prima pioggia in uscita dal precedente filtro, alternando zone più profonde di accumulo e di calma a zone con una altezza d'acqua minore e presenza di piante.

Il sistema, che riceve in tempo di pioggia le acque in uscita dai sistemi filtranti, può essere mantenuto costantemente umido grazie alla buona distribuzione annua delle piogge nella zona; in ogni caso con l'obiettivo di aumentare le quantità di COD sottratte al fiume, si prevede di utilizzarlo in tempo secco per ricevere una quota parte dell'effluente del depuratore e pari a 500-1000 m<sup>3</sup>/g.

La derivazione dal sistema a flusso libero sarà effettuata a monte dell'attuale canale di disinfezione, in coincidenza del comparto di arrivo iniziale, mediante una tubazione in PEAD DN200 posta sotto battente; su tale tubazione viene installata una valvola a ghigliottina, allocata in pozzetto interrato, che permette di regolare manualmente la portata derivata in base alla percentuale di chiusura della valvola. Successivamente, con i lavori di up-grading, dovrà essere prevista la connessione con la nuova vasca di disinfezione.

<b>Sistema a flusso libero:</b>		
Superficie Totale	1500	m <sup>2</sup>
Altezza media	0,5	m
Volume a regime	550	m <sup>3</sup>

Tabella 1 – Caratteristiche del sistema a flusso libero

Il sistema a flusso libero è realizzato modellando il terreno per ottenere un canale con altezze del pelo libero variabili da 0 m a 0,8 m.

Il livello di uscita finale consente di fissare la quota del pelo libero nel sistema; lo scarico finale avviene tramite un canale rivestito in pietrame, sul quale viene realizzata una soglia stramazzante in pietra, tale da mantenere il livello dell'acqua nei laghetti ad una quota di 241 m slm secondo le livellette del rilievo alla base del progetto.

Le diverse quote dell'acqua ci permettono di creare microhabitat differenziati e pertanto la possibilità di inserire diverse tipologie di piante idrofite ed elofite.

Le sponde del FWS dovranno avere un'inclinazione non superiore a 20°.

La realizzazione del sistema si articola nelle seguenti fasi:

- scavo;
- movimenti terra per ottenere una profondità variabile con regolarizzazione del fondo secondo le pendenze di progetto;
- impermeabilizzazione del bacino tramite geomembrana in PEAD 1.5 mm, delle stesse caratteristiche di quella prevista nel sistema di filtrazione in modo da mantenere i livelli desiderati ed evitare infiltrazioni nel sottosuolo;
- stesura e modellazione di un pacchetto di terreno vegetale sulle sponde e sul fondo delle zone a flusso libero per un'altezza media di 30 cm, con la funzione di consentire l'attecchimento delle essenze vegetali: il terreno da utilizzare dovrà essere privo di radici, erbe infestanti, ciottoli e sassi; inoltre non deve contenere alte quantità di argille. I suoli con tessitura da sabbiosa a limosa e, con alto contenuto

organico, sono i più favorevoli allo sviluppo e alla rapida propagazione della vegetazione;

- realizzazione della mantellata in ingresso e del canale di uscita con soglia;
- messa a dimora di specie elofite e idrofite autoctone della zona.

### **1.3.5 Movimenti terra per la formazione delle vasche**

Durante la fase iniziale dei movimenti terra per la creazione dei terrazzamenti atti a contenere le vasche si deve aver cura di accatastare in sito la parte superficiale del terreno asportato per poterlo spargere, a fine lavori sul profilo modificato.

Le superfici non direttamente interessate da manufatti o vasche dell'impianto devono essere rettificate e modellate per permettere il ruscellamento delle acque meteoriche verso i fossetti naturali di drenaggio, ma non spianate eccessivamente, per evitare che all'impatto visivo si presentino superfici troppo artificializzate.

Gli scavi di sbancamento verranno realizzati a partire dall'area destinata alla vasca a flusso libero.

Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa del letto di sabbia e dei rivestimenti, in modo da evitare pietre affioranti ed avvallamenti.

L'argine delle vasche di fitodepurazione, quando in rilevato, dovrà essere realizzato per strati non superiori a 30 cm e ogni volta bagnando e costipando il terreno.

### **1.3.6 Tubazioni e pezzi speciali**

Tutte le tubazioni, i pezzi speciali, i regolatori di livello delle vasche di fitodepurazione sono in PeAD Polietilene ad Alta Densità per scarichi e fognature interrate a gravità conforme alle norme UNI 12666, colore nero, segnato ogni metro con marchio del produttore, marchio IIP, numero produttore, data di produzione, norme di riferimento, diametro, Classe SN 2 ed i collegamenti sono realizzati mediante saldatura dei giunti testa a testa.

I tratti di condotte fognarie in pressione e i collettori principali dell'aria DN250 e DN160 sono realizzati mediante tubazioni in PEAD a norma UNI 10910 – PE100 PN6 per condotte di scarico interrate; i collegamenti sono realizzati mediante saldatura dei giunti testa a testa o mediante raccordi a compressione. Le tubazioni hanno superficie liscia, colore nero, marcatura ogni metro indicante per esteso il marchio IIP ed il N° distintivo dell'Azienda produttrice, il tipo, il diametro esterno, la pressione nominale, la data di produzione, la linea di produzione, il turno di lavoro e devono essere prodotte e controllate secondo gli standard Europei ISO 9002.

La scelta del Pead è supportata dai seguenti motivi:

- Resistenza chimica, elettrolitica e superficie non incrostante.
- Adattabilità alle irregolarità ed agli assestamenti del terreno.
- Portata superiore ai tradizionali data la superficie liscia.
- Facilità di posa dato il peso contenuto delle tubazioni.

La larghezza minima da assegnare alla trincea è riassunta di seguito:

DN	Larghezza scavo (m)	DN	Larghezza scavo (m)
DN160	66	DN400	100
DN200	70	DN500	110
DN250	75	DN630	123
DN315	82	DN710	131

Tabella 2 – Caratteristiche Trincea in funzione del diametro della tubazione

Lo scavo della trincea deve essere effettuato con mezzi idonei, adottando tutti i provvedimenti necessari per il sostegno delle pareti onde evitarne il franamento. Il materiale da scavo deve essere accumulato lungo la trincea ad una distanza sufficiente per consentire lungo la trincea stessa il passaggio del personale addetto ai lavori.

La natura del terreno in cui la tubazione trova il suo appoggio deve avere resistenza uniforme e tale da escludere ogni possibilità di cedimenti differenziali da un punto all'altro della tubazione.

Lo spessore del letto di appoggio deve essere di 20 cm (10 cm per i tratti in pressione sia aria che acqua).

Quindi si rinfianca con sabbione fino ad una quota di 20 cm superiore alla generatrice del tubo (10 cm per i tratti in pressione sia aria che acqua); il materiale deve essere costituito in prevalenza da granuli aventi diametro 0.10 mm e deve contenere meno del 12% di fino (<0.08 mm); deve essere costipato con attrezzi adatti prima della posa della tubazione. Il costipamento del riempimento che avvolge il tubo deve essere uniforme e raggiungere il 90% del valore ottimale con la prova di penetrazione di Proctor modificata.

Il riempimento della restante altezza della trincea fino al piano campagna può essere effettuato con lo stesso materiale di scavo, spurgato di elementi superiori a 100 mm e di residui animali e vegetali. Deve essere effettuato a strati successivi dello spessore massimo di 30 cm, che debbono essere costipati almeno fino ad un metro di copertura sul vertice della tubazione.

Il riempimento della trincea, almeno per i primi 50 cm, deve essere eseguito nelle medesime condizioni di temperatura esterna. Si proceda sempre a zone di 20-30 m, in una sola direzione e in salita.

Per i diametri più significativi (D800 tratto roggia intubato, prosecuzione D800 cls esistenti) si sono previste tubazioni in cemento armato del tipo autoportante. Le tubazioni, di lunghezza non inferiore a mt 2,00, sono prefabbricate in calcestruzzo vibrocompresso a sezione circolare armata, con base piana d'appoggio e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, atte a garantire la tenuta idraulica perfetta ed una pressione interna di esercizio  $\geq 0,5$  atmosfere.

Le tubazioni saranno armate con gabbia rigida standard in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali; classe di resistenza a rottura > 90 kN/mt; La percentuale minima della sezione dell'armatura, relativa all'area della sezione longitudinale del corpo del tubo, deve essere 0,4% per tondini lisci, e di 0,25% per tondini ad aderenza migliorata. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alle prescrizioni previste dalla normativa contenuta nella Norma UNI EN 1916, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992, esenti da fori passanti, poste in opera su base d'appoggio continua in cls



di classe 250 con rete elettrosaldata, delle dimensioni come da disegno, e gli eventuali rinfianchi come da indicazione del calcolatore statico (il tutto compreso) compreso l'onere del controllo della livelletta con l'ausilio di idonee apparecchiature laser. La resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo non deve essere inferiore a 45 Mpa (450 kg/cmq). L'assorbimento d'acqua del calcestruzzo non dovrà superare il 6% della massa"

La giunzione viene fatta mediante anelli di tenuta in gomma incorporati nel bicchiere del tubo circolare vibrocompresso armato durante la fase di costruzione del tubo stesso e saldamente ancorati ad esso. Gli anelli in gomma del tipo indicato dovranno garantire la tenuta idraulica perfetta, e dovranno essere prodotti, controllati e certificati a norma UNI EN 681. La giunzione fra le tubazioni in CLS dovrà essere realizzata esclusivamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro, previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento UNI EN 1916 e quelle relative alle guarnizioni in gomma, dove la compressione ottimale della gomma è individuata tra il 28 ed il 42% per assicurarne la perfetta tenuta idraulica, che dovrà invece discendere dalla geometria di maschio e femmina e dalla qualità della gomma.

Gli elastomeri che compongono le guarnizioni devono essere in gomma vulcanizzata. Nel caso specifico di possibile contatto con olio lubrificante, con idrocarburi della serie alifatica ed aromatica, e con benzina, le guarnizioni dovranno essere costituite da gomma nitrilica, butadiene o acrilonitrile, sempre comunque nel rispetto della Normativa UNI EN 681.

La miscela della gomma dovrà avere proprietà di resistenza "buona" e/o "eccellente" ad olio, benzina e ai solventi (idrocarburi alifatici - aromatici), con gamma di durezza 40 - 95 (durometro A), e dovrà avere una buona resistenza alle deformazioni permanenti a compressione.

