



# AUTORITA' PORTUALE DI CAGLIARI



## URBANIZZAZIONE DELL'AVAMPORTO EST DEL PORTO CANALE DI CAGLIARI

PROGETTO PRELIMINARE

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	CONTROLLATO	APPROVATO	NOME FILE
0	LUGLIO 2005	Emissione	P.A.TROMBINO	P.A. TROMBINO	P.A. TROMBINO	076B0600.doc
1	LUGLIO 2006		P.A. TROMBINO	P.A. TROMBINO	P.A. TROMBINO	076B0600_1.doc
2	NOVEMBRE 2007		A. TANCA	P.A. TROMBINO	P.A. TROMBINO	076B0600_2.doc
3						
TITOLO:						N. COMMESSA 076EP037.APC
RELAZIONE TECNICA E ILLUSTRATIVA						N. PROTOCOLLO 076B06.APC
						NUMERO: <b>00</b>
						SCALA -



SERVIZI INTEGRATI ALL'INGEGNERIA s.r.l.

via Pitzolo 26 - 09128 Cagliari  
tel. 070/454146 - Email: info@seing.it

IL GRUPPO DI LAVORO:

ing. CHIARA GOLINO  
ing. ALESSANDRO TANCA  
ing. SIMONE TROMBINO

ing. EMILIO BALLETO  
geom. ANDREA DE LUCA  
per.ind. MARCELLO CARDIA

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Ing. SERGIO MURGIA

IL DIRETTORE TECNICO:

ing. PIERO ALBERTO TROMBINO

**AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLARI**

**Urbanizzazione dell'avamposto Est  
del Porto Canale di Cagliari**

**Progetto Preliminare**

**RELAZIONE TECNICA E ILLUSTRATIVA**

## INDICE

<b>1</b>	<b>Relazione illustrativa.....</b>	<b>3</b>
1.1	Motivazione dell'intervento .....	3
1.2	Descrizione dell'intervento .....	4
1.3	Fattibilità dell'intervento .....	5
1.4	Disponibilità delle aree.....	5
1.5	Indirizzi del progetto definitivo.....	5
1.6	Cronoprogramma delle fasi attuative .....	6
1.7	Indicazioni per l'accessibilità e l'utilizzo.....	6
<b>2</b>	<b>Relazione Tecnica .....</b>	<b>7</b>
2.1	Le opere a terra.....	7
2.1.1	Viabilità e piazzali .....	7
2.1.2	Reti tecnologiche .....	8
2.2	Le opere a mare .....	21
2.2.1	Passerella e protezione della scarpata.....	21
2.2.2	Canale navigabile .....	21

# 1 Relazione illustrativa

## 1.1 Motivazione dell'intervento

L'Autorità Portuale di Cagliari, di seguito Autorità, intende realizzare nell'avamposto Est del Porto Canale di Cagliari, di seguito avamposto, un polo attrezzato finalizzato all'attività cantieristica con il duplice scopo di:

1. restituire alla fruibilità cittadina le aree attualmente in concessione agli operatori del settore cantieristico nelle località di Su Siccu e la Scaffa;
2. creare un centro di eccellenza nei servizi alla nautica, con importanti ricadute occupazionali sul territorio, capace di attrarre operatori del settore anche da fuori della Sardegna, sfruttando le enormi potenzialità della posizione baricentrica occupata nel Mediterraneo dal porto della città di Cagliari.

La fortunata posizione geografica, la presenza della moderna e funzionale aerostazione di Elmas, i fittissimi collegamenti marittimi, la consistente offerta turistico-ricettiva delle zone limitrofe alla città (vedasi Pula, Villasimius, ecc..) e la forte concentrazione di servizi rendono Cagliari il candidato ideale quale capitale del turismo nautico del Mediterraneo occidentale.

La realizzazione di un polo cantieristico di valenza ed importanza internazionali si inserisce nell'ampio contesto di pianificazione adottato dalla Autorità circa la futura impostazione della vita portuale cittadina. Lo spostamento delle attività cantieristiche dal vecchio Porto al Porto Canale è finalizzato ad attribuire maggiori spazi alla nautica da diporto nello specchio acqueo antistante le zone cittadine di maggiore pregio quali la Via Roma e Su Siccu, nella convinzione di potere attrarre flussi diportistici sempre più intensi. Ciò detto la stessa Autorità ha provveduto alla redazione di due studi, posti a base della presente progettazione preliminare:

- il progetto denominato *Piano di assetto dell'avamposto di levante* del Porto Canale di Cagliari;
- lo studio del moto ondoso dello specchio acqueo antistante l'avamposto denominato *Ricerca della configurazione del banchinamento dell'avamposto del Porto Canale di Cagliari*.

## 1.2 Descrizione dell'intervento

L'intervento consiste nella infrastrutturazione primaria dell'avamposto. Essa si compone di opere a terra ed opere a mare; le prime possono essere identificate nella:

- regolarizzazione del terreno dell'intera area (quota media 2,3 m s.l.m.);
- realizzazione della viabilità e dei piazzali;
- realizzazione delle reti tecnologiche;

le seconde possono essere identificate nella realizzazione:

- dei bacini di alaggio e varo per i Travel Lift;
- di un canale con un adeguato battente d'acqua (5 m), tale da consentire l'accostamento delle imbarcazioni alla banchina;
- della protezione delle scarpate non banchinate;

In considerazione della ampiezza del sito e del numero di operatori che vi si insidieranno, verranno create le infrastrutture viarie e di alaggio/varo per l'utilizzo di due Travel Lift, rispettivamente di portata pari a 100 e 40 tonnellate.

Di seguito sono indicate le caratteristiche principali delle macchine assunte come modello di progetto per il dimensionamento della viabilità in ordine alla sovrastruttura ed alle caratteristiche cinematiche.

Portata Travel Lift	Dimensioni macchina		Dimensioni impronta		Carico verticale impronta	Carico orizzontale impronta
	Largh.	Lungh.	Largh.	Lungh.		
100 t	10.4 m	11.8 m	52 cm	72 cm	36000 daN	3600 daN
40 t	8.7 m	8.1 m	35 cm	40 cm	14000 daN	1400 daN

**Tabella 1: caratteristiche dei Travel Lift di progetto**

Considerando le tipologie di imbarcazioni attualmente in commercio, i due Travel che verranno impiegati sono in grado ciascuno di alare e varare imbarcazioni dalle seguenti caratteristiche:

- Travel da 100 t: imbarcazioni a vela in vetroresina fino a 30/32 m di lunghezza, imbarcazioni plananti a motore in vetroresina fino a 28/30 m di lunghezza, imbarcazioni dislocanti a motore in vetroresina di lunghezza fino a 25/27 m;
- Travel da 40 t: imbarcazioni a vela in vetroresina fino a 18/20 m di lunghezza, imbarcazioni plananti a motore in vetroresina fino a 16/18 m di lunghezza, imbarcazioni dislocanti a motore in vetroresina di lunghezza fino a 15/17 m.

### **1.3 Fattibilità dell'intervento**

L'avamposto è caratterizzato da una situazione geologica ed idrogeologica non comportante particolari rischi. In particolare è utile rilevare in questa sede che l'avamposto è il risultato di una colmata ottenuta dai lavori di escavo per la realizzazione del Porto Canale avvenuta circa 20 anni fa. Come testimoniato da indagini geognostiche effettuate dalla Autorità risulta evidente la presenza di una coronella in misto arido (di circa 5.2 m di spessore) in corrispondenza della attuale linea di costa, realizzata per contenere il materiale di risulta del dragaggio.

Le esatte caratteristiche geomeccaniche del materiale costituente la colmata saranno oggetto di specifiche indagini a sostegno dei futuri livelli di progettazione.

### **1.4 Disponibilità delle aree**

L'area oggetto dell'intervento ricade completamente sotto la competenza della Autorità e non sono attualmente in essere concessioni tali da limitarne la disponibilità.

### **1.5 Indirizzi del progetto definitivo**

Gli indirizzi del progetto definitivo scaturiranno dalla scelta della soluzione progettuale che meglio si adatta alle esigenze funzionali ed economiche dell'opera.

L'Autorità, pertanto, sulla base delle indicazioni provenienti dal progetto preliminare e delle necessarie approvazioni, darà avvio alla progettazione definitiva, che approfondirà i temi trattati in via preliminare, ponendo le basi per l'esecutività dell'opera.

## **1.6 Cronoprogramma delle fasi attuative**

Il tempo stimato per la realizzazione delle opere è pari a 16 mesi dalla data di aggiudicazione e consegna dei lavori.

## **1.7 Indicazioni per l'accessibilità e l'utilizzo**

All'area oggetto dell'intervento si accede dalla ex S.S. 195, ora comunale, che attualmente ha un livello di traffico assolutamente marginale.

Essa ricade all'interno del Porto Canale, si trova nelle vicinanze del vecchio Porto cittadino, ovvero in prossimità della zona storica della città, ed a pochi chilometri dalla moderna aerostazione di Elmas.

L'area si trova in una posizione particolarmente fortunata dal punto di vista trasportistico, infatti si trova in prossimità del raccordo delle principali arterie di collegamento della città di Cagliari con il resto dell'isola:

- la S.S. 131 per il collegamento del capoluogo con Sassari ed Olbia;
- la S.S. 130 per il collegamento del capoluogo con il Sulcis –Iglesiente.

È utile rilevare in questa sede che tali arterie stradali sono attualmente oggetto di una serie di lavori di adeguamento e potenziamento al fine di consentire condizioni di trasporto dagli elevati standard sia in termini di caratteristiche di percorrenza sia in termini di sicurezza.

## **2 Relazione Tecnica**

### **2.1 Le opere a terra**

#### **2.1.1 Viabilità e piazzali**

Nell'area oggetto dell'intervento verranno realizzati strade e piazzali al fine di garantire una circolazione corretta e funzionale sia dei mezzi ordinari sia dei mezzi speciali, quali i Travel Lift ed i Long Vehicle, necessari all'espletamento delle attività cantieristiche.

Nell'intervento oggetto del presente progetto preliminare sono previsti:

- 21.172 mq di piazzale antistante il fronte mare;
- 1920 metri di viabilità.

In relazione ai notevoli carichi che dovranno transitare sia nei piazzali sia nelle strade, la scelta della sovrastruttura non può che andare verso una tipologia "rigida" realizzata mediante un pacchetto multistrato costituito da:

- misto granulare stabilizzato (spessore 30 cm);
- misto cementato (spessore 20 cm);
- lastra in calcestruzzo armato Rck 30 (spessore 25 cm).

I vantaggi che si traggono da tale pavimentazione sono sintetizzabili come segue:

- elevatissima resistenza ai carichi veicolari anche in condizioni di forte stress termico dovuto alle alte temperature;
- maggiore durevolezza rispetto ad una pavimentazione di tipo flessibile in conglomerato bituminoso;
- trascurabile manutenzione durante la vita utile;
- possibilità di mitigare l'impatto estetico mediante sistemi di trattamento tali da consentire un effetto superficiale di pregio;
- migliori condizioni di vivibilità e gradevolezza garantiti dal calcestruzzo rispetto al conglomerato bituminoso, soprattutto durante la stagione calda.

Saranno realizzate due tipologie di sovrastruttura, differenziate per la quantità di acciaio di armatura presente nella lastra, in relazione ai carichi:

1. per le zone transitabili dal Travel da 100t;
2. per le zone transitabili dal Travel da 40 t e dal traffico convenzionale.



Il dimensionamento della sovrastruttura è basato su una portanza del sottofondo supposta, in termini di modulo elastico, pari a  $1000 \text{ daN/cm}^2$  (sabbia compatta). Se durante le indagini sperimentali che verranno condotte nelle successive fasi di progettazione il valore di portanza del sottofondo fosse inferiore, dovranno prevedersi sistemi di addensamento tali da garantire una portanza compatibile con quella ipotizzata nella presente fase progettuale, ovvero dovrà prevedersi una diversa sovrastruttura.

La viabilità ordinaria avrà un trattamento superficiale (calcestruzzo architettonico) che, unitamente alle ampie aree verdi (da realizzarsi in altro intervento), costituirà l'elemento di pregio caratterizzante l'intero complesso.

### **2.1.2 Reti tecnologiche**

L'infrastrutturazione dell'area prevede la dotazione di tutte le reti tecnologiche necessarie al corretto svolgimento delle attività da parte degli operatori che vi si insedieranno.

In particolare ciascun lotto avrà disponibili dal sistema consortile l'acqua idropotabile, l'acqua industriale, l'energia elettrica in media e bassa tensione, la telefonia, la fibra ottica nonché la possibilità di smaltimento delle acque bianche e nere.

Ciascun concessionario degli spazi consortili provvederà, tuttavia, al trattamento delle acque risultanti dalle lavorazioni prima di immettere le stesse nella rete consortile delle acque bianche.

Gli scarichi fognari, invece, raccolti attraverso l'apposita rete, saranno recapitati, previo sollevamento, alla fognatura comunale presso il torrino localizzato in vicinanza dello stabilimento REMOSA.

Gli impianti tecnologici previsti nel presente progetto sono:

- la rete idropotabile;
- la rete per l'acqua industriale;
- la rete fognaria;
- la rete di smaltimento delle acque bianche;
- l'impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia.
- L'impianto di sollevamento;
- la rete di distribuzione dell'energia elettrica in media tensione;
- la rete di distribuzione dell'energia elettrica in bassa tensione;
- la rete di illuminazione della viabilità e dei piazzali;

- la rete telefonica;
- la rete di distribuzione della fibra ottica.

Di seguito sono indicate le caratteristiche degli impianti tecnologici previsti.

#### **2.1.2.1 Posizionamento piano-altimetrico delle reti idriche e fognarie**

Nella progettazione si è prestata particolare attenzione alla definizione delle quote delle varie reti, opportunamente diversificate per fornire garanzie di ordine igienico, di linearità dei collegamenti agli incroci e di agevole realizzazione degli allacci ai lotti o alle caditoie.

È stato scelto di posizionare le condotte della rete idrica e delle due reti fognarie, acque bianche e acque nere, su tre diversi piani verticali, a tre differenti profondità rispetto al piano stradale.

Le condotte delle reti idriche, potabile e industriale, verranno posate in corrispondenza dei marciapiede, ad una profondità di 0,40 m, quelle della rete acque meteoriche alla profondità di 1,70 m e quelle della rete fognaria per le acque nere alla profondità di 2,00 m. Poiché per le ultime due reti il diametro dei collettori è variabile, la quota di posa delle condotte dovrà aumentare all'aumentare dei diametri in modo da garantire sempre una differenziazione altimetrica delle diverse tubazioni.

Tale scelta garantisce le migliori condizioni igieniche per la rete idrica nonché un agevole e lineare passaggio delle condotte in corrispondenza degli incroci.

Le condotte secondarie per gli allacci ai lotti o alle caditoie non presenteranno problemi di innesto alle condotte principali non trovando alcun ostacolo nel loro percorso.

La scelta di ubicare alla maggiore profondità la rete per le acque nere è dovuta ai seguenti motivi:

- risparmio nei volumi di scavo, evitando una maggiore profondità di posa della condotta acque bianche, ovvero quella di maggiore diametro;
- facilità di allaccio alla rete acque nere dei servizi eventualmente ubicati al di sotto del piano viabile;
- mantenimento in superficie delle acque bianche che potrebbero provocare problemi di smaltimento qualora defluenti a quote troppo basse.

### 2.1.2.2 Materiali delle reti idriche e fognarie

Per la rete di raccolta delle acque meteoriche e delle acque nere si sono scelte tubazioni in PVC strutturato, con superficie interna ed esterna liscia, aventi classe di rigidità anulare SN 4 kN/m<sup>2</sup>, diametri esterni compresi tra Ø 250 e Ø 1200, costruiti per estrusione di un profilo tubolare, con parete a fori disposti in posizione longitudinale, e di forma geometrica tale da garantire la rigidità anulare richiesta in conformità al prEN 13476-1/2002 Tipo A1 con codice di applicazione "U" (all'esterno della struttura dell'edificio) e "UD" (sia interrati entro la struttura dell'edificio sia all'esterno dell'edificio). L'unione tra i vari elementi si realizza con bicchiere di giunzione ad anello e guarnizione di tenuta a labbro conforme alla norma UNI 681/1 di materiale elastomerico con inglobata una anima rigida, preinserita e solidale con la sede bicchiere (fino al De 500), senza anima rigida dal De 630 al De 1200.

La posa in opera richiede per il sottofondo, il rinfilanco e il ricoprimento con l'impiego di materiali quali sabbia e/o ghiaia opportunamente costipati in quanto, essendo i tubi in PVC flessibili, si deformano più del terreno circostante e collaborano con esso nel resistere ai carichi verticali. L'eventuale alternativa a questo tipo di tubazione nelle acque bianche potrebbe essere rappresentata dalle tubazioni in calcestruzzo vibrato.

La tubazione proposta tuttavia presenta, rispetto a queste ultime, i seguenti vantaggi:

- è assicurata la tenuta in corrispondenza delle giunzioni (i tubi in PVC hanno giunzioni a bicchiere con anelli di gomma preinseriti che assicurano la tenuta idraulica);
- il tubo in PVC strutturato garantisce la resistenza all'abrasione, mai garantita dai tubi in calcestruzzo vibrato, con la conseguente garanzia di grande durata e non invecchiamento del tubo;
- il tubo in PVC è caratterizzato da coefficienti di scabrezza inferiori di quelli delle tubazioni in calcestruzzo, consentendo l'utilizzo di diametri inferiori;
- maggiore affidabilità nei collegamenti in corrispondenza dei pozzetti;
- maggiore affidabilità per quanto riguarda i pezzi speciali in genere per gli innesti delle derivazioni private ai collettori principali;
- inerzia chimica, utile soprattutto nel convogliamento di acque reflue che rende il tubo inattaccabile da molte sostanze acide o basiche a qualsiasi temperatura o concentrazione;

- maggiore facilità di movimentazione e di posa in opera in relazione ai minori carichi e alla maggiore lunghezza dei tubi in PVC pari a 6 metri anche per i grossi diametri.

La scelta del PVC strutturato inoltre dà maggiori garanzie di durabilità nel tempo rispetto al più noto PVC compatto, in quanto realizzato con materie prime di qualità superiore. Altri aspetti importanti sono la minore tendenza all'ovalizzazione, particolarmente accentuata soprattutto nei grossi diametri, e la maggiore economicità a parità di rigidità anulare.

Anche per i collettori di maggiori dimensioni si propone ancora la sezione circolare. Essa, infatti, risulta la migliore dal punto di vista idraulico, poiché, a parità di sezione, il raggio idraulico ha il valore più elevato e quindi la massima portata, nelle stesse condizioni di pendenza e scabrezza.

L'onere dell'impiego dei tubi in PVC è certamente maggiore di quello che si avrebbe con l'uso di tubazioni in calcestruzzo, ma i vantaggi conseguibili, in termini di caratteristiche tecniche ed affidabilità, sono molto.

Per le condotte di distribuzione delle acque, idropotabile ed industriale, verranno adottate condotte in ghisa sferoidale con giunto elastico automatico conformi alle norme UNI EN 545 ed ISO 2531 con uno spessore di parete corrispondente alla classe K= 9. Tali tubi sono rivestiti internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione secondo le norme EN 545 ed ISO 4179. L'interno del bicchiere è rivestito con un primer anticorrosivo allo zinco, sovraverniciato con uno strato di finitura di prodotto sintetico compatibile con l'acqua destinata al consumo umano.

Data la natura presumibilmente aggressiva dei terreni è opportuno scegliere un rivestimento esterno in grado di proteggere la tubazione dalla corrosione. Le tubazioni saranno rivestite esternamente con uno strato di zinco ed uno di vernice a costituire una protezione attiva e passiva; attiva in quanto lo zinco svolge una azione cicatrizzante per eventuali piccole lesioni dovute alla movimentazione, passiva in quanto la vernice sovrastante ha funzione di rallentare la velocità di autocorrosione dello zinco.

### **2.1.2.3 Reti idropotabile e industriale**

Le opere per l'approvvigionamento idrico consistono sostanzialmente nell'esecuzione dell'opera di presa dalle esistenti condotte Ø 100 e Ø 150 della rete di distribuzione

rispettivamente per uso potabile e industriale dell'acquedotto del CASIC; si provvederà a disporre organi di chiusura e regolazione nelle condotte di diramazione, su cui verrà installato un misuratore di portata elettromagnetico. Il tutto sarà installato su uno o più pozzetti di manovra realizzati in calcestruzzo armato sotto il piano di campagna.

La rete per la distribuzione idrica è costituita da un anello alimentato dal punto di presa reso disponibile dal CASIC; dall'anello così costituito si dipartono tutte le diramazioni per i diversi utenti.

Sia le condotte principali sia le secondarie sono previste con funzione di distribuzione e per tutte viene adottata la ghisa sferoidale. I diametri individuati sono il Ø 100 per la rete potabile e il Ø 150 per la rete industriale.

Le condotte verranno posate ad una profondità media di 0.40 m.

La rete sarà dotata di tutte quelle opere accessorie necessarie al regolare funzionamento. Verranno previste saracinesche di intercettazione, installate entro pozzetti ispezionabili in corrispondenza dei nodi principali, e nel sottosuolo con tubo protettore e chiusino tronco conico in corrispondenza dei nodi secondari.

Nei punti più opportuni verranno ubicati scarichi e sfiati entro pozzetti ispezionabili. Tali pozzetti avranno sempre la possibilità di scaricare nelle tubazioni della rete fognaria per le acque meteoriche.

Sono inoltre previsti, dislocati opportunamente, idranti antincendio sottosuolo del tipo UNI 70 alimentati dalla rete industriale. Gli idranti saranno ubicati all'interno di appositi pozzetti ad uso esclusivo.

Gli allacci ai privati sono previsti con collare di presa, tubazione in PEAD multistrato, pozzetto di intercettazione, a filo lotto, con chiusino in ghisa tronco-conico.

Altra intercettazione sarà prevista immediatamente a valle del collare di presa.

Il tubo in uscita dal pozzetto sarà chiuso con apposito tappo e sarà disponibile per la prosecuzione, a carico dell'utente.

I diametri delle diramazioni private sono previsti da un pollice e mezzo per l'uso potabile e da due pollici per l'uso industriale. Lo sviluppo della rete di distribuzione è pari a 2100 m per l'uso potabile e 2100 m per l'uso industriale.

#### **2.1.2.4 Rete fognaria per acque nere**

La rete fognaria per le acque nere sarà costituita da tubazioni in PVC strutturato, con superficie interna ed esterna liscia, aventi classe di rigidità anulare SN 4 kN/m<sup>2</sup> con diametri esterni Ø 250 e Ø 315.

La scelta dei diametri è stata dettata oltre che dal dimensionamento anche dall'esigenza di non scendere al di sotto del Ø 250 così come generalmente avviene per le reti fognarie della città di Cagliari. Tale diametro può apparire eccessivo in considerazione dell'esiguità delle utenze previste nel presente progetto, ma è senz'altro cautelativo nell'ottica di eventuali corpi estranei che possono, anche accidentalmente, essere introdotti nella rete. La rete è stata dimensionata con pendenze minime dello 0.5%, per consentire velocità di deflusso sufficienti.

Le condotte verranno posate normalmente ad una profondità media di 2,00 m dal piano campagna nel rispetto del principio di cui al precedente paragrafo Posizionamento reciproco delle reti idrica e fognaria.

La rete sarà dotata di tutti gli accessori normalmente adottati per la perfetta funzionalità e gestibilità dell'opera; sono pertanto previsti pozzetti di incrocio e di semplice ispezione.

Si adotteranno pozzetti di incrocio e caduta nei casi in cui, per quanto possibile, il collettore principale si trovasse posato a profondità maggiore di quella del collettore confluyente.

La distanza media tra due pozzetti successivi, di qualunque tipo essi siano, sarà di 20 m.

Gli allacci ai lotti, costituiti da tubazioni in PVC compatto Ø 160, saranno collegati alla rete principale mediante braghe con diramazione a 45°.

Gli allacci partiranno da un pozzetto ispezionabile con alloggiato un sifone in PVC Ø 160 con doppia ispezione. Il pozzetto verrà ubicato a filo lotto ed il sifone sarà chiuso all'estremità libera da apposito coperchio di chiusura.

Per quanto si siano ottimizzate le pendenze, si è reso necessario l'impiego di due impianti di sollevamento realizzati in pozzettoni in cls e dotati di pompe sommergibili.

Tutte le acque nere raccolte saranno convogliate all'esistente torrino di sollevamento, posizionato alle spalle dello stabilimento REMOSA, che recapiterà le acque reflue al depuratore comunale di Is Arenas.

Per semplicità di esecuzione dei lavori e della successiva gestione delle opere tutti i chiusini saranno identici, circolari ed in ghisa sferoidale con passo d'uomo da 60 cm idonei

a sopportare carichi stradali pesanti della classe F 900 della norma EN 124 del 1994 (forza di controllo 900 kN).

Lo sviluppo della rete è stato stimato in 2.345 m così suddivisi:

Ø	metri
250	1108,00
315	1237,00
TOTALE	2345,00

### 2.1.2.5 Rete delle acque meteoriche

Il dimensionamento delle condotte di raccolta delle acque meteoriche è stato effettuato suddividendo l'area oggetto di intervento in due sottobacini di uguali dimensioni (8 ha). Tale scelta è stata dettata dalla necessità di provvedere al trattamento delle acque di prima pioggia che, vista l'estensione areale dell'intervento, avrebbe comportato impianti di grosse dimensioni. Si è quindi scelto di ubicare i due impianti di trattamento nelle aree disponibili che fossero al tempo stesso in posizione baricentrica e in zone non soggette a carichi pesanti. Una volta trattate le acque saranno convogliate a mare tramite due collettori in PVC strutturato SN 4 Ø 1200. Nell'apposito paragrafo si darà opportuna descrizione dell'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia.

Per la determinazione delle portate sono state impiegate le curve di possibilità pluviometriche del I gruppo, che in funzione del tempo di corrivazione, della pendenza dei bacini e della superficie sottesa consentono la stima della altezza di pioggia critica. Si è scelto di determinare l'altezza di pioggia critica con tempo di ritorno di 10 anni che fornisce un dato sufficientemente tutelativo.

La rete fognaria per le acque meteoriche sarà costituita da tubazioni in PVC strutturato, della stessa tipologia ben descritta per le acque nere, con letto di posa, rinfilanco e ricoprimento in materiale arido (sabbia e ghiaia) opportunamente compattato.

Le condotte verranno posate normalmente ad una profondità media di 1.70 m.

Anche questa rete sarà dotata di tutti gli accessori normalmente in uso per renderla perfettamente funzionale e gestibile.

Saranno pertanto previsti idonei pozzetti di ispezione e di incrocio.

Si adotteranno pozzetti di incrocio e caduta nei casi in cui il collettore principale si trovasse posato a profondità maggiore di quella del collettore confluyente.

La distanza media tra due pozzetti successivi sarà di 20 m.

Ogni 20 m verranno disposte le caditoie con distribuzione quinconce che conferiscono le acque nel collettore principale mediante tubazioni in PVC strutturato del Ø 160, posate e rivestite in calcestruzzo, limitatamente alle aree soggette a carichi pesanti.

Tali collegamenti confluiranno nel collettore principale mediante i pozzetti di ispezione.

All'interno delle caditoie è realizzata, in uscita, la sifonatura idraulica mediante l'inserimento nel pozzetto di un elemento a T in PVC dotato di tappo di ispezione che consentirà una facile operazione di pulizia e manutenzione senza comprometterne la integrità.

Anche gli allacci ai privati verranno eseguiti con condotte in PVC strutturato Ø 160. Tali condotte verranno immesse nei collettori con braghe, con innesti a sella o con altre modalità in funzione dei materiali e dei diametri.

Le condotte di allaccio avranno origine in appositi pozzetti ispezionabili contenenti sifone tipo Firenze ad "U" con tappi di ispezione e tappo di chiusura nell'estremità libera.

Come già detto per le acque nere tutte le griglie e i chiusini saranno uguali e del tipo descritto (classe F 900).

La consistenza della rete è stata stimata in 2.547 m, così suddivisi:

Ø	metri
400	330,00
500	470,00
630	270,00
710	402,00
800	406,00
900	76,00
1000	36,00
1200	557,00
TOTALE	2547,00

#### **2.1.2.6 L'impianto per il trattamento delle acque di prima pioggia**

L'inquinamento delle acque di origine meteorica assume grande importanza sia nella scelta del sistema di fognatura da adottare, separata o mista, sia nel dimensionamento dei manufatti speciali quali gli scaricatori e gli impianti di disoleazione.

Il carico inquinante delle acque di pioggia proviene soprattutto dall'atmosfera e dalle superfici dilavate. Le cause più importanti dell'inquinamento atmosferico sono aerosol, polveri, gas, oli minerali, carburanti. Tali sostanze provengono in gran parte da combustioni, emissioni industriali e traffico veicolare e la loro concentrazione dipende



dall'antropizzazione del territorio e dalle condizioni climatiche. In tempo asciutto le particelle di polvere più grosse cadono al suolo, mentre in tempo di pioggia le particelle più fini ed i gas vengono catturati per precipitare con l'acqua.

Il traffico veicolare, di stazionamento o in movimento, è responsabile di numerosi tipi di inquinamento:

- abrasioni di pneumatici (caucciù, nerofumo, zinco);
- perdite di carburante, olio e grassi;
- abrasioni dei freni (rame, cromo e piombo);
- abrasioni delle pavimentazioni stradali.

La formazione dei deflussi meteorici è da tempo oggetto di approfonditi studi scientifici in virtù dell'importanza determinante che essa riveste per il dimensionamento e la gestione delle fognature.

Tradizionalmente l'attenzione è stata focalizzata sugli eventi meteorici più intensi e meno frequenti al fine di poter dimensionare i collettori fognari così da minimizzare i problemi d'insufficienza quantitativa della rete.

L'altezza di pioggia massima che può verificarsi in un determinato comprensorio è stimata mediante la curva di possibilità pluviometrica del I gruppo descritta nella sezione riguardante le acque meteoriche.

Analizzando studi ed interventi già eseguiti in altre aree italiane è stato valutato che, trattando costantemente una portata pari al 30% del valore massimo di dimensionamento, si sottopone a depurazione un volume d'acqua pari a non meno dell'80% di quello precipitato annualmente.

Si ritiene pertanto accettabile assumere come portata di dimensionamento dell'impianto un valore ridotto al 30% della portata critica di pioggia. In questa sede si è ritenuto opportuno tutelarsi maggiormente e trattare il 40 % della portata critica avvicinandosi così a trattare una percentuale molto vicina al 100 % delle precipitazioni annuali.

Il trattamento delle acque meteoriche con il criterio dell'altezza di pioggia (intesa come i primi 5 mm di precipitazione di ogni evento meteorico) non è sempre applicabile perché gli elevati tempi di corrivazione, come in questo caso, comporterebbero il riempimento della vasca con la pioggia successiva ai 5 mm precipitata nelle zone più vicine all'impianto ancora prima dell'arrivo della pioggia precipitata nelle zone più distanti. Inoltre nel caso di uno sversamento accidentale successivo alla prima pioggia (e quindi a vasca piena),

l'inquinamento andrebbe direttamente nel by-pass dove verrebbe scaricato senza trattamento.

Da quanto sopra esposto segue che le acque di prima pioggia devono essere trattate prima di essere immesse in un corpo recipiente e che le acque più cariche sono quelle di primo scroscio.

Si ritiene pertanto indispensabile procedere al loro trattamento da eseguirsi secondo le seguenti modalità:

- regolazione e limitazione della portata in arrivo all'impianto di disoleazione;
- separazione dei solidi totali sedimentabili, mediante apposito comparto opportunamente dimensionato;
- disoleazione prima dell'immissione in corpo ricettore.

La proposta progettuale consente una facile messa in opera degli impianti (impianti monoblocco unitari premontati con sistemi di regolazione della portata interni) e ottimi rendimenti depurativi (disoleatori interni con sistemi di trattamento a pacchi lamellari ad alta efficienza di rimozione oli per alte portate in entrata).

La scelta di tale tipo di impianto è dettata soprattutto dalla semplicità di gestione e manutenzione ordinaria.

### **Principio di funzionamento**

Il sistema si basa su apparecchiature di tipo statico che non hanno organi elettromeccanici.

Lo scopo è quello di rimuovere le sostanze decantabili che tendono a depositarsi sul fondo e, in primo luogo, le particelle di idrocarburi che, se non emulsionate, risalgono naturalmente in superficie.

La risalita in superficie delle particelle di olio è tanto migliore quanto maggiore è il coefficiente di separazione (espresso di solito in  $m^2/(l/s)$ ), vale a dire quanto più elevata è la superficie attiva del separatore.

Gli idrocarburi separatisi si accumulano sulla superficie della zona di separazione e devono periodicamente essere asportati.

Sulla bocca d'uscita è montato un otturatore a galleggiante che, opportunamente tarato sul peso specifico degli idrocarburi da rimuovere, impedisce la fuoriuscita di questi dall'apparecchiatura in caso di sversamenti occasionali o di eccessivo accumulo di queste sostanze.

### **Determinazione del carico idraulico**

L'area per la quale è previsto il trattamento delle acque meteoriche, pari a circa 16 ha, è stata suddivisa in due sottobacini di circa 8 ha ciascuno.

La portata critica presa in considerazione per ciascun bacino è pari a 2800 l/s corrispondente ad un tempo di ritorno pari a 10 anni. Riducendo la portata teorica al 40% del suo valore, otteniamo la portata di dimensionamento dell'impianto di disoleazione.

Portata in arrivo all'impianto : 2800 l/s

$$2800 \text{ (l/s)} \times 40 \% = 1120 \text{ (l/s)}$$

Si adotterà pertanto un impianto dimensionato per trattare un massimo di 1120 l/s. Tale portata sarà suddivisa su quattro linee di trattamento, ognuna delle quali tratterà un massimo di 280 l/s.

Il separatore sarà abbinato ad un regolatore di portata che consentirà di limitare al valore di dimensionamento la portata da trattare.

Le portate in eccesso verranno sfiorate direttamente nel ricettore finale.

Si elencano qui di seguito le diverse sezioni di trattamento:

- regolazione della portata mediante valvola a galleggiante dimensionata e tarata per limitare la portata in ingresso;
- due vasche di by-pass;
- rimozione dei solidi, degli oli e degli idrocarburi mediante un dissabbiatore e un pacco lamellare composto da un fascio di tubi in polipropilene.

### **Garanzia dei reflui in uscita dall'impianto**

L'effluente avrà standard di accettabilità conformi a quanto disposto dal D.LGS. 152/99 (all.5 tab.3) limitatamente ai parametri solidi sedimentabili, oli ed idrocarburi totali.

Questi standard vengono rispettati per un refluo in entrata conforme ai dati di progetto precedentemente esposti e se l'impianto viene mantenuto in funzione in modo costante e corretto.

### **2.1.2.7 Impianto di sollevamento**

Al fine di consentire l'ingresso delle acque al trattamento di prima pioggia sarà necessaria la predisposizione di due impianti di sollevamento in grado di sollevare l'intera portata di pioggia critica. Tale obiettivo si potrà raggiungere attraverso l'impiego di una vasca su cui saranno installate sei pompe sommergibili che entreranno in azione tutte, o in parte, in funzione del livello idrico della vasca stessa.

La vasca avrà dimensioni in pianta 6.10 x 11.80 m e altezza pari a 3.30 m.

Le sei pompe necessarie al sollevamento consentiranno complessivamente portate comprese tra 2800 e 3040 l/s. Esse avranno prevalenza di 5 m, potenza assorbita di 230 kW e un rendimento compreso tra 71.3 e 65.7 %. Ciascuna stazione di sollevamento comprenderà un misuratore pneumatico necessario a regolare l'avviamento delle elettropompe, l'alternanza ciclica di lavoro e tutti i dispositivi per un buon funzionamento e per la manutenzione programmata.

#### **2.1.2.8 Rete di distribuzione dell'energia elettrica in media tensione**

Sulla base delle indicazioni impartite dall'ENEL sulle caratteristiche dei cavidotti necessari all'elettrificazione dell'area, si è prevista la posa di una tubazione in PVC Ø 160 di colore rosso, serie pesante, con quota a fondo scavo a - 1.20 m con nastro monitore distanziato a 20 cm dalla generatrice superiore del tubo. La larghezza della trincea necessaria a tale predisposizione sarà pari a 60 cm.

La rete così predisposta non avrà alcun pozzetto di ispezione, come richiesto dall'ENEL.

La rete avrà, in funzione delle potenze richieste, tre cabine elettriche in posizione baricentrica all'interno dell'area di intervento. Esse saranno alimentate da due punti di consegna in maniera da non interrompere l'alimentazione in caso di eventuali guasti.

#### **2.1.2.9 Rete di distribuzione dell'energia elettrica in bassa tensione**

La rete in bassa tensione sarà realizzata sulla base delle stesse indicazioni impartite dall'ENEL per la rete di distribuzione in media tensione, e sulla base della localizzazione delle cabine di media tensione.

I cavidotti di tale rete seguiranno le stesse modalità di posa ma saranno realizzati con tubi in PVC Ø 125.

#### **2.1.2.10 Rete di illuminazione della viabilità e dei piazzali**

L'impianto di illuminazione sarà realizzato, su tutta la rete viabile, con l'impiego di pali conici alti 12 m, dotati di corpo illuminante da 250 W.

Il piazzale e le aree destinate a parcheggi saranno illuminate da torri faro alte 25 m, dotate ciascuna di otto corpi illuminanti da 1000 W.

#### **2.1.2.11 Rete telefonica**

La linea telefonica, predisposta secondo le indicazioni fornite dalla Telecom, prevede la posa di due cavidotti in PVC di colore rosso Ø 140 e Ø 75.

Le ispezioni alla rete telefonica saranno realizzate tramite pozzetti di in cls delle dimensioni in pianta di 60 x 60 cm, distribuiti ogni 50 m e ad ogni cambio di direzione.

#### **2.1.2.12 Rete fibra ottica**

La predisposizione della fibra ottica prevede la posa di un tritubo in PEAD ognuno del diametro di 50 mm. Le ispezioni avverranno tramite pozzetti in cls delle dimensioni in pianta pari a 120 x 80 cm, distribuiti ogni 150 ÷ 200 m e ad ogni cambio di direzione.

## **2.2 Le opere a mare**

### **2.2.1 Passerella e protezione della scarpata**

La scarpata del fronte mare sarà regolarizzata con una pendenza 2 su 3 (34° sull'orizzontale) e rivestita con massi di adeguata pezzatura.

A completamento del fronte mare, per garantirne una piena fruibilità verrà realizzata una passerella pedonale con struttura metallica ed assito in legno di iroko. La passerella, a quota 1 metro s.l.m., sarà appoggiata da un lato su un cordolo in calcestruzzo armato a correre lungo la scarpata, dall'altro su una teoria di pali metallici infissi.

Tale passerella è funzionale ai pontili galleggianti, che saranno realizzati a cura degli operatori concessionari, necessari a garantire adeguati spazi di ormeggio alle imbarcazioni in attesa di allaggio/varo, ovvero di interventi manutentori/riparatori a mare.

### **2.2.2 Canale navigabile**

Al fine di consentire la navigazione nello specchio acqueo antistante l'avamposto e quindi l'accosto ai Travel Lift verrà realizzato un canale della profondità di 5 metri. Il canale si svilupperà per tutta la lunghezza del fronte mare dell'avamposto, ovvero dal canale principale del Porto Canale fino alla radice del molo est, per una larghezza pari a 100 metri.

Il materiale risultante dall'escavo è costituito da sabbie, limi e frazione organica. Trattandosi di materiale sciolto lo scavo del canale sarà effettuato con draga semovente. Il materiale sarà recapitato a destinazione nella zona ovest del Porto Canale.

*Cagliari, Dicembre 2007*

IL DIRETTORE TECNICO

*Dott. Ing. Piero Alberto Trombino*