



# AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI



## INFRASTRUTTURAZIONE AREE G1W E G2W RETROBANCHINA DI PONENTE DEL PORTO CANALE DI CAGLIARI

### PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile unico del procedimento  
AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI  
Ing. Alessandra Mannai

Progettazione  
R.T.I. ACQUATECNO S.r.l.  
(capogruppo)  
ROGEDIL Servizi S.r.l.  
(mandante)  
Dott. Geol. Daniele Cruciani  
(mandante)



Titolo elaborato

**RELAZIONE GENERALE**

Elaborato

A.2212.13 | PD | | R

**RG 01**

Scala

Data  
Marzo 2016

Preparato  
M. Cosimi

Controllato  
F. Lo Schiavo

Approvato  
P. Turbolente

Revisione	Data
REV 01	Aprile 2017

Emissione finale - Recepimento osservazioni ICMQ Rapporto N.15/17/ISP

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
1.1.    Contenuti della relazione .....	4
<b>2. I CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI.....</b>	<b>6</b>
2.1.    Assetto planimetrico del progetto.....	7
2.1.    Aspetti funzionali ed interrelazionali del progetto .....	12
2.2.    Viabilità e parcheggi.....	13
2.3.    Il progetto del verde.....	15
2.4.    Marciapiedi.....	18
2.5.    Opere edili accessorie.....	19
2.6.    Scavi e rilevati .....	19
<b>3. GLI ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO .....</b>	<b>20</b>
3.1.1.    Profilo localizzativo.....	20
3.1.2.    Previsioni del Piano Regolatore Portuale prima della variante in corso di approvazione .....	20
3.1.3.    Lo stato di attuazione del Piano Regolatore Portuale.....	23
3.1.4.    La variante al P.R.P. in corso di approvazione.....	25
<b>4. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI .....</b>	<b>26</b>
<b>5. I CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI.....</b>	<b>28</b>
5.1.1.    Le strutture.....	28
5.1.2.    Impianti di raccolta delle acque nere e bianche.....	28
5.1.3.    Impianti idrici in pressione .....	32
5.1.4.    Impianti elettrici e speciali .....	33
<b>6. GLI ASPETTI TECNICI .....</b>	<b>35</b>
6.1.    L'inquadramento geologico geotecnico .....	35
6.2.    L'inquadramento idrologico.....	36
6.3.    Classificazione sismica del sito di intervento .....	39
<b>7. DISPONIBILITA' DELLE AREE .....</b>	<b>40</b>
<b>8. I RISULTATI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE .....</b>	<b>41</b>

8.1.	Suolo e sottosuolo.....	42
8.2.	Atmosfera .....	42
8.3.	Acustica .....	43
8.4.	Salute pubblica .....	44
8.5.	Flora e fauna terrestre.....	44
8.6.	Paesaggio.....	45
8.7.	Rifiuti.....	46
8.8.	Ambiente marino.....	46
<b>9.</b>	<b>CAVE E DISCARICHE .....</b>	<b>48</b>
<b>10.</b>	<b>SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE.....</b>	<b>51</b>
<b>11.</b>	<b>IDONEITA' DELLE RETI ESTERNE DI ALLACCIO.....</b>	<b>52</b>
11.1.	Linea acqua potabile.....	52
11.2.	Linea acqua industriale.....	52
11.3.	Linea fognaria.....	52
11.4.	Rete Enel .....	52
11.5.	Rete Telecom.....	52
<b>12.</b>	<b>LE INTERFERENZE CON LE RETI ESISTENTI.....</b>	<b>53</b>
<b>13.</b>	<b>RISPONDENZA AL PROGETTO PRELIMINARE E ALLE PRESCRIZIONI DETTATE IN SEDE DI APPROVAZIONE .....</b>	<b>53</b>
<b>14.</b>	<b>INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO.....</b>	<b>54</b>
<b>15.</b>	<b>IL CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>56</b>
<b>16.</b>	<b>ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>57</b>

### INDICE DELLE FIGURE

Figura 1.	Graficizzazione aree G <sub>1w</sub> e G <sub>2w</sub> .....	7
Figura 2.	Graficizzazione aree Doganale e non Doganale di progetto .....	8
Figura 3.	Planimetria di zonizzazione di progetto .....	9
Figura 4.	Foto aerea dell'area del Porto Canale .....	13
Figura 5.	Planimetria di progetto .....	14
Figura 6.	Sezione stradale tipo .....	15
Figura 7.	Stralcio progettuale palnimetria sistemazione a verde .....	16
Figura 8.	Particolare delle aiuole .....	17
Figura 9.	Particolare della rotatoria .....	17
Figura 10.	Particolare delle alberature .....	18
Figura 11.	Particoolre del prato .....	18
Figura 12.	Stralcio della CTR 557-130 dell'area del Porto Canale .....	20
Figura 13.	Stralcio PRP vigente nell'area del Porto Canale .....	21
Figura 14.	Immagine satellitare con inquadramento nuovi banchinamenti .....	23
Figura 15.	Inquadramento fotografico area da infrastrutturare .....	24
Figura 16.	Zonizzazione della variante al PRP .....	26
Figura 17.	Canale di scolo esistente .....	30
Figura 18.	Area oggetto di lottizzazione .....	31
Figura 19.	Individuazione del sito di discarica .....	48
Figura 20.	Principale viabilità di collegamento alla discarica .....	48
Figura 21.	Principale viabilità di collegamento alle cave .....	49

### INDICE DELLE TABELLE

<b>Tabella 1.</b>	Capacità d'assorbimento dei terreni .....	37
<b>Tabella 2.</b>	Discariche di riferimento .....	49
<b>Tabella 3.</b>	Cave di riferimento .....	50
<b>Tabella 4.</b>	Quadro riepilogativo corpi d'opera .....	58

## **1. PREMESSA**

Il presente elaborato, redatto ai sensi dell'art. 25 del D.P.R. 207/2010, costituisce la relazione generale del progetto definitivo dal titolo "Infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub> - retrobanchina di ponente del porto Canale di Cagliari, predisposto dallo scrivente R.T.I., costituito da Acquatecno Srl, Rogedil Servizi Srl e dal geologo Cruciani Daniele, in esecuzione del contratto sottoscritto in data 19.11.2013 con l'Autorità Portuale di Cagliari.

Il progetto definitivo, recependo le indicazioni del progetto preliminare approvato con Decreto Commissariale N.8 del 10.02.2015, sviluppa gli elaborati grafici e descrittivi nonché i calcoli ad un livello di definizione tale che nella successiva progettazione esecutiva non si abbiano significative differenze tecniche e di costo.

### **1.1. Contenuti della relazione**

La relazione fornisce i chiarimenti atti a dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento, il rispetto del prescritto livello qualitativo, dei conseguenti costi e dei benefici attesi.

In particolare la relazione:

- descrive, con espresso riferimento ai singoli punti della relazione illustrativa del progetto preliminare, i criteri utilizzati per le scelte progettuali, gli aspetti dell'inserimento dell'intervento sul territorio, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei materiali prescelti, nonché i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti, in particolare per quanto riguarda la sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione;
- riferisce in merito a tutti gli aspetti riguardanti la geologia, la topografia, l'idrologia, le strutture e la geotecnica;
- riferisce, inoltre, in merito agli aspetti riguardanti le interferenze, gli espropri, il paesaggio, l'ambiente e gli immobili di interesse storico, artistico ed archeologico che sono stati esaminati e risolti in sede di progettazione attraverso lo studio di fattibilità ambientale, di cui all'articolo 27; in particolare riferisce di tutte le indagini e gli studi integrativi di quanto sviluppato in sede di progetto preliminare;
- indica le eventuali cave e discariche autorizzate e in esercizio, che possono essere utilizzate per la realizzazione dell'intervento con la specificazione della capacità complessiva;
- indica le soluzioni adottate per il superamento delle barriere architettoniche;
- riferisce in merito all'idoneità delle reti esterne dei servizi atti a soddisfare le esigenze connesse all'esercizio dell'intervento da realizzare;
- riferisce in merito alla verifica sulle interferenze delle reti aeree e sotterranee con i nuovi manufatti ed al progetto della risoluzione delle interferenze medesime;

- attesta la rispondenza al progetto preliminare ed alle eventuali prescrizioni dettate in sede di approvazione dello stesso; contiene le motivazioni che hanno indotto il progettista ad apportare variazioni alle indicazioni contenute nel progetto preliminare;
- riferisce in merito alle eventuali opere di abbellimento artistico o di valorizzazione architettonica;
- riferisce in merito ai criteri ed agli elaborati che dovranno comporre il progetto esecutivo;
- riferisce inoltre in merito ai tempi necessari per la redazione del progetto esecutivo e per la realizzazione dell'opera, aggiornando i tempi indicati nel cronoprogramma del progetto preliminare.

## **2. I CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI**

L'intervento in oggetto interessa un'area situata all'interno del Porto Canale, avente una superficie di circa mq. 280.000, che allo stato attuale presenta quote del terreno variabili comprese tra mt 1,50 a circa mt 10,00 sopra il livello del mare.

Tale area è destinata ad assumere funzioni operative essenziali connesse con il Piano di Sviluppo del Porto e con la nuova organizzazione degli spazi portuali nell'ottica dell'atteso sistema portuale dell'area cagliaritano.

Le previsioni del Piano Regolatore Portuale indirizzate a trasferire sulle strutture del porto canale le categorie merceologiche afferenti le rinfuse ed il traffico Ro-Ro sono in corso di attuazione con una serie di interventi infrastrutturali che l'Autorità Portuale, nell'area prossima a quella di intervento, sta realizzando a partire dai banchinamenti e dalla viabilità di accesso e connessione con le reti viarie esistenti.

L'Autorità Portuale di Cagliari ha infatti realizzato sul lato di ponente del bacino di evoluzione del Porto Canale una banchina di 500 m con relativi piazzali già operativi e sono in corso d'esecuzione i lavori di completamento del medesimo per ulteriori 300 m.

L'obiettivo dell'intervento in oggetto è quindi finalizzato a definire ed organizzare gli spazi a terra ovvero di infrastrutturare l'area retrostante le suddette banchine, attualmente sterrata ed inutilizzata.

L'intervento progettuale in argomento consiste nell'esecuzione delle opere di urbanizzazione primaria su un'area avente una superficie di mq. 279.778,18.

In linea con gli strumenti pianificatori e programmatori dell'Autorità Portuale le banchine in corso di realizzazione sul lato di ponente del bacino di evoluzione del Porto Canale saranno utilizzate per merci alla rinfusa o, comunque, in colli, trasferendovi il traffico che attualmente gravita nel Porto Vecchio di Cagliari, non più idoneo a riceverle per i seri problemi ambientali che esso determina.

Ecco quindi prioritario l'intervento in oggetto che vuole essere una risposta alla domanda degli operatori economici del settore che hanno manifestato interesse ad utilizzare le aree retrostanti la banchina per attività logistiche connesse ai traffici portuali.

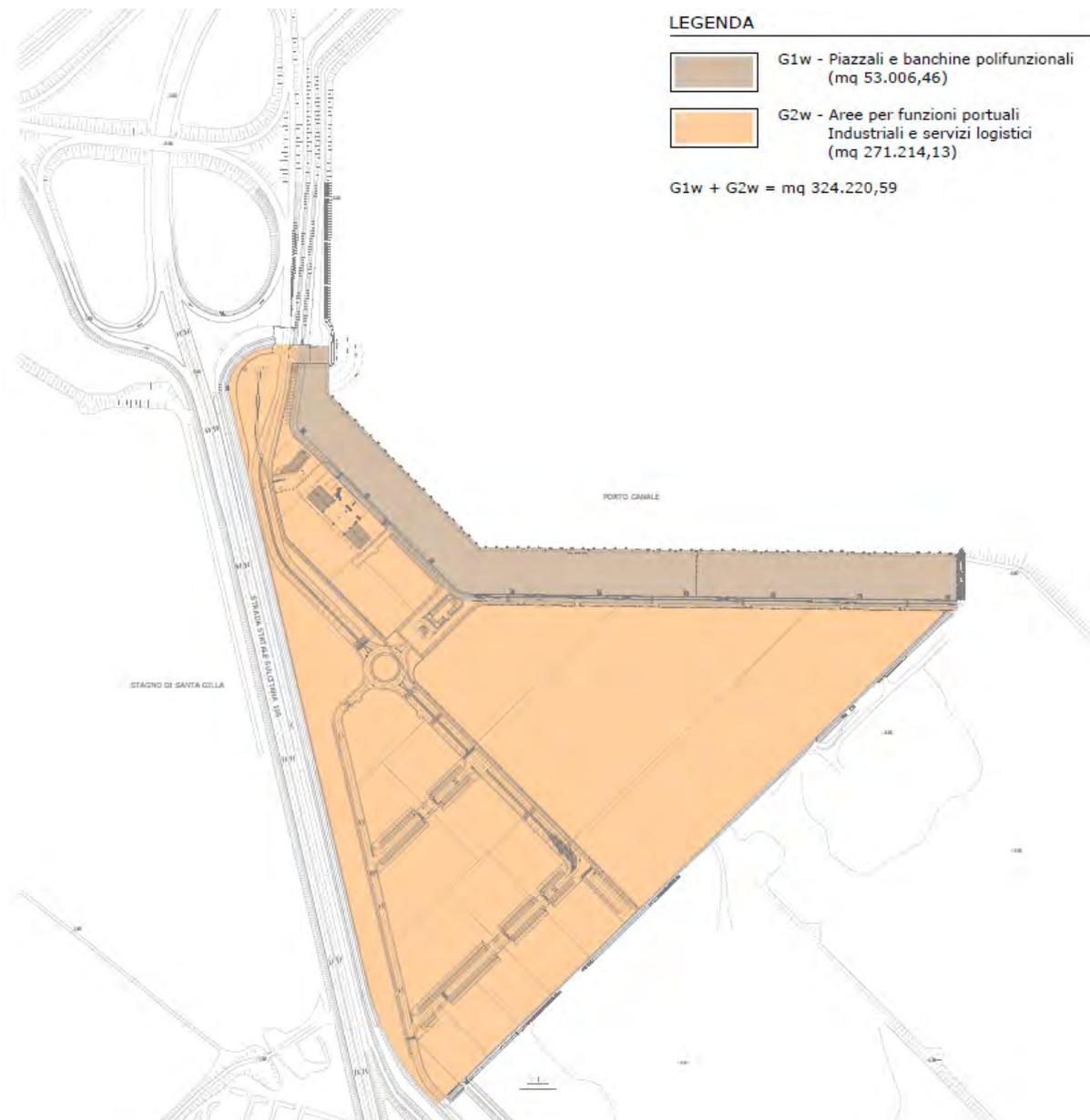
Il progetto prevede quindi un'organizzazione dell'area di intervento secondo un layout ottimizzante la flessibilità di utilizzo delle aree da assegnare in concessione demaniale a seconda delle esigenze degli operatori ed al fine di assecondare tali esigenze il progetto recepisce le modifiche al vigente Piano regolatore Portuale per il quale è in corso la relativa procedura approvativa.

## 2.1. Assetto planimetrico del progetto

Il progetto in argomento prevede una zonizzazione che interessa la parte più a nord dell'imbonimento del Porto Canale.

La superficie dell'area di intervento, pari a 324.220,59 mq, è urbanisticamente identificata da due destinazioni urbanistiche:

- G<sub>1w</sub> - piazzali e banchine polifunzionali - per mq 53.006,46;
- G<sub>2w</sub> - aree per funzioni portuali industriali e servizi logistici - per mq 271.214,13.



**Figura 1.** Graficizzazione aree G<sub>1w</sub> e G<sub>2w</sub>

La medesima risulta inoltre suddivisa in due macrozone:

- una zona doganale di superficie paria a circa 195.235,08 mq ;
- una zona extradoganale di superficie pari a circa 128.985,51 mq.

All'interno della zona doganale sono presenti interventi già realizzati con precedenti appalti; tali interventi sono relativi alla costruzione della banchina portuale (mq 44.442,41), alla costruzione dell'edificio industriale edificato in corrispondenza del lotto L1D (mq 4.190,13) e all'edificio per uffici portuali edificato nell'ambito del lotto L0D (mq 2.031,35). Il totale della superficie occupata da interventi già realizzati è pari a mq 50.663,89 circa.

L'area extradoganale risulta ad oggi completamente ineditata e delimitata dalla viabilità principale di penetrazione e dal canale esistente, adiacente alla SS 195.



**Figura 2.** Graficizzazione aree Doganale e non Doganale di progetto

La superficie effettiva nella quale verranno realizzate le opere di urbanizzazione è pari a mq 279.778,18 data dall'intera superficie G<sub>1w</sub> e G<sub>2w</sub> (mq 324.220,59) decurtata della superficie di banchina già realizzata (mq 44.442,41).

Per l'esattezza la viabilità di progetto di servizio del retro banchina, che occupa una superficie pari a 8.564,05 mq, ricade in area G<sub>1w</sub> e la rimanente zonizzazione, per una superficie di mq 271.214,13 ricade in area G<sub>2w</sub>.



**Figura 3.** Planimetria di zonizzazione di progetto

Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive di zonizzazione e di rispetto degli standard di piano.

### AREA G1W

<b>AREA DOGANALE</b>				
<b>AREE GIA' REALIZZATE ED ESCLUSE DALL'INTERVENTO</b>				
ID.	DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (mq)	SUP. COPERTA ESISTENTE (mq)	SUP. COPERTA AMMESSA (mq) (1/3 SUP. LOTTO)
	BANCHINA PORTUALE	44.442,41		
Totale AREA DOGANALE REALIZZATA		44.442,41		
<b>AREE DA REALIZZARE</b>				
VbD1	VIABILITA'	8.564,05		
Totale AREA DOGANALE DA REALIZZARE		8.564,05		

### AREA G2W

<b>AREA DOGANALE</b>				
<b>AREE GIA' REALIZZATE ED ESCLUSE DALL'INTERVENTO</b>				
ID.	DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (mq)	SUP. COPERTA ESISTENTE (mq)	SUP. COPERTA AMMESSA (mq) (1/3 SUP. LOTTO)
LD0	LOTTO EDIF. - UFFICI	2.031,35	550,00	
LD1	LOTTO EDIF. - CAPANNONI	4.190,13	1.012,00	
Totale AREA DOGANALE REALIZZATA		6.221,48	1.562,00	
<b>AREE DA REALIZZARE</b>				
LD2	LOTTO EDIFICABILE	4.054,00		1.337,82
LD3	LOTTO EDIFICABILE	3.359,00		1.108,47
LD4	LOTTO EDIFICABILE	4.140,00		1.366,20
LD5	LOTTO EDIFICABILE	19.303,00		6.369,99
LD6	LOTTO EDIFICABILE	48.352,00		15.956,16
LD7	LOTTO EDIFICABILE	48.694,00		16.069,02
Totale LOTTI		127.902,00		42.207,66
PD1	PARCHEGGIO	1.224,06		
PD2	PARCHEGGIO	857,21		
Totale PARCHEGGI		2.081,27		
VD1	VERDE	1.197,83		
VD2	VERDE	230,34		
VD3	VERDE	202,94		
VD4	VERDE	88,50		
VD5	VERDE	128,10		
VD6	VERDE	148,50		
VD7	VERDE	155,25		
VD8	VERDE	93,00		
VD9	VERDE	90,21		
Totale VERDE		2.334,67		
VbD2	VIABILITA'	3.689,20		
Totale AREA DOGANALE DA REALIZZARE		136.007,14		42.207,66

**AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI**  
**Infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub>—retrobanchina di ponente del porto Canale di Cagliari**  
**Progetto Definitivo – Relazione Generale – Rev. 01**

<b>AREA EXTRA DOGANALE</b>				
ID.	DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (mq)	SUP. COPERTA ESISTENTE (mq)	SUP. COPERTA AMMESSA (mq) (1/3 SUP. LOTTO)
L8	LOTTO EDIFICABILE	5.981,00		1.973,73
L9	LOTTO EDIFICABILE	4.375,00		1.443,75
L10	LOTTO EDIFICABILE	3.636,00		1.199,88
L11	LOTTO EDIFICABILE	5.000,00		1.650,00
L12	LOTTO EDIFICABILE	8.170,00		2.696,10
L13	LOTTO EDIFICABILE	4.060,00		1.339,80
L14	LOTTO EDIFICABILE	4.497,00		1.484,01
L15	LOTTO EDIFICABILE	7.661,00		2.528,13
L16	LOTTO EDIFICABILE	4.060,00		1.339,80
L17	LOTTO EDIFICABILE	4.497,00		1.484,01
L18	LOTTO EDIFICABILE	3.601,00		1.188,33
L19	LOTTO EDIFICABILE	3.604,00		1.189,32
L20	LOTTO EDIFICABILE	3.349,00		1.105,17
Totale LOTTI		61.742,00		20.622,03
P1	PARCHEGGIO	1.404,32		
P2	PARCHEGGIO	558,53		
P3	PARCHEGGIO	633,67		
P4	PARCHEGGIO	558,53		
P5	PARCHEGGIO	789,55		
P6	PARCHEGGIO	428,53		
P7	PARCHEGGIO	525,00		
P8	PARCHEGGIO	1.153,00		
P9	PARCHEGGIO	428,53		
P10	PARCHEGGIO	525,00		
P11	PARCHEGGIO	750,00		
P12	PARCHEGGIO	309,93		
P13	PARCHEGGIO	1.508,50		
Totale PARCHEGGI		9.573,09		
V1	VERDE	23.700,26		
V2	VERDE	2.948,33		
V3	VERDE	1.062,72		
V4	VERDE	907,92		
V5	VERDE	1.108,68		
Totale VERDE		29.727,91		
Vc	VERDE COMPRESO TRA IL CANALE E LA RECINZIONE	1.789,25		
Vb	VIABILITA'	25.404,26		
Totale AREA EXTRA DOGANALE DA REALIZZARE		128.985,51		20.622,03

<b>G2W</b>	<b>PARCHEGGI DI PROGETTO</b>		<b>G2W</b>	<b>VERDE DI PROGETTO</b>	
	DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (mq)		DESTINAZIONE D'USO	SUPERFICIE (mq)
	AREA DOGANALE	2.081,27		AREA DOGANALE	2.334,67
	AREA EXTRA DOGANALE	9.573,09		AREA EXTRA DOGANALE	29.727,91
Totale SUP. PARCHEGGI		<b>11.654,36</b>	Totale SUP. VERDE		<b>32.062,58</b>

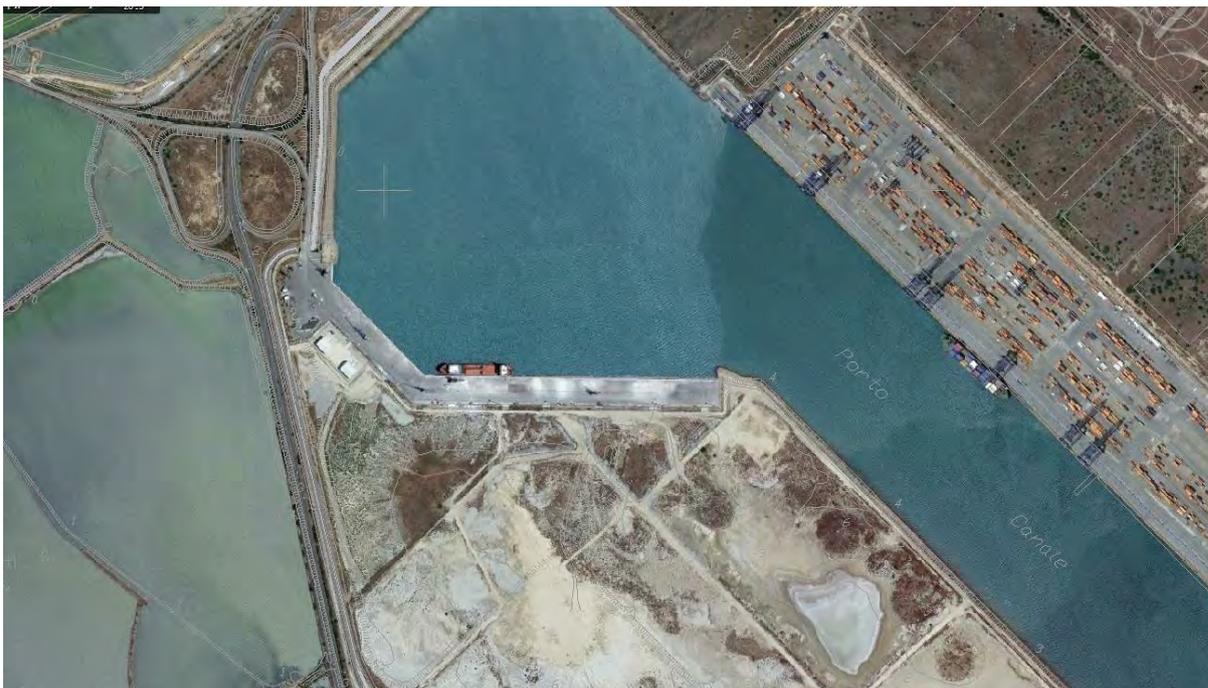
<b>CALCOLO DEGLI STANDARD URBANISTICI</b>		
<b>VARIANTE AL P.R.P.</b>		
DESTINAZIONE DI PIANO: <b>G2w</b> Aree per funzioni portuali Industriali e servizi logistici	SUP. DI PIANO (mq)	SUP. DI PROGETTO (mq)
Superficie territoriale (St)	271.214,13	
Indice di utilizzazione territoriale (Ut)	0,25	
Superficie lorda (Sl) <span style="float: right;"><i>(0,25xSt)</i></span>	67.803,53	
Indice spazi pubblici o di uso pubblico <span style="float: right;"><i>(60% Sl)</i></span>	0,60	
Spazi pubblici o di uso pubblico (escluse le sedi varie) <span style="float: right;"><i>(0,60xSl)</i></span>	40.682,12	<b>43.716,94</b>
Indice parcheggi di uso pubblico <span style="float: right;"><i>(15% Sl)</i></span>	0,15	
Parcheggi di uso pubblico <span style="float: right;"><i>(0,15xSl)</i></span>	10.170,53	<b>11.654,36</b>
Indice verde di uso pubblico <span style="float: right;"><i>(45% Sl)</i></span>	0,45	
Verde di uso pubblico <span style="float: right;"><i>(0,45xSl)</i></span>	30.511,59	<b>32.062,58</b>

### 2.1. Aspetti funzionali ed interrelazionali del progetto

Le opere di urbanizzazione primaria previste in progetto su un'area situata all'interno dell'area portuale, avente una superficie di circa mq. 279.778,18 sono inquadrabili in un contesto territoriale ben delimitato dai seguenti limiti:

- banchina portuale esistente, con limite area di intervento a circa 50 metri dalla banchina stessa;
- argine del canale adiacente alla SS 195;
- percorso non pavimento utilizzato per i movimenti di terra in collegamento tra ala viabilità esistente e la colmata in direzione dell'avamposto.

La soluzione progettuale prescelta prevede una lottizzazione dell'area suddivisa tra una zona doganale ed una extradoganale.



**Figura 4.** Foto aerea dell'area del Porto Canale

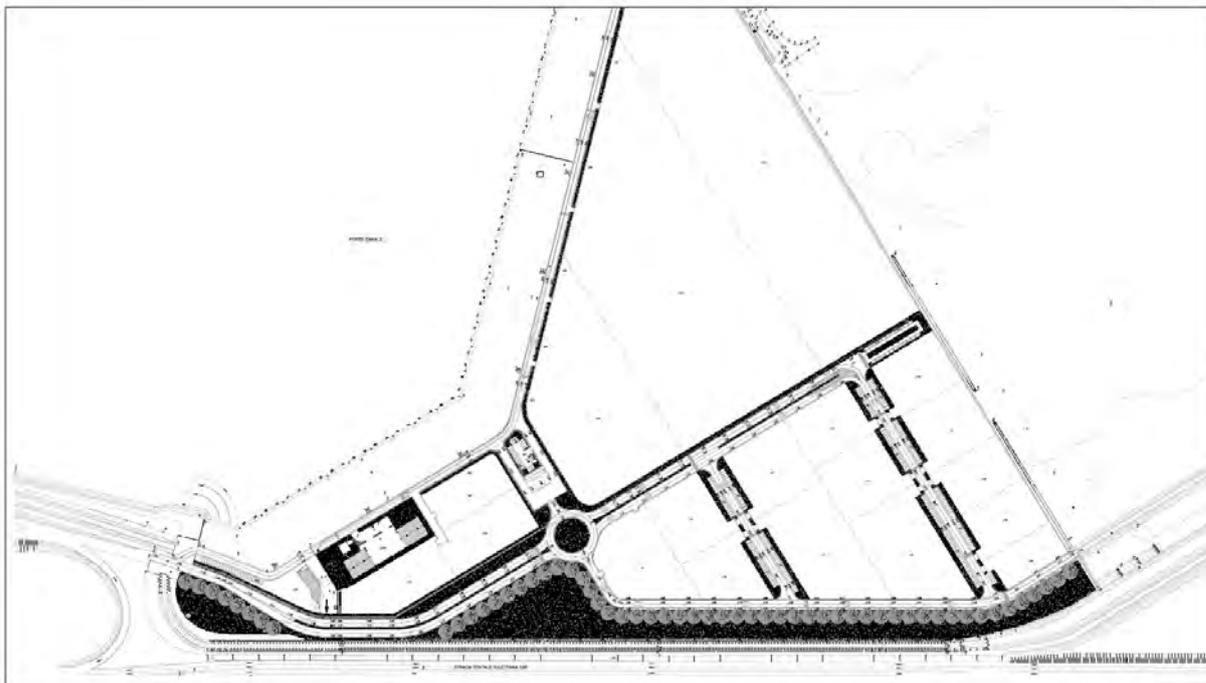
Le opere di urbanizzazione primaria dell'area in oggetto, sono finalizzate alla predisposizione di quanto necessario in termini di viabilità, parcheggi, impianti a servizio dei lotti edificabili, previsti di diverse dimensioni, destinati all'insediamento di attività industriali ed affini connesse ai traffici marittimi, operazioni commerciali connesse e interconnesse alla logistica e all'interscambio delle merci, attività produttive ed aree per servizi funzionali alle attività di interporto.

## **2.2. Viabilità e parcheggi**

La viabilità interna all'area prevista in progetto, è costituita da un asse stradale principale, che attraversa l'area di intervento da nord ovest verso sud est, costituito da due carreggiate separate e doppia corsia per ogni senso di marcia.

La larghezza totale della piattaforma stradale tipo A risulta pari a 19 metri ed è costituita da due carreggiate per ogni senso di marcia così costituite: banchina laterale destra di larghezza pari a 1.00 m, due corsie di larghezza pari a 3,50 m ciascuna e banchina laterale sinistra di larghezza pari da 0.50 m. Le due carreggiate sono separate da uno spartitraffico centrale di larghezza pari a 2 m. L'asse stradale principale è collegato alla viabilità secondaria attraverso una rotatoria che garantisce l'accesso al varco doganale ed alla viabilità ordinaria interna ai lotti.

La viabilità secondaria della piattaforma stradale tipo B ha una larghezza pari a 9 metri ed è formata da due banchine laterali di larghezza pari a 1.00 m ed una corsia per ogni senso di marcia di larghezza pari a 3,50 m.



**Figura 5.** Planimetria di progetto

La piattaforma stradale sarà costituita da:

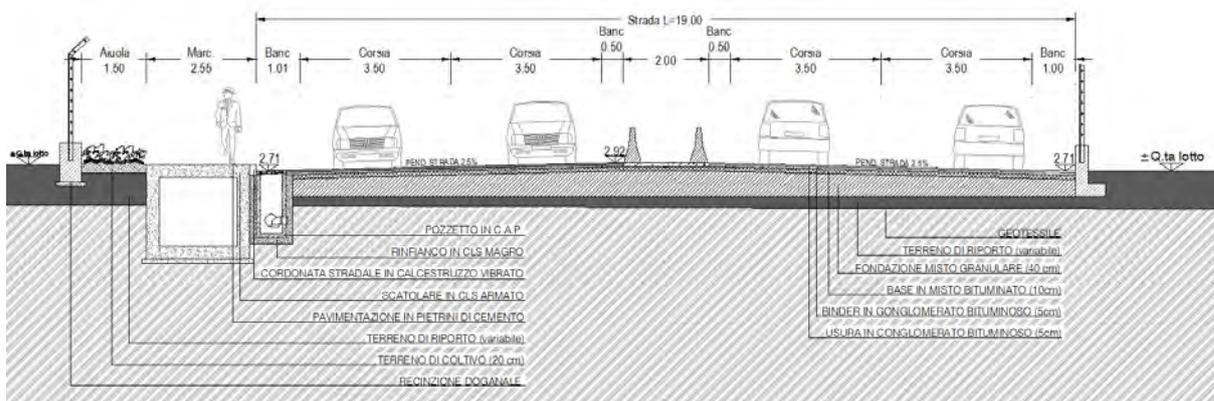
- strato in geotessile tessuto ad alta resistenza e basso allungamento;
- fondazione stradale in misto granulato spessore 40 cm;
- strato di base in misto bituminoso, spessore 10 cm;
- strato di collegamento (Binder), spessore 5 cm;
- tappetino d'usura spessore 5 cm.

Il corpo della piattaforma stradale è costituito, a partire dalla sua base, dai seguenti elementi costruttivi:

- manto di geocomposito tessile costituito da un geotessile nontessuto composto esclusivamente da polipropilene a filamenti continui spunbonded, stabilizzato ai raggi UV accoppiato meccanicamente ad un tessuto in poliestere ad elevato modulo;
- strato di fondazione della massicciata stradale, eseguito con tout venant di cava, ovvero con idoneo misto di fiume, avente granulometria assortita, dimensione massima degli elementi mm 71, con portanza espressa da un modulo di deformazione  $M_d$  non inferiore a 80 N/mm<sup>2</sup> ricavato dalle prove con piastra avente diametro di cm 30;
- conglomerato bituminoso per strato di base (tout venant bitumato) costituito da inerti di idonea granulometria, con bitume in ragione del 3.5-4.5% in peso;
- conglomerato bituminoso (binder) per strato di collegamento costituito da graniglia e pietrischetti della IV categoria prevista dalle norme C.N.R., sabbia ed additivo,

impastato a caldo in apposito impianto con bitume di prescritta penetrazione in ragione del 4.0-5.5% in peso;

- conglomerato bituminoso per manto d'usura (tappeto) costituito da pietrisco 5-15 mm, sabbia e filler, con bitume in ragione del 4.5-6.0% in peso.



**Figura 6.** Sezione stradale tipo

### 2.3. Il progetto del verde

I criteri che hanno guidato la scelta delle specie vegetali sono sintetizzabili in:

- *utilizzo di specie autoctone*: specie caratterizzate da una forte rusticità ed adattabilità per garantire una maggiore capacità di attecchimento e una migliore resistenza agli attacchi esterni, in particolar modo alla siccità;
- *aspetti economico gestionali*: risparmio idrico e costi di manutenzione;
- *mitigazione dell'inquinamento atmosferico*: si sono seguite le raccomandazioni del *Progetto MI* del Consiglio di Ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (Cra) che prevede l'inserimento di piante anti-smog in grado di accumulare CO<sub>2</sub> e particolato atmosferico ("*Il ruolo del verde urbano nella mitigazione dell'inquinamento atmosferico*", a cura di G. Zerbi e L. Marchiol). Questo studio è stato anche preso come riferimento per le future predisposizioni di verde urbano nel Comune di Cagliari come stabilito dalla delibera comunale del 3/03/2015 (in allegato);
- *mitigazione impatto ambientale*: rispettare l'ecosistema e la biodiversità dell'area (ZPS ITB040003 e SIC ITB020023 *Stagno di Santa Gilla*);
- *effetto estetico*.



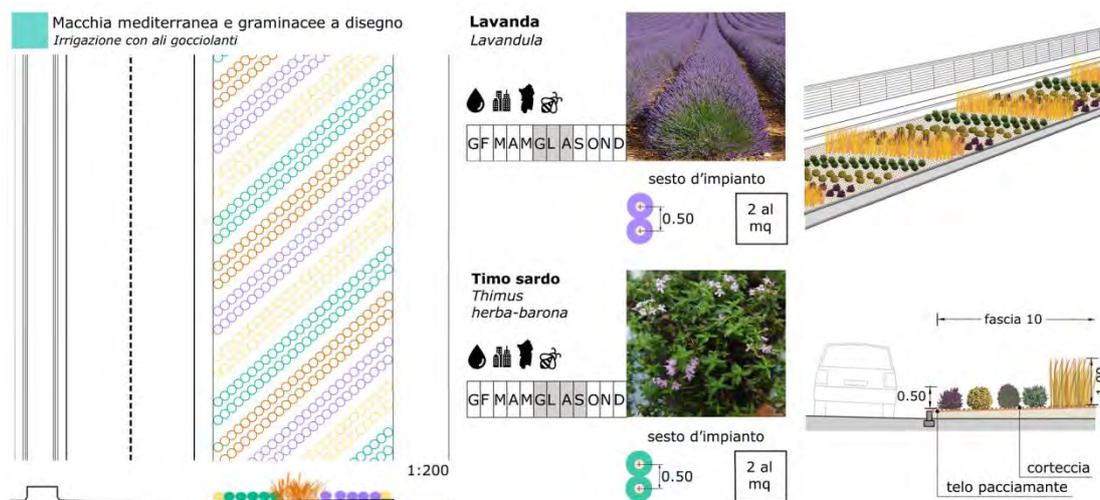
**Figura 7.** Stralcio progettuale planimetria sistemazione a verde

Il progetto del verde ha quindi previsto la realizzazione di:

- **siepi** perimetrali dei lotti e della viabilità di progetto in *Viburnum lucidum* (Viburno) con sistema di irrigazione ad ale gocciolanti.

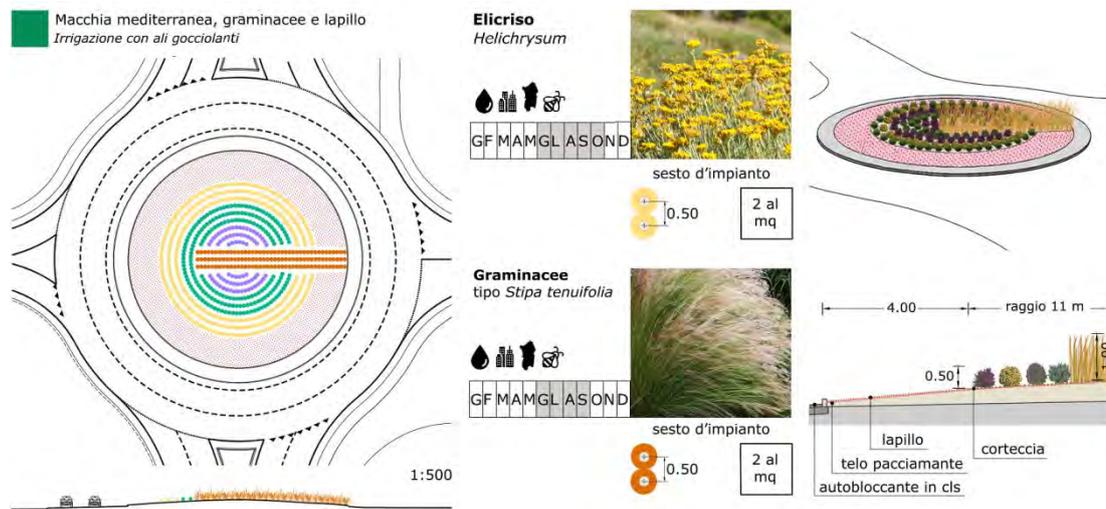
Il Viburno (sesto di impianto sulla fila tra una pianta e l'altra di 60 cm) è un arbusto tipico delle regioni mediterranee caratterizzato da grandi foglie di colore verde scuro lucido e particolare capacità di adattamento a terreni diversi e con scarsa necessità idrica. Ha un'ottima tolleranza all'inquinamento urbano e un'ottima capacità di sequestro degli inquinanti (*Progetto MIA*);

- **aiuole** a disegno di macchia mediterranea e graminacee con sistema di irrigazione ad ale gocciolanti. Sono state progettate delle zone sistemate con piccoli arbusti tipici della macchia