Le guarnizioni di tenuta dovranno poter garantire la tenuta idraulica perfetta.

Dovranno essere marchiate dal Fornitore ed integrate nel bicchiere del tubo all'atto della sua costruzione, ed il Produttore dovrà operare con tutte le opportune cure per l'immagazzinamento sia delle guarnizioni stesse che dei tubi già di esse muniti.

La tubazione di drenaggio acqua per il sistema di filtrazione è in Pead DN160 e 315 rigida del tipo UNI 7611 – tipo 312 per condotte di drenaggio con la larghezza delle fessure pari a 4 mm e l'interasse in modo che risulti una superficie fessurata di almeno il 7% della superficie totale del tubo. Le tubazioni sono saldate in opera testa a testa.

Per le mandate e i collettori delle pompe si è previsto tubazioni in acciaio Inox AISI 304, saldati grezzi, secondo norme ASTM A 240, prodotto da azienda certificata ISO 9001, fornito in barre.

L'acciaio impiegato dovrà essere del tipo AISI304. I tubi e pezzi speciali dovranno essere dimensionati secondo le indicazioni della Direzione dei Lavori. I tubi e i pezzi speciali di acciaio prima dell'applicazione del rivestimento protettivo dovranno essere sottoposti in officina alla prova idraulica, assoggettandoli ad una pressione tale da generare nel materiale una sollecitazione pari a 0,5 volte il carico unitario di snervamento. Per i pezzi speciali, quando non sia possibile eseguire la prova idraulica, saranno obbligatori opportuni controlli non distruttivi delle saldature, integrati da radiografie. Sui lotti di tubi e pezzi speciali saranno eseguiti controlli di accettazione statistici, per accertarne le caratteristiche meccaniche, eseguiti secondo le indicazioni fornite dalla Direzione dei Lavori.

I raccordi devono essere di acciaio da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI-EN 10253/02.

Le flange devono essere di acciaio, del tipo da saldare a sovrapposizione o del tipo da saldare di testa, con caratteristiche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1092-1/03.

Le flange a collarino saranno ricavate in un solo pezzo da fucinati di acciaio e avranno superficie di tenuta a gradino secondo la UNI EN 1092-1/03.

I bulloni a testa esagonale ed i bulloni a tirante interamente filettato devono essere conformi alla UNI 6609/69 e UNI 6610/69.

Gli elementi di collegamento filettati devono avere caratteristiche meccaniche non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 20898-2/94 per la classe 4.8.

I raccordi ed i pezzi speciali di ghisa malleabile devono avere caratteristiche qualitative non minori di quelle prescritte dalla UNI EN 1562/99 per la ghisa W-400-05 (a cuore bianco) o B-350-10 (a cuore nero) e caratteristiche costruttive conformi alla UNI EN 10242/01.

Partenza	Arrivo	Materiale	Diametro
Stazione di sollevamento n°1	Tratt preliminari	PEAD PN6	DN 600
Tratt preliminari	Sollevamento n°2	PEAD PN3.2	DN 800
Sollevamento n°2	Scarico Lambro troppo pieno	PEAD PN3.2	DN 800
Sollevamento n°2	Fitodepurazione aerata	PEAD PN6	DN 315
Fitodepurazione aerata	FWS	PEAD PN3.2	DN 600
Uscita fanghi attivi	FWS	PEAD PN3.2	DN 200
FWS	Scarico fosso	PEAD PN3.2	DN 400

Tabella 3 –Linea completa con le tubazioni di collegamento corrispondenti

### 1.3.7 Pozzetti

Tutti i pozzetti sono prefabbricati in c.a.v., per evitare la realizzazione in opera, riducendo i costi ed i rischi sul luogo di lavoro; sono completi di soletta di copertura, telaio e chiusino in ferro zincato martellinato, compreso la stuccatura degli elementi con malta cementizia, la sigillatura dei giunti, letto di posa e rin fianchi in Rck 150 di spessore non inferiore a 100 mm.

I pozzetti saranno eseguiti secondo i disegni di progetto, sia che si tratti di manufatti realizzati in opera che prefabbricati.

## 1.4 OPERE DI MESSA IN SICUREZZA IDRAULICA E RIQUALIFICAZIONE FLUVIALE

### 1.4.1 Opere in massi naturali

#### Generalità

La difesa di sponda sarà realizzata con massi di pietra granitica di dimensione minima 0.80x0.80x0.80 m.

#### Caratteristiche dei materiali

I massi naturali utilizzati per la costruzione dell'opera dovranno corrispondere ai requisiti essenziali di compattezza, omogeneità e durabilità; dovranno inoltre essere esenti da giunti, fratture e piani di sfalsamento e rispettare i seguenti limiti:

- peso volumico: > 24 kN/m<sup>3</sup> (2400 kgf/m<sup>3</sup>)
- resistenza alla compressione: > 50 N/mm<sup>2</sup> (500 kgf/cm<sup>2</sup>)
- coefficiente di usura: < 1.5 mm
- coefficiente di imbibizione: < 5%

- gelività: il materiale deve risultare non gelivo

I massi naturali saranno di peso non inferiore a quanto prescritto dalla Direzione Lavori, non dovranno presentare notevoli differenze nelle tre dimensioni e dovranno risultare a spigolo vivo e squadriati.

#### Modalità esecutive

I massi da impiegare dovranno essere approvvigionati a piè d'opera lungo il fronte del lavoro; la ripresa ed il trasporto del materiale al luogo di impiego dovranno essere fatti senza arrecare alcun danno alle opere. Il materiale dovrà essere accostato con l'utilizzo di tavoloni o scivoloni, in grado di proteggere le opere idrauliche: è tassativamente vietato il rotolamento dei massi lungo le sponde.

I massi dovranno essere collocati in opera uno alla volta, in maniera che risultino stabili e non oscillanti e in modo che la tenuta della berma nella posizione più lontana dalla sponda sia assicurata da un masso di grosse dimensioni.

Se i lavori andranno eseguiti sotto il pelo dell'acqua, i massi saranno collocati alla rinfusa in uno scavo di fondazione delle dimensioni prescritte, verificando comunque la stabilità dell'opera.

#### Prove di accettazione e controllo

Prima di essere posto in opera, il materiale costituente la difesa dovrà essere accettato dalla Direzione Lavori che provvederà per ogni controllo a redigere un apposito verbale.

Dovranno essere eseguiti almeno cinque controlli di accettazione: l'esito di tale controllo sarà vincolante per l'accettazione della partita relativa al suddetto tratto di opera.

Il controllo consisterà nella individuazione da parte della Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, di almeno trenta massi che dovranno essere singolarmente pesati.

La partita non verrà accettata se il peso di un solo masso verificato risulterà inferiore al peso minimo previsto in progetto.

Se la verifica avrà invece esito positivo, si procederà al prelievo di campioni da inviare ad un laboratorio ufficiale per l'esecuzione delle prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche del materiale da porre in opera.

Le prove relative alla determinazione delle caratteristiche fisiche dei massi naturali (determinazione del peso specifico, del coefficiente di imbibizione e della gelività) saranno effettuate, a carico dell'Impresa, seguendo quanto riportato al Capo II delle "Norme per l'accettazione delle pietre naturali da costruzione" di cui al R.D. 16 novembre 1939, n° 2232; per le prove di resistenza meccanica (resistenza alla compressione e all'usura per attrito radente), si farà riferimento al Capo III della stessa normativa.

L'Impresa dovrà consegnare alla Direzione Lavori i certificati del laboratorio ufficiale relativi alle prove sopra indicate, che dovranno dimostrare il rispetto dei limiti imposti dal Capitolato. Se i risultati delle misure o delle prove di laboratorio non rispetteranno i limiti prescritti, il materiale, per la tratta sotto controllo, verrà scartato con totale onere a carico dell'Impresa.

Tutti gli oneri derivanti dalla necessità di eseguire le prove di accettazione saranno a carico dell'Impresa.

### **1.4.2 Geotessili in tessuto non tessuto**

#### Generalità

I geotessili in tessuto non tessuto potranno essere usati con funzione di filtro per evitare il passaggio della componente fine del materiale esistente in posto, con funzione di drenaggio.

I geotessili andranno posati dove espressamente indicato dai disegni di progetto o dalla Direzione Lavori.

#### Caratteristiche dei materiali

Il geotessile sarà composto da fibre sintetiche in poliestere o in polipropilene, in filamenti continui, coesionate mediante sgugliatura meccanica senza impiego di collanti o trattamenti termici, o aggiunta di componenti chimici.

I teli saranno forniti in rotoli di altezza non inferiore a 5.30 metri. In relazione alle esigenze esecutive ed alle caratteristiche del lavoro, verranno posti in opera geotessili di peso non inferiore a 2.0 N/m<sup>2</sup> (200 g/m<sup>2</sup>). In funzione del peso unitario, i geotessili dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

spessore a secco > 15 mm

resistenza a trazione > 12 kN/m

allungamento al carico massimo > 80 %

La superficie del geotessile dovrà essere rugosa ed in grado di garantire un buon angolo di attrito con il terreno. Il geotessile dovrà essere inalterabile a contatto con qualsiasi sostanza e agli agenti atmosferici, imputrescibile, inattaccabile dai microrganismi e dovrà avere ottima stabilità dimensionale.

#### Modalità esecutive

Il terreno di posa dovrà essere il più possibile pulito da oggetti appuntiti o sporgenti, come arbusti, rocce od altri materiali in grado di produrre lacerazioni.

I teli srotolati sul terreno verranno posti in opera mediante cucitura sul bordo fra telo e telo, o con sovrapposizione non inferiore a 30 cm.

#### Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima dell'inizio dei lavori, dovrà presentare alla D.L. i certificati rilasciati dal Costruttore che attestino i quantitativi acquistati dall'Impresa e la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

### **1.4.1 Realizzazione di fascia ripariale**

#### Generalità

Tutte le superfici che corrono in destra al fiume Lambro tra l'alveo e l'impianto di fitodepurazione fino al canale di scarico saranno interessate da interventi per la realizzazione di una strutturata fascia di vegetazione riparia tramite la piantagione di talee di salicacee associata alla piantagione di piantine radicate nella parte terminale dell'area di intervento, dove la falda è più superficiale

#### Caratteristiche dei materiali

La scelta delle tipologie vegetali e delle specie si fonda sui principi di valorizzazione ambientale dell'area mediante l'utilizzo di specie autoctone adatte al contesto locale che abbiano nel contempo una chiara valenza paesaggistica ed ornamentale (Pignatti, 1982; Regione Lombardia, 1997; ERSAF, 2003).

Le talee sono segmenti di fusto capaci di produrre radici avventizie, dando origine ad un altro esemplare. E si prevede di utilizzare talee piccole - fusto legnoso di 50 cm e del diametro di circa 2 cm – e talee grosse - fusto legnoso di 100 cm e del diametro di circa 5 cm. In tutti i casi dovranno essere di età non inferiore a 2-3 anni, adatte alla piantagione in apposita buca o per infissione, dei tipi e delle specie previsti dal progetto esecutivo e dalla D.L.

Alberi ed arbusti dovranno essere forniti esenti da malattie, parassiti e deformazioni, corrispondenti, per specie, cultivar caratteristiche e dimensioni (proiezione, densità, forma della chioma ecc.), al computo metrico estimativo e degli elaborati progettuali, scartando quelle con portamento stentato, irregolare o difettoso.

La parte aerea delle piante dovrà avere portamento e forma regolari, presentare uno sviluppo robusto, non "filato", che non dimostri una crescita troppo rapida o stentata.

Gli arbusti dovranno essere ramificati a partire dal terreno, con non meno di cinque ramificazioni ed avere l'altezza proporzionata al diametro della chioma.

L'apparato radicale dovrà essere ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari. Potranno eventualmente essere fornite a radice nuda soltanto le specie a foglia caduca, mentre quelle sempreverdi dovranno essere consegnate in contenitore o con pane di terra.

Su richiesta della D.LL. dovrà essere fornito il passaporto fitosanitario, come previsto da normativa vigente.

#### Modalità esecutive

Le buche di piantagione per alberi e arbusti dovranno essere predisposte smuovendo e asportando il terreno sino alla profondità necessaria predisponendo i necessari accorgimenti correttivi se vengono rilevati ristagni di acqua al fondo delle buche.

La profondità di scavo per collocare a dimora alberi e arbusti dovrà rispettare, le dimensioni delle piante, relativamente alle dimensioni delle zolle ed alla necessità della loro più agevole collocazione.

A titolo di prescrizione generale la profondità di scavo dovrà consentire una messa a dimora delle piante in modo che il livello uniforme di progetto del terreno e il colletto dei fusti si trovino alla stessa quota.

Qualora lo strato di terreno al fondo della buche si presenti eccessivamente compatto formando una suola impermeabile, l'Impresa dovrà provvedere ad una "rottura" della stessa, e intervenire con tutti gli accorgimenti necessari ad evitare ristagni di acqua sotto alla zolla.

Dopo la piantagione, la superficie del suolo deve essere congruagliata e scaricata.

Le piantine dovranno essere evidenziata con la posa di una canna di bamboo di altezza fuori terra di almeno 100 cm.

Dopo l'impianto (in cui è prevista una bagnatura iniziale con litri 20) si dovrà innaffiare ogni pianta con un quantitativo d'acqua da 1 a 3 litri/giorno.

#### Prove di accettazione e controllo

L'Impresa, prima della messa in opera delle piante, dovrà presentare il materiale vegetale alla D.L per la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

Dopo l'esecuzione sarà sempre il direttore dei lavori a provvedere alla verifica della corretta esecuzione dell'opera nei termini sopra descritti.

### **1.4.2 Altre opere di ingegneria naturalistica**

#### **Palizzata viva**

Opere di piccole dimensioni per il contenimento del terreno (30-50 cm in elevazione) da realizzarsi in presenza di microfrane o comunque in situazioni di dissesto spondale puntuale. Le palizzate sono sistemazione a gradoni di pendii o scarpate o a difesa dall'erosione di piede di sponda o costruzione di banchine spondali praticabili in terreni soffici e a granulometria fine (argilla, limi, sabbia), e sono realizzate con paleria di castagno sbucciato orizzontale fissata con filo di ferro zincato a picchetti verticali in castagno profondamente infissi nel suolo.

#### Caratteristiche dei materiali

Paleria in castagno scortecciato del diametro di 15/18 cm. Filo di ferro zincato  $\varnothing$  2-3 mm.

#### Modalità esecutive

Per la sua realizzazione deve essere prima eseguita una profilatura del terreno in modo da consentire l' infissione nel terreno dei pali verticali per 2/3 della lunghezza. Segue la collocazione di più pali orizzontali, fermati a quelli verticali con filo di ferro con almeno 1 dei pali orizzontali deve risultare completamente immerso nel terreno. Eeventuale si può provvedere al riempimento sul retro con fascina di salici o materiale lapideo.

#### Prove di accettazione e controllo

L'impresa dovrà presentare il materiale vegetale alla D.L per la rispondenza del materiale ai requisiti sopra indicati ed alle prescrizioni progettuali.

Dopo l'esecuzione sarà sempre il direttore dei lavori a provvedere alla verifica della corretta esecuzione dell'opera nei termini sopra descritti.

## **1.5 REGOLAZIONE E MONITORAGGIO**

### **1.5.1 Sensore di ossigeno**

Un sensore di ossigeno è installato nel pozzetto in cui avviene anche il prelievo dei campioni automatico in uscita. Il sensore è collegato al PLC di controllo generale.

Misuratore di ossigeno disciolto con tecnologia della luminescenza per utilizzo in impianti di depurazione a fanghi attivi, completo di centralina digitale di controllo, tubo porta sonda in PVC ad immersione da 2,3 m per sensore LDO, supporto per tubo con perno regolabile

Specifiche Tecniche Sensore:

Dimensioni: diametro 60 mm, lunghezza 290 mm

Peso: 1,4 Kg

Materiale sonda: Noryl e AISI 316

Materiale sensore: Polibutile di metacrilato

Temperatura di esercizio: 0.0° - + 50 °C

Termocompensatore: NTC 30K Ohm resistor, compensazione automatica

Minimo flusso campione richiesto: nessuno

Intervallo di misura: 0.00-20.0 mg/l OD al 200% saturazione

Risoluzione: 0.01 mg/l a 0.01% di saturazione

Ripetibilità: .05 ppm

Accuratezza: <1ppm ± 0.1ppm; >1 ppm ± 0.2 ppm

Sensibilità: ±0.05%

Tempo di risposta a 20°C: per 90% della lettura < 30 secondi; per il 95% <90 secondi

Cavo Sensore: 10 metri con plug integrato a tenuta. Per distanze maggiori utilizzare scatolaletta

di derivazione e cavo aggiuntivo.

Distanza massima dalla centralina: 300 metri

Lunghezza: 290 mm

Diametro: 60 mm

Peso: 1.4 Kg

Diametro filetto innesto tubazione per installazione: 1 7/8" ID

Garanzia sonda: 3 anni

Garanzia sensore: 1 anno

Specifiche tecniche centralina digitale di controllo

Dimensioni: 150x144x144 mm

Peso: 1,6 Kg

Display: LCD , 128x64 pixels quando illuminato

Temperatura: 0.0-100.0°C

Grado di protezione IP66

Uscite analogiche: 2 uscite configurabili : 0.00-20.00 mA oppure 4.00-20.0 mA

Condizioni ambientali: Operative: -20 ° C a +60° C, 0 a 95 % umidità relativa, non condensata

Stoccaggio: -30 a + 70° C, 0 a 95 % umidità relativa, non condensata.

Accuratezza:  $\pm 0.1\%$  of span

Sensibilità:  $\pm 0.05$  of span

Ripetibilità:  $\pm 0.05$  of span

Temperatura per deriva: Zero e span:  $\pm 0.02\%$  di span per °C

Tempo di risposta: 1- 60 secondi per il 90%

Relay: Tre relay elettromeccanici; contatti tipo SPDT (Form C) , U.L rate 5° 115/230 VAC, 5° @30 VDC res.

Modalità operativa: ogni relay può essere configurato per limiti alti o bassi di allarme

Modalità di controllo: Impostabili fasi di alta/bassa, setpoint, deadband, ritardo, accensione e spegnimento.

Allarmi: Impostabili allarmi di minima, max, ecc

Stato: non configurabile , i relay vengono attivati solo quando esistono le condizioni di allarme

Indicatori: sul display appare la lettera corrispondente al relay attivato

Termocompensatore: automatico per temperature comprese tra 0.0 ° C– 50°C, oppure selezionabile dall'utente

Alimentazione: 100-230 v AC,  $\pm 10\%$ , 50\*60 Hz

Uscite analogiche: due uscite 4/20 mA isolate,  
carico massimo 600 ohm

### **1.5.2 Campionatori automatici**

Per il prelievo dei campioni in occasione di eventi di pioggia ed in generale con le tempistiche volute, si prevedono due campionatori automatici (auto-sampler), uno in ingresso già esistente e solo da collegare al PLC, e l'altro in uscita dal sistema di fitodepurazione aerato.

I campionatori saranno inseriti all'interno di appositi locali tecnici. L'azionamento del campionatore in ingresso è comandato tramite il PLC generale di controllo collegato ad un sensore di livello posto all'interno della stazione di sollevamento n°1.

Il campionatore in uscita dal sistema è collegato al misuratore di portata in uscita e il tubo di aspirazione del campionatore di valle è collocato in apposito pozzetto posto a valle della confluenza tra le tubazioni di scarico dei 4 settori dei sistemi aerati.

Il nuovo dispositivo di campionamento automatico dovrà rispondere alle seguenti specifiche tecniche:

- Campionatore fisso automatico refrigerato non autosvuotante;
- Cabina in acciaio inossidabile;
- tubo di aspirazione di 7,5 m (PVC, 12 mm);
- Finestra della porta superiore impermeabile ai raggi UV;
- N. 1 connettore RS232;
- Filtro in AISI304 da 180 mm;

- N.4 contatti relè (malfunzionamento generale, programma attivo, fine programma, campionamento);
- Campionamento con tecnica a vuoto;
- Campionamento proporzionale su base Tempo, Portata (Volume Costante / Tempo Variabile) ed Evento;
- Il campionatore è equipaggiato con bicchiere di dosaggio in plastica;
- Volume Campione: 20-350 ml, selezionabile;
- Sistema di riscaldamento/raffreddamento automatico;
- temperature del vano bottiglie: 4° C;
- n° 24 bottiglie in PE da 1 litro;
- Struttura in acciaio AISI316;
- Materiale del tetto Styrosun;
- Alimentazione 230V, spina europea.
- Quadro elettrico e PLC di controllo con display a cristalli liquidi

### **1.5.3 Misuratori di portata in uscita**

Per la misura delle portate in uscita al sistema si prevede un misuratore di portata ad ultrasuoni del tipo Area-Velocity completo di visualizzatore e registratore su nastro, installato nella tubazione di scarico nel sistema a flusso libero: indica sul display i dati fondamentali, stampa un grafico continuo della portata, e a intervalli di tempo stabiliti (1 ora, 1 giorno ecc.), stampa righe di testo con la indicazione del volume totalizzato e dei valori massimo/medio/minimo del periodo intercorso; il registratore sarà installato nell'apposito locale tecnico assieme al campionatore.

Alimentazione: alimentatore 220V/12V, 2 batterie a torcia da 6V, batterie ricaricabili 12V; Collegamenti in uscita: o di serie - uscita seriale in codice ASCII; opzionali - uscite 4-20 mA; Misura della velocità: da -1,5 a +6,1 m/s; Misura di Livello minimo: 5 cm con sonda standard; 2,5 cm con sonda a basso profilo (altezza 1,9cm x3,3x15); Misura di Livello massimo: con sonda a basso profilo o standard = da 0 a 3 metri; con sonda a range esteso = da 0 a 9 metri

### **1.5.4 PLC generale di controllo**

Il sistema di depurazione delle acque di sfioro sarà controllato tramite un sistema SCADA di controllo.

L'elaborazione del sistema di controllo è a carico della ditta costruttrice, sulla base della logica operativa richiesta in fase progettuale.

Il sistema di controllo generale del sistema deve avere le seguenti caratteristiche minime:

- Funzione di monitoraggio: il sistema deve garantire una interfaccia visuale semplice tra il processo e l'operatore, tramite valori e grafici incorporati in una struttura grafica rappresentate il processo di depurazione visualizzabili sullo schermo di un personal computer che sarà installato nel locale tecnico. Tale struttura grafica potrà essere visualizzabile anche da remoto tramite connessione internet, tramite l'installazione di modem per l'accesso alla rete.
- Funzioni di allarme: il sistema dovrà visualizzare messaggi di allarme in caso di rilevati malfunzionamenti; i messaggi di allarme potranno anche essere inviati via sms al personale operativo.
- Data logging: archiviazione dati in record elettronici consultabili dall'operatore ed



esportabili in file CSV o excel, o altro formato poi utilizzabile tramite opportune conversioni negli usuali software di calcolo (es. MS Excel)

Il sistema deve ricevere dati ed allarmi da:

- Stazione di sollevamento iniziale
- Misuratore di portata ingresso esistente
- Campionatore automatico in ingresso esistente
- N°2 Filtri a coclea (motore, livello in vasca)
- N° 2 dissabbiatori (motore coclee, livello in vasca, soffianti)
- Stazione di sollevamento per alimentazione fitodepurazione (n°4 pompe, n°4 elettrovalvole per svuotamento parziale sistema di alimentazione, sensore di livello)
- N°2 compressori con inverter
- N°4 Sensori di livello vasche aerate
- Sensore di ossigeno
- Campionatore automatico in uscita
- Misuratore di portata tipo A/V in uscita

Il sistema deve garantire il monitoraggio dei seguenti parametri:

- Amperaggio componenti;
- Pressione pompe;
- Tempi di avvio e arresto pompe
- Portata sollevata da ogni pompa (in base a calcolo del tempo di accensione)
- Pressione compressore
- Tempi di avvio e arresto compressore
- Frequenza compressore
- Consumo elettrico di ogni componente
- On/off valvole, griglia, dissabbiatore

Le pompe della prima stazione di sollevamento potranno funzionare secondo due modalità operative:

- In serie, secondo i galleggianti di marcia/arresto
- secondo una logica pausa-lavoro e permettendo di impostare i cicli di funzionamento di 1-2-3 pompe contemporaneamente

Inoltre, le pompe dovranno poter essere disattivate dopo un periodo di tempo X dall'inizio dell'evento di sfioro, corrispondente ad una portata massima giornaliera trattata e differenziabile a seconda di eventi di tipo A ed eventi di tipo B (selezione operata dal PLC in base alle portate misurate e ai tempi di sfioro)

Le pompe della seconda stazione di sollevamento potranno funzionare secondo due modalità operative:

- In contemporanea, secondo i galleggianti di marcia/arresto
- secondo una logica pausa-lavoro;

permettendo di impostare diverse modalità operative in base al numero di pompe in funzione contemporaneamente (es partenza alternata pompe 1-2 e 3-4) ed in funzione del tipo di evento A o B (selezione operata dal PLC in base alle portate misurate e ai tempi di sfioro)

Inoltre, le pompe dovranno poter essere disattivate dopo un periodo di tempo X dall'inizio dell'evento di sfioro, corrispondente ad una portata massima giornaliera trattata e differenziabile a seconda di eventi di tipo A ed eventi di tipo B (selezione operata dal PLC

in base alle portate misurate e ai tempi di sfioro)

Il compressore, munito di inverter, potrà funzionare secondo diverse modalità operative in base a:

- classificazione tipo di evento A o B (selezione operata dal PLC in base alle portate misurate e ai tempi di sfioro); in caso di evento A il PLC consente di impostare un dato valore di frequenza (es 50 Hz), in caso di evento B un differente valore di frequenza (es 25 Hz). Il compressore dovrà in ogni caso partire sempre con la massima frequenza di 50 Hz
- livelli idrici misurati in vasca: : in base al livello di ossigeno il PLC potrà operare una modulazione di frequenza secondo diversi algoritmi
- misurazione livello di ossigeno a valle: in base al livello di ossigeno il PLC potrà operare una modulazione di frequenza secondo diversi algoritmi

Specifiche generali:

Linguaggio: italiano

PC fisso di adeguata potenzialità, operante in sistema Windows

Ogni componente elettromeccanica è connessa a uno o più PLC collegati al sistema SCADA; la misura dei parametri da essere controllati viene fatta usando sensori e strumentazioni come valvole on/off, trasduttori di pressione, ecc connessi al sistema SCADA tramite sottosistemi I/O

## **1.6 OPERE ACCESSORIE**

### **1.6.1 Collegamenti elettrici**

Per il collegamento delle varie utenze, sarà prevista una prima derivazione in media tensione dalla cabina elettrica esistente. Sarà quindi prevista una cabina di trasformazione in locale tecnico posizionato accanto alla stazione di sollevamento n°1, dalla quale dovranno essere previsti idonei cavidotti in polietilene, con pozzetti elettrici ogni 25 m, collegati alle varie utenze.

Per il collegamento dalla cabina esistente alla nuova cabina di trasformazione è previsto un cavidotto in polietilene o PVC DN200, con cavo RG7H1R 12/20kV 3x1x35mm<sup>2</sup>.

Per il collegamento tra il reparto trasformazione e i quadri di bassa tensione è previsto un cavo FG7R 0,6/1kV sez. 3(1x240)+(1x120)mmq.

Per il collegamento della stazione di sollevamento n°1 si deve garantire una potenza di 70 kW. In base al percorso ipotizzato, è necessario un cavo flessibile conforme CEI 20-13 e designazione secondo CEI UNEL 35011, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo con sottoguaina in pvc, tensione nominale 0,6-1 kV, non propagante l'incendio conforme CEI 20-22 II: tetrapolare FG7R 0,6/1kV sez. 3(1x70)+(1x35)mmq

Per il collegamento della stazione di sollevamento n°2, dei compressori, dei trattamenti preliminari, delle restanti utenze minori, e del misuratore di portata si deve garantire una potenza di 150 kW. In base al percorso ipotizzato, è necessario un cavo flessibile conforme CEI 20-13 e designazione secondo CEI UNEL 35011, isolato con gomma etilenpropilenica ad alto modulo con sottoguaina in pvc, tensione nominale 0,6-1 kV, non propagante

l'incendio conforme CEI 20-22 II: tetrapolare FG7R 0,6/1kV sez. 3(1x240)+(1x120)mmq. Il cavo poi si divide alle varie utenze con cavi FG7OR 0,6/1kV sez. 5X16mmq

### **1.6.2 Locale tecnico per trasformazione media-bassa tensione.**

#### **Generalità e caratteristiche del quadro di Media Tensione con involucro metallico**

I quadri di media tensione per interno sono composti dall'affiancamento coordinato di scomparti modulari normalizzati in un'esecuzione estremamente compatta (grazie all'utilizzo di apparecchiature di sezionamento ed interruzione in SF<sub>6</sub>). I quadri MF sono conformi alle normative internazionali vigenti (CEI EN 62271-200) e sono stati sottoposti a tutte le prove di tipo presso primari laboratori indipendenti italiani ed esteri. L'isolamento delle parti in tensione è in aria. Ogni scomparto con involucro metallico è generalmente costituito da due celle di potenza (sbarre/interruttori-cavi) e da un cassonetto porta strumenti; il vano ove sono ubicate le sbarre omnibus è segregato metallicamente, dalla cella interruttore-cavi, il vano porta-strumenti è a sua volta segregato dalla cella sbarre. Gli scomparti della serie MF sono predisposti per contenere i seguenti apparecchi:

- Interruttori di manovra-sezionatori/sezionatori di terra in SF<sub>6</sub> della serie FLUORSWITCH IMS6
- Sezionatori di linea/terra in SF<sub>6</sub> tipo della serie FLUORSWITCH SLT6
- Interruttori in SF<sub>6</sub> o in vuoto

I quadri sono realizzati con struttura portante in lamiera da 20/10 mm, verniciata alle polveri epossidiche, conferendo alla struttura stessa una notevole robustezza ed una resistenza al tempo ed agli agenti atmosferici. Le portelle di accesso al vano cavi (interruttori, fusibili, T.A. , T.V. ecc.) sono a cerniera ed apribili solo dopo aver liberato il blocco porta.

Tutti i comandi delle apparecchiature sono disposti sul fronte del quadro per facilitarne l'ispezione o l'eventuale manutenzione. La barra principale del circuito di terra -con una sezione minima di 75 mmq -è disposta sul fronte in corrispondenza della base del quadro; da essa vengono derivate le barre di terra di ciascuno scomparto per la messa a terra delle varie apparecchiature (sezione minima 75 mmq.). Il vano porta-strumenti, ove previsto, è disposto sul fronte dello scomparto in corrispondenza del vano sbarre. All'interno di tale vano è predisposta una piastra grigliata ed incernierata che rende molto semplice la realizzazione di modifiche e/o l'aggiunta di ulteriori cablaggi. La portella del vano porta-strumenti può essere dotata di chiusura a chiave. Sulla sommità di tale vano è ricavata una canaletta, dotata di chiusura metallica, che consente di realizzare agevolmente tutti i collegamenti inter-pannelli dei cavi ausiliari.

#### **Sicurezza**

Le seguenti caratteristiche ed accessori garantiscono la massima sicurezza del personale:

- Grado di protezione (IP2X all'interno del quadro, e fino a IP3X sull'esterno involucro)
- Tenuta all'arco interno
- Una serie di interblocchi meccanici che impediscono un'errata sequenza di manovra:
  - Chiusura dell'interruttore di manovra-sezionatore o del sezionatore, possibile solo con terra aperta e con portella di accesso chiusa
  - Chiusura del sezionatore di terra possibile solo con l'interruttore di manovra-sezionatore o sezionatore, aperto
  - Apertura della portella di accesso alla cella linea possibile solo con sezionatore di terra chiuso
  - Per gli scomparti con interruttore, la manovra di chiusura e apertura del sezionatore è possibile solo ad interruttore aperto

- Blocchi a chiave o predisposizione per lucchetti
- Sezionatore di terra in SF<sub>6</sub> con potere di chiusura
- Rilevatori di presenza tensione realizzati con trasduttori opto-elettrici ad isolamento galvanico (fibre ottiche) nel rispetto del D.P.R. 547 e dei successivi aggiornamenti.
- Continuità elettrica della struttura metallica
- Oblò sul fronte del quadro che consente di verificare la posizione dei contatti dei sezionatori o di ispezionare il vano cavi.

### **Apparecchiature di manovra e sezionamento**

Gli apparecchi di manovra e sezionamento per media tensione utilizzano l'esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>) per l'isolamento e l'interruzione. Tale gas è stabile, inerte, non infiammabile ed atossico. E' circa cinque volte più pesante dell'aria ed ha eccellenti proprietà dielettriche. La rigidità dielettrica del gas SF<sub>6</sub> alla pressione atmosferica è circa tre volte più grande di quella dell'aria. Questa particolarità consente di ridurre notevolmente le distanze tra le parti in tensione e, conseguentemente, le dimensioni degli apparecchi. Tali apparecchi sono essenzialmente costituiti da un involucro metallico in acciaio inossidabile sigillato a vita e contenente SF<sub>6</sub> alla pressione relativa di 0.13 MPa (riferita a 20 °C).

All'interno di tale involucro sono alloggiati i contatti (fissi, mobili e di terra), le camere d'arco ed cinematismi per la trasmissione del movimento agli stessi contatti mobili. L'utilizzo dell'acciaio inox rende possibile il collegamento al sistema di terra, evitando in tal modo che, ad apparecchio aperto, correnti di fuga passino tra entrata ed uscita. L'acciaio inossidabile dà le più ampie garanzie in termini di tenuta e resistenza agli stress di natura meccanica, elettrica e termica, non essendo soggetto a fenomeni di invecchiamento. I collegamenti elettrici esterni sono realizzati mediante isolatori passanti in resina epossidica e la tenuta del gas sull'involucro è garantita da guarnizioni toroidali O-Ring. La massima visibilità della posizione dei contatti principali nelle tre posizioni stabili (Aperto-Chiuso-a Terra) è assicurata da un apposito oblò, del diametro di 95 mm, posto sulla parte frontale dell'apparecchio oltre che essere chiaramente segnalata dagli indicatori meccanici del comando, montati direttamente sull'albero dell'equipaggio mobile. Eventuali sovrappressioni di origine interna sono limitate dalla rottura della membrana della valvola di sicurezza posizionata sulla parte posteriore dell'involucro, in modo tale da poter canalizzare i gas, senza rischi per l'operatore. Questi apparecchi, corredati di comando a manovra indipendente (manuale e/o motorizzato) del tipo a superamento del punto morto o ad accumulo di energia, funzionano da interruttori di manovra-sezionatori e sezionatori di terra con potere di chiusura; quando invece sono corredati di comando a manovra dipendente, funzionano come sezionatori di linea e di terra.

Questi apparecchi sono inoltre contraddistinti dalle seguenti caratteristiche:

- Distanza tra le fasi di 230 mm. che garantisce comunque l'isolamento in aria anche a 24 kV.
- Contatti mobili del tipo a cerniera per individuare rapidamente la posizione dei contatti mobili attraverso l'oblò.
- Isolatori passanti con presa capacitiva per il dispositivo rivelatore di presenza tensione (trasduttore opto -elettrico in fibra ottica) posto sul fronte del comando in modo da avere un corpo unico con l'apparecchio.
- Comandi a manovra indipendente a superamento del punto morto senza (tipo C1) e con riserva di energia per lo sgancio dei fusibili (tipo C2), che possono essere entrambi motorizzabili.

- Comandi a manovra dipendente per le apparecchiature di sezionamento (tipo M1 ed M2) permettono anche la manovra simultanea di più apparecchi posizionati sullo stesso scomparto (unità CRB2, APB2).
- Predisposizione dei comandi per l'applicazione dei blocchi a chiave e/o a lucchetti.
- Nessuna necessità di manutenzione sulle parti attive.
- Sicurezza di funzionamento (albero di movimentazione dei contatti unico per linea e terra).
- Facilità di estrazione dal quadro, in maniera tale da consentirne la rapida sostituzione.
- Vita elettrica e meccanica elevata (del tipo ad elevata frequenza di operazioni).

### QMT Quadro Protetto Di Media Tensione

Il quadro, composto da unità modulari standardizzate della serie IMESA –MINIFLUOR o similari, avrà dimensioni di massima 1850 H x 750L+50 mm canalina ausiliari x 1050 in versione a tenuta d'arco interno e risponderà alle caratteristiche elettriche e costruttive riportate nella tabella sottostante:

NORMATIVE DI RIFERIMENTO	-	CEI EN 62271-200
Tensione di esercizio	Us[kV]	<b>15</b>
Tensione nominale di isolamento	Ui[kV]	24
Tensione di tenuta a 50Hz	U[kV]	50
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (1.2/50 µS)	Uw[kV]	125
Corrente termica nominale alle sbarre principali	In[A]	630
Corrente di breve durata nominale	Icw[kA/s]	<b>16</b>
<b>Tenuta all'arco interno</b>	Iif[kA/s]	<b>16KA 1" IAC AFLR ( 4 LATI )</b>
Grado di protezione esterno	IP	3X
Tensione ausiliaria	Vaux[V]	220 Vca
Temperatura massima di servizio	[°C]	40
Temperatura minima di servizio	[°C]	-5

### QMT: DISTINTA DELLE UNITÀ E DEI COMPONENTI

**n. 1 UNITÀ TIPO RW** (250) risalita in cavo completa di isolatore portante e piastra di fissaggio cavi, nella quale saranno installate le seguenti apparecchiature:

- n. 1 Segnalazione presenza tensione in fibra ottica con trasduttore opto-elettrico e divisori capacitivi sugli isolatori portanti
- n. 1 Terna di isolatori portanti

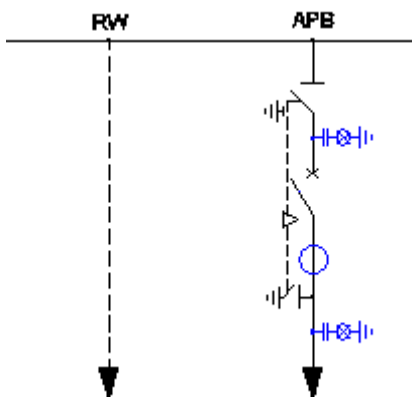
**n. 1 UNITÀ TIPO APB** (750) con sezionatore e interruttore, nella quale saranno installate le seguenti apparecchiature:

- n. 1 SLT6 24.04.16.1: Sezionatore linea/terra in SF6 corredato dei seguenti accessori:
  - n. 1 M1: comando manuale a manovra dipendente
  - n. 1 Blocco a chiave con chiave libera con sezionatore di terra chiuso
  - n. 1 Blocco a chiave con chiave libera con sezionatore di terra aperto

- n. 1 Blocco a chiave con chiave libera con sezionatore di linea aperto
- n. 1 HD4/R 24.06.16: Interruttore ABB in SF6 corredato dei seguenti accessori:
  - n. 1 Bobina di apertura a lancio di corrente
  - n. 1 Blocco a chiave con chiave libera in aperto
  - n. 1 Set di n. 5 contatti ausiliari in commutazione
- n. 1 Sezionatore di terra supplementare per attacco cavi per cella 750
- n. 1 Segnalazione presenza tensione in fibra ottica con trasduttore opto-elettrico e divisori capacitivi sugli isolatori portanti lato cavi
- n. 1 Terna di isolatori portanti
- n. 1 Sistema sbarre rame 630 A

#### ACCESSORI per APB

- n. 1 Relè di protezione a microprocessore Thytronic modello NA16 con datalogger
- n. 2 TA Tor. da cavo a nucleo ch. 300/5 cl 5P30 10VA conformi alla CEI 0-16
- n. 1 TO100/1 cl 5P20 conformi alla CEI 0-16
- n. 1 Resistenza anticondensa con termostato
- n. 1 Chiusura di fondo scomparto



**n. 1 UNITÀ TIPO RW** (250) risalita in cavo completa di isolatore portante e piastra di fissaggio cavi, nella quale saranno installate le seguenti apparecchiature:

- n. 1 Segnalazione presenza tensione in fibra ottica con trasduttore opto-elettrico e divisori capacitivi sugli isolatori
- n. 1 Terna di isolatori portanti

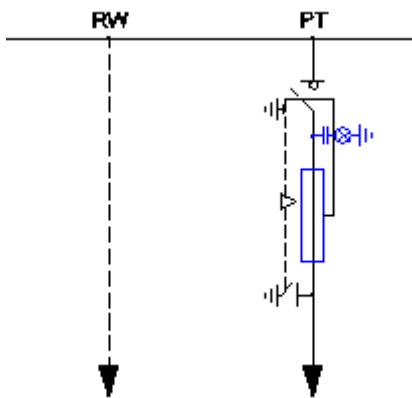
**n. 1 UNITÀ TIPO PT** (600) protezione trasformatore con interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili, nella quale saranno installate le seguenti apparecchiature:

- n. 1 IMS6 24.06.16.1: Interruttore di manovra-sezionatore / sezionatore di terra con potere di chiusura in SF6 corredato dei seguenti accessori:
  - n. 1 C2: Comando manuale a manovra indipendente ed accumulo di energia
  - n. 1 Contatti intervento fusibili
  - n. 1 Bobina di apertura a lancio di corrente
  - n. 1 Blocco a chiave con chiave libera con sezionatore di terra chiuso

- n. 1 Blocco a chiave con chiave libera con sezionatore di terra aperto
- n. 1 Blocco a chiave consenso manovra linea
- n. 1 Sezionatore di terra supplementare per attacco cavi per cella 600
- n. 1 Segnalazione presenza tensione in fibra ottica con trasduttore opto-elettrico e divisori capacitivi sugli isolatori passanti del sezionatore
- n. 2 Terna di isolatori portanti
- n. 1 Portafusibili per cella 600
- n. 1 Sistema sbarre rame 630 A

#### ACCESSORI per PT

- n. 1 Terna di fusibili API 24 kV
- n. 1 Resistenza anticondensa con termostato
- n. 1 Chiusura di fondo scomparto

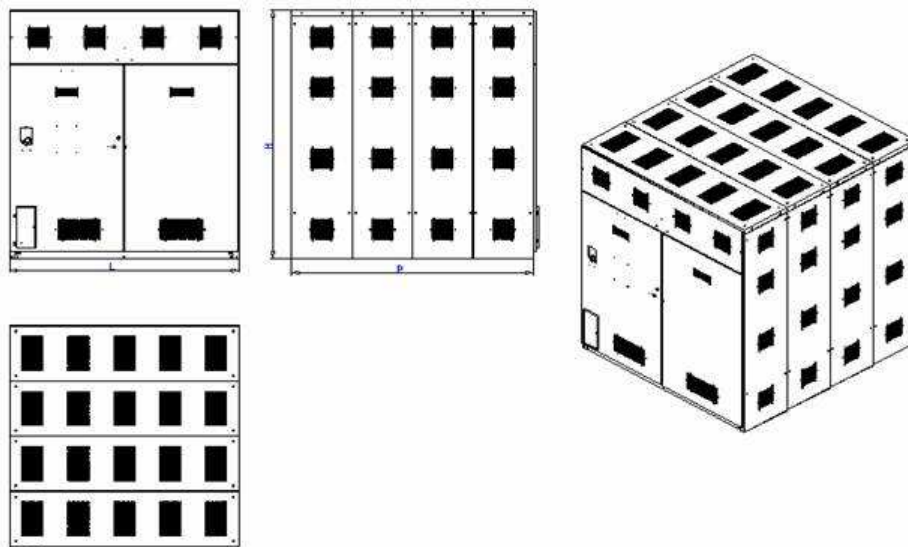


#### QMT: BOX DI ALLOGGIO TRASFORMATORE

Realizzati in lamiera zincata con fronte verniciato, completo di blocco chiave AREL SB1, barra di terra da mmq (30x5 mm).

Finitura frontale RAL 7030

#### DIMENSIONI BOX TRASFORMATORE L 1800 mm P 1150 mm H 2250 mm



**TRAFORMATORE ISOLATO IN RESINA DA 250 KVA**

La presente specifica tecnica descrive e definisce due trasformatori di potenza per distribuzione isolati in resina epossidica con potenza nominale **250** kVA rapporto di trasformazione **15/0,4** kV , gruppo vettoriale Dyn 11 di costruzione GBE spa modello TS3R0250B o similare rispondente alle prescrizioni di seguito indicate :

**CARATTERISTICHE NOMINALI :**

Potenza nominale in servizio continuo in aria naturale	kVA	<b>250</b>
Classe di isolamento	kV	<b>24</b>
Tensione nominale primaria	kV	<b>15</b>
Tensione nominale secondaria a vuoto	V	400
Gruppo vettoriale	tipo	Dyn 11

**NORMATIVE DI RIFERIMENTO :**

IEC 60076-11	CEI EN 60076-11	Power Transformers – Section 11: Dry-Type power transformers
IEC 60076-1	CEI EN 60076-1	Power Transformers – Section 1: Generality
IEC 60076-2	CEI EN 60076-2	Power Transformers – Section 2: Heating
IEC 60076-3	CEI EN 60076-3	Power Transformers – Section 3: Insulation levels, dielectric tests and insulation air distances
IEC 60076-4	CEI EN 60076-4	Power Transformers – Section 4: Guide to lightning impulse and switching impulse testing – Power transformers and reactors
IEC 60076-5	CEI EN 60076-5	Power Transformers – Section 5: Short circuit withstand test
IEC 60076-10	CEI EN 60076-10	Power Transformers – Section 10: Determination of transformer sound levels
IEC 60270	CEI EN 60270	Testing technologies with high voltage Partial discharges measurements
IEC 61378-1	CEI EN 61378-1	Converter transformers – Section1 : transformers for industrial application
	HD 538.1 S1	Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 2500 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36kVA. Section 1: General prescriptions and regulations for transformers with highest voltage for equipment not exceeding 24kV
	HD 538.2 S1	Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 2500 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36kVA. Section 1: Additional prescriptions for transformers with highest voltage for equipment not exceeding 36kV
	HD 538.3 S1	Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 2500 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36kVA. Section 1: Equivalent nominal power calculation of a transformer with not sinusoidal load current
IEC 289	CEI EN 60289	Reactors

**CONDIZIONI AMBIENTALI, CLIMATICHE E DI COMPORTAMENTO AL FUOCO :**

Il trasformatore oggetto della presente specifica tecnica deve rispondere alle seguenti classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco :

AMBIENTALE : E2 luogo di installazione con presenza di consistente condensa e forte



inquinamento .

CLIMATICA : C2 il trasformatore lavora e può essere stoccato con temperature sino a – 25°C .

COMPORTAMENTO AL FUOCO : F1 luogo d'installazione soggetto a rischio d'incendio, il trasformatore è autoestinguente.

Il costruttore dovrà dichiarare, conformemente a quanto specificato dalle vigenti Norme IEC e dai documenti CEI EN sopramenzionati, sia in sede di preventivo che di accettazione d'ordine, l'appartenenza dei trasformatori offerti alle succitate classi; le stesse dovranno poi essere anche stampigliate sulla targa caratteristiche delle macchine . Il costruttore dovrà inoltre dimostrare, già in sede di offerta, di avere superato presso un laboratorio riconosciuto e autorizzato tutte le prove prescritte dalla Norme per la classi ambientali, climatiche e di comportamento al fuoco sopra descritte .

#### *CERTIFICAZIONE DEL SISTEMA DI QUALITÀ :*

Il costruttore deve produrre, unitamente all'offerta, la Certificazione attestante che il proprio Sistema di Qualità è conforme alla Norma UNI EN 29001 - ISO 9001.

#### *PRESCRIZIONI COSTRUTTIVE :*

Il trasformatore sarà costruito a regola d'arte con l'impiego di materiali della migliore qualità in accordo con quanto stabilito dalla Norme di costruzione, dai regolamenti di sicurezza e dalla presente Specifica.

#### *ISOLAMENTO E RAFFREDDAMENTO :*

I trasformatori saranno del tipo ad isolamento in resina e raffreddamento naturale in aria. La resina isolante sarà del tipo epossidico; il processo di polimerizzazione dovrà avvenire sotto vuoto ad alta temperatura per permettere l'eliminazione dei gas eventualmente presenti nella resina ancora fluida.

La resina impiegata dovrà assicurare le seguenti proprietà principali :

- tenuta alle sollecitazioni ad impulso;
- tenuta alle sollecitazioni di corto circuito ;
- contenuto minimo di scariche elettriche parziali (valore rilevato riferito all'intera struttura < 10pC) ;
- completa assenza di igroscopicità ;
- autoestinguenza al cessare della causa di incendio;
- coefficiente di dilatazione termica il più possibile vicino al coefficiente di dilatazione termica dei conduttori impiegati.

#### *NUCLEO MAGNETICO :*

Nucleo : Il nucleo magnetico dovrà essere costruito con lamierini a cristalli orientati a basse perdite specifiche isolati sulle due facce ed assiemati in modo da formare colonne pressochè circolari.

Nelle giunzioni tra colonne e gioghi i lamierini saranno tagliati con sistema "step-lap" per ridurre al minimo le perdite.

Il nucleo sarà trattato con vernici non igroscopiche e contro la corrosione.

Le armature superiori, inferiori e le traverse del carrello saranno trattate con ciclo di zincatura a caldo .

Avvolgimenti di media tensione – LATO 15 KV – COLLEGAMENTO TRIANGOLO :

Sono realizzati con singole bobine nastro di ALLUMINIO elettrolitico interavvolte con film isolante e INGLOBATE IN STAMPO SOTTOVUOTO IN RESINA EPOSSIDICA con trattamento in autoclave .

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà " F ".

La sovratemperatura sarà riferita alla classe di isolamento "F" : 100 °K .

Avvolgimenti di bassa tensione – LATO 400 V– COLLEGAMENTO STELLA + NEUTRO :

Sono realizzati con singole bobine in nastro di ALLUMINIO elettrolitico interavvolte con film isolante e INGLOBATE PER IMMERSIONE SOTTOVUOTO IN RESINA EPOSSIDICA con trattamento sottovuoto in autoclave .

La classe di isolamento dei materiali dielettrici utilizzati sarà " F ".

La sovratemperatura sarà riferita alla classe di isolamento "F" : 100 °K .

#### **TERMINALI :**

Terminali lato media tensione 15 kV : I terminali lato media tensione , costituiti da barra filettata passante in rame per permettere un facile serraggio dei terminali dei cavi , saranno posizionati nella mezzeria delle colonne e fissati su opportuni isolatori solidali con le colonne stesse .

Terminali lato secondario lato 400 V : I terminali lato bassa tensione saranno riportati nella parte superiore del trasformatore ammassati su isolatori e sul lato opposto rispetto ai terminali M.T.

Tale componente sarà in alluminio trattato con un processo elettrolitico di ramatura per permettere un perfetto accoppiamento con barre e/o capicorda attestati a cavo .

Il conduttore che unisce l'avvolgimento secondario con il relativo terminale sarà opportunamente trattato con guaina termorestringente al fine di poter migliorare l'isolamento elettrico .

#### **PROVE DI COLLAUDO**

I trasformatori dovranno superare con esito positivo sia le prove di accettazione sia le prove di tipo eventualmente richieste.

La committente si riserva il diritto di presenziare le prove con proprio personale o con Suoi rappresentanti.

Il costruttore dovrà avvisare la committente con sufficiente anticipo circa la data di inizio dei collaudi.

In ogni caso saranno allegati alla documentazione finale i certificati di collaudo relativi alle prove effettuate.

Le prove dovranno essere eseguite in completo accordo con le Norme IEC vigenti di seguito elencate :

- misura della resistenza degli avvolgimenti ;
- misura del rapporto di trasformazione e controllo delle polarità degli avvolgimenti ;
- misura della tensione di cortocircuito ( presa principale ) , dell'impedenza di cortocircuito e
- delle perdite dovute al carico ;
- misura delle perdite e della corrente a vuoto ;
- prova di isolamento con tensione applicata ;
- prova di isolamento con tensione indotta ;
- misura del livello di scariche parziali .

#### **PROVE DI TIPO**

Se richiesto , la committente si riserva la possibilità di eseguire le seguenti prove che verranno quotate separatamente :

- Prova ad impulso ad onda piena ;
- Prova di riscaldamento con il metodo del carico simulato ;
- Misura del livello di rumore .

In alternativa, il Costruttore dovrà fornire, su espressa richiesta della D.L., copie di certificati di prove di tipo e/o speciali effettuati su trasformatori simili a quello della presente specifica tecnica .

#### CARATTERISTICHE ELETTRICHE

> Modello	tipo	TS3R0250B
> Costruttore	---	GBE spa o similare
> Potenza nominale naturale)	kVA	250 (in servizio continuo e aria
> Applicazione	tipo	DISTRIBUZIONE
> Frequenza	Hz	50
> Tensione nominale primaria	kV	<b>15</b>
> Regolazione tensione primaria	%	± 2 x 2,5
> Tensione secondaria a vuoto Neutro)	V	400 tra Fase/Fase (231 tra Fase/
> Gruppo vettoriale	tipo	Dyn 11
> Installazione	tipo	INTERNA
> Altitudine d'installazione	m	< 1.000 s.l.m.
> Raffreddamento	tipo	ARIA NATURALE
> Livello d'isolamento primario	kV	24 / 50 / 95
> Livello d'isolamento secondario	kV	1,1 / 3 / ---
> Temperatura ambiente	°C	40
> Classe isolamento avvolgimenti	tipo	F / F
> Sovratemperatura avvolgimenti	°K	100 / 100
> Classi ambientali, climatiche e fuoco	tipo	E2 C2 F1
> Garanzie tecniche riferite al rapporto	kV	<b>15 / 0,4</b>
> Perdite a vuoto a Vn	W	<b>880</b>
> Perdite dovute al carico a 75°C	W	<b>3.300</b>
> Perdite dovute al carico a 120°C	W	<b>3.800</b>
> Tensione di c.to circuito a 75 °C	%	<b>6</b>
> Tensione di c.to circuito a 120 °C	%	<b>6</b>
> Corrente a vuoto a Vn	%	<b>1,78</b>
> Livello di rumore (tolleranza + 3 dBA)	dBA	<b>55</b>
> Scariche Parziali max	Pc	< 10

#### CARATTERISTICHE DIMENSIONALI (indicative e preliminari) :

- Lunghezza	mm	<b>1.250</b>
- Larghezza	mm	<b>670</b>
- Altezza	mm	<b>1.300</b>
- Interasse ruote	mm	<b>520 x 520</b>
- Massa	Kg	<b>1.020</b>

#### ACCESSORI INCLUSI NELLA FORNITURA :

1. Morsetti di terra
2. Isolatori di attacco lato M.T.

3. Regolazione media tensione
4. Avvolgimenti media tensione
5. Avvolgimenti bassa tensione
6. Blocchetti di serraggio
7. Piastre di attacco lato B.T.
8. Nucleo magnetico
9. Golfari di sollevamento
10. Cassetta centralizzazione sonde
11. Targa caratteristiche
12. N° 3 termosonde PT 100 OHM
13. Armature serrapacchi e traversa del carrello zincate a caldo
14. Golfari di traslazione
15. Ruote orientabili ortogonalmente

**ACCESSORI IN OPZIONE:**

- Centralina di termocollaboro TTV
- Kit di ventilazione forzata

**DOCUMENTAZIONE FORNITA A COMPLETAMENTO DELLA FORNITURA :**

- > certificato di collaudo secondo vigente Normativa ;
- > disegni dimensionali, costruttivi e schemi elettrici ;
- > manuale di installazione, messa in servizio e manutenzione ;
- > dichiarazione di conformità alle normative vigenti .

**QUADRO DI RIFASAMENTO**

Quadro di rifasamento fisso modello SAR FN30 o similare rispondente alle seguenti caratteristiche:

Potenza nominale: 10 kVAR

Tensione nominale: 400 VAC

Tensione nominale d'isolamento: 690 VAC

Frequenza nominale: 50 Hz

Potenza di dimensionamento a 440V: 13 KVA

Tensione circuiti ausiliari: 230 VAC

Temperatura di funzionamento: -25/+40 °C

Sezionatore: n° 1 sezionatori tripolare sottocarico con blocco porta – 25 A ingresso cavi dal basso

Fusibili: protezione circuito di potenza con terne di fusibili opportunamente dimensionate di tipo NH00 curva gG ad alto potere di interruzione 100kA. Protezione circuiti ausiliari fusibili 10,3x38 sezionabili ad alto potere d'interruzione 100kA.

Cablaggio: Collegamenti interni con cavo antifiamma N07VK CEI 20.22 II. Ventilazione: naturale.

Accessori: spie di presenza rete

Carpenteria: armadio in robusta lamiera di acciaio con spessore 15/10mm., protetta dalla corrosione con trattamenti di fosfatazione e verniciatura con polveri epossidiche colore RAL 7032. Struttura interna zinco passivata, porta frontale sottochiave. Tetto dotato di golfari per sollevamento. Ingresso cavi dal basso. Accesso manutenzione facilitato, operazioni tutte eseguibili da fronte quadro. Grado di protezione standard esterno IP3X, interno quadro IP2X per le sole parti in tensione.

Dimensioni: 350x260xh435mm.

Condensatori: tipo monofase, equipaggiati con dispositivo antiscoppio e resistenza di scarica; impregnante biodegradabile non contenente PCB-PCT. Servizio continuo – Sovraccarico in corrente e tensione max  $1,3I_n$  – max  $1,1V_n$  – esecuzione speciale con chiusura “no fire” in lamiera ribordata. Tensione di isolamento 690V – Max tensione ammessa senza carico armonico 500V. Max distorsione armonica ammessa sul condensatore THDic < 70%. Max distorsione armonica in rete THDir < 20%. Collegamento a triangolo, tolleranza -5% / +10%; perdite dielettriche < 0,6 W/kVAR.

Norme di riferimento: Apparecchiatura: CEI EN 61921-1 – CEI EN 60439-1/2; Condensatori: CEI EN 60831-1/2

### **Soccorritori**

I soccorritori della serie CAB sono delle apparecchiature progettate per alimentare con continuità un carico in corrente alternata ONDA SINUSOIDALE, ed in grado di erogare una piccola potenza permanente per l'alimentazione dei carichi fissi (es. protezioni) e una notevole potenza per brevi periodi per l'alimentazione dei carichi impulsivi (bobine di sgancio, motori carica molle ecc.) I soccorritori serie CAB hanno tempo di intervento “0” grazie alla doppia conversione e sono indicati per la protezione di minima tensione

#### **Caratteristiche generali**

- Tipologia On-line doppia conversione programmabile
- Classificazione VFI-SS-112 secondo EN50091-3
- Uscita sinusoidale con THD inferiore al 3%
- Scheda allarmi a relè + Vano batterie estraibile
- Informazioni e condizioni dinamiche visualizzate su display LCD
- Software di gestione Shut-down&reboot
- Gestione programmata della batteria (ABM:Advanced Battery Management)
- “EPO” spegnimento di emergenza test connessione corretta del neutro

La tecnologia costruttiva utilizzata (ON LINE DOPPIA CONVERSIONE Programmabile) è in grado di generare un'alimentazione costante e priva di qualsiasi interferenza elettrica, sia in presenza che in assenza di rete di alimentazione, con l'ausilio di batterie entrocontenute.

#### **Funzionamento da rete**

In presenza della rete di alimentazione, la stessa VDC dal raddrizzatore (1° conversione), viene ricostruita dall'inverter (2° conversione e fornita al carico). Contemporaneamente provvede a caricare le batterie.

#### **Funzionamento da batteria**

Quando la rete di alimentazione è troppo alta, troppo bassa o assente, le batterie forniscono tensione l'ingresso dell'inverter che ricostruisce l'uscita

#### **Caratteristiche esclusive**

Cassetto batterie estraibile “a caldo” con connettore, senza togliere tensione al carico

- Possibilità di riaccensione dopo una scarica totale di batteria senza presenza di rete (permette di riattivare le protezioni di cabina MT)
- Prevista una morsettiera di potenza invece delle prese a spina

- Esecuzione in robusto contenitore metallico con pratiche maniglie

Display LCD sul quale è possibile visualizzare:

- Tensione e frequenza di uscita
- Tensione e frequenza di ingresso
- Tensione batteria
- Percentuale carico applicato (%)
- Valore potenza in Watt e in VA
- Valore corrente assorbita dal carico
- Valore autonomia residua in minuti durante il black-out
- Valore carica della batteria
- Valore temperatura esterna

Contatti flottanti su scheda interfaccia allarmi per le seguenti segnalazioni di allarme:

- Manca rete
- Batteria scarica

Esecuzione in contenitore metallico completo di scomparto batteria estraibile a caldo.

Predisposto per il montaggio all'interno di quadri elettrici o a parete grazie alle staffe che caratterizzano la carpenteria.

Grado di protezione IP20

Generale

Modello CAB 1000

Potenza (VA) 1000

Potenza (W) 700

Tecnologia ON-LINE doppia conversione con By-Pass automatico programmabile, funzionalità "alta efficienza"

Ingresso

Tensione nominale (Vac) 208 - 220 - 230 - 240

Range di tensione (Vac) funzionamento da rete da 160 a 276

Frequenza nominale (Hz) 50 - 60 auto sensing

Range frequenza selezionabile +/- 2% +/- 5% +/- 7%

Verifica neutro / fase interattivo su LCD

Fattore potenza ingresso 0,98

Connessione di ingresso MORSETTIERA

Uscita

Tensione nominale (Vac) 208 - 220 - 230 - 240 selezionabile

Regolazione di tensione +/- 2%

Forma d'onda SINUSOIDALE

Frequenza nominale (Hz) 50 - 60 +/- 0,5%

By-Pass Manuale Sì, attivabile da LCD

Rendimento > 95% in modalità "alta efficienza"

Distorsione armonica < 3% T.H.D. con carico lineare

Fattore di cresta 3:1

Connessione di uscita MORSETTIERA

#### Batterie

Tipo al piombo ermetico senza manutenzione

Tempo di ricarica ( 90% ) 4 ore

Accessibilità vano batterie "hot swap"

Accensione in mancanza rete SI, Cold Start

Autonomia standard in funzione del carico

Autonomia di 2 ore con un carico costante di 60 W

Protezioni della batteria Test manuale batteria & eccessiva scarica di batteria

#### Allarmi

Contatti in scambio liberi da tensione Mancanza rete,  
batteria scarica

Allarmi acustici Avaria

#### Protezioni

Al sovraccarico 125% per 1 min. 150% per 10 sec.

Al corto circuito con fusibile / circuit breaker

Protezione LAN Lan RJ45 (10BaseT)

#### Standards

Sicurezza EN 50091-1

Conformità EMC EN 50091-2

Surge capability IEC 801-5

Classificazione VFI - SS - 112 secondo EN 50091-3

#### Interfaccia

Display LCD interattivo (tensione/frequenza in/out, livello di carico, temperatura, potenza erogata VA / W, corrente erogata, autonomia residua, tensione della batteria).

Lingua selezionabile (I, GB, D, F, E)

Seriale RS 232 (porta bi-direzionale) & contatti puliti

USB Si, (se in uso, disabilita la seriale)

Adattatore SNMP Opzionale interno

EPO Si

#### Note generali

Rumorosità <45 db

Grado di protezione involucro IP 20

Temperatura ambiente 0°C - 40°C

Umidità relativa 95% (senza condensa)

Dimensioni (LxPxH mm) 185x480x250

Peso (kg) 18

### **1.6.3 Box ricovero attrezzi, campionatore e misuratore in uscita**

È previsto un box con funzioni multiuso, è ciò ricovero attrezzi per manutenzione, quadro elettrico generale, quadro elettrico pompe e impianto fotovoltaico e vano inverter.

Il vano inverter sarà realizzato internamente al box in cartongesso REI 120 ed avrà una griglia di aspirazione e una ventola di estrazione.

Il box è realizzato in pannelli di Abete nordico da 19 mm ed avrà una superficie di 3.5mq.

La copertura prevista è in tegola canadese. Tutto il legname è impregnato in autoclave. Il box sarà appoggiato su di una platea di cls di circa 15 cm realizzata con rete elettrosaldata.

Le misure esterne sono 190x180x hmedia 210 cm

#### **1.6.4 Opere accessorie e arredo a verde**

Le opere per il completamento dell'area dell'impianto di fitodepurazione consistono nella realizzazione di un tappeto erboso e nella piantagione di specie arbustive nelle scarpate del sistema a flusso sommerso e del laghetto.

Per quel che attiene alla piantagione degli arbusti si veda quanto riportato al paragrafo 1.4.1 circa la qualità del materiale e le modalità esecutive.

Per le semine si prevede la cosparsa di terreno vegetale, accatastato in sito prima dell'inizio dei lavori e completamente inerbita per evitare il ruscellamento della terra lungo l'area dell'impianto, per evitare le specie indesiderate e per una migliore gestione e manutenzione dell'area.

La seminazione avverrà con la composizione stabilita dalla D.L. in funzione del contesto ambientale ovvero delle condizioni edafiche, microclimatiche e dello stadio vegetazionale di riferimento.

L'area non è recintata, ad esclusione della zona dei trattamenti preliminari e della vasca di equalizzazione che sarà inclusa nel perimetro del depuratore estendendone la recinzione. La recinzione sarà eseguita con rete metallica in filo di ferro zincato e plastificato a maglia sciolta, con sostegni in profilati di ferro sezione T posti ad interasse di 2m con plinto di fondazione in cls, rete metallica a maglia romboidale 50 x 50 mm, con fili diam 2 mm (zincati e plastificati), filo metallico diam 3 mm per stesa rete. Il cancello dovrà avere le stesse caratteristiche della recinzione e posizionato in modo tale da consentire l'ingresso di un mezzo meccanico all'interno dell'area dei trattamenti preliminari.

Nell'area adibita alla realizzazione del laghetto saranno messe a scopo di dissuasori per segnalare la presenza di acqua, delle staccionate in paleria di castagno a croce di sant'Andrea dell'altezza totale di 120 cm, realizzate con struttura portante in colonne di castagno da m 1,70 diametro medio 12-15 scortecciate in profondità e rallate con mano di impregnante, mano di catramina per cm 70 e due anti rotanti in ferro diametro cm 10 lunghi cm 20 da posizionarsi ortogonalmente previa foratura nella parte interrata. Le colonne vanno posizionate a 2 m di interasse e affogate in un plinto.

L'area di impianto dovrà essere illuminata per permettere eventuali interventi di manutenzione straordinaria.

Dato che sono da escludere interventi di urgenza direttamente a carico del sistema di filtrazione, si è scelto di focalizzare l'attenzione sulle zone in cui sono posizionati lo sfioratore e il sistema di sollevamento.

Si sono quindi previsti due punti luce (lampioni), posizionati in coincidenza dei trattamenti preliminari e del sistema di sollevamento n°2.

Le caratteristiche tecniche del lampione e del corpo illuminante sono le seguenti:



Apparecchio di illuminazione a luce diretta a LED composto da un corpo in fusione di alluminio di forma a petalo, e da un palo in profilo tondo d'acciaio di diametro  $\varnothing 76\text{mm}$  e spessore 3 mm. Viti esterne in acciaio inox. Parti metalliche zincate a caldo a norme UNI EN ISO 1461 e verniciate a polveri poliesteri termoindurenti. Corpo illuminante costituito da barre con 6 LED da 100 lm ciascuna, dotate di protezione interna anti-inversione di polarità e opportunamente orientate, con angoli di emissione a  $140^\circ$ . Schermo anteriore in polycarbonato autoestinguente, con corpo in alluminio anodizzato per agevolare la dissipazione del calore. Driver di controllo basati sul funzionamento PWM ad alto rendimento, 96% a 24 Volt e 92% a 12 Volt.

I lampioni saranno collegati al quadro elettrico di controllo posto nel locale tecnico, ove sarà presente un dispositivo temporizzatore per l'accensione automatica dei lampioni ed un controllo manuale on/off.

Per quanto riguarda la viabilità e la fruizione, questa sarà assicurata all'interno dell'area di impianto mediante percorsi in terra battuta di larghezza 3-4 m, spesso in concomitanza con gli argini delle vasche, che serviranno anche come percorsi manutentivi.

La strada di accesso ai trattamenti preliminari e alla vasca di equalizzazione, nonché il piazzale adibito ai trattamenti preliminari e la copertura finale della vasca di equalizzazione, saranno realizzati mediante pavimentazioni tipo macadam:

- scavo a sezione obbligata
- Strato di separazione con funzione di separazione e filtrazione, di geotessile tipo non tessuto costituito al 100% da fibre in fiocco di prima scelta in poliestere o polipropilene, coesionato meccanicamente mediante agugliatura, esenti da trattamenti chimici, testate con norme UNI o equivalenti, allungamento al carico massimo 80%; massa areica  $\geq 200 \text{ g/mq}$ , resistenza a trazione  $\geq 12 \text{ kN/m}$
- Riempimento per 15 cm con aggregato per sottofondazione stradale materiale gruppi A1, A2-4, A2-5, A3 compreso il compattamento a strati fino a raggiungere la densità prescritta e l'umidimento;
- Formazione di manto superficiale macadam, con strato di 10 cm costituito da ghiaia fine calcarea 2-20 mm cilindrato ad acqua, compreso il compattamento a strati fino a raggiungere la densità prescritta, l'umidimento, la profilatura dei cigli, delle banchine e delle scarpate rivestite con terra vegetale

Per la cilindratura della massicciata a macadam ordinario dovrà essere usato il rullo compressore di peso non inferiore a 16 ton., salvo i casi particolari nei quali la D.L. non ritenga opportuno decidere diversamente.

Il rullo dovrà mantenere una velocità oraria uniforme non superiore a 3 Km/h., il lavoro di compressione e cilindratura dovrà essere iniziato al margine della strada e proseguito Pag. 8 del Capo C gradatamente verso il centro, avendo cura di ricoprire una striscia di almeno 20 cm. ad ogni nuova passata; non dovranno essere cilindrate o compressi strati di ghiaia superiori a cm.12

di spessore (misurati precedentemente). I compressori saranno forniti a piè d'opera dall'impresa con i relativi macchinisti e conduttori abilitati e tutto quanto l'occorrente per il funzionamento (olio combustibile ecc.).

Saranno inserite n°2 bacheche didattiche con l'illustrazione dell'intervento

Per l'attraversamento pedonale del fossetto finale di scarico del sistema di fitodepurazione a flusso libero è prevista la realizzazione di un guado mediante scapoli in pietrame.

Come ulteriore elemento fruitivo per l'interconnessione dei vari percorsi pedonali, si è previsto per il superamento di uno dei canali di collegamento tra i vari specchi d'acqua un ponticello costruito con archi in legno lamellare, impregnati in autoclave, pavimento antisdrucchiolo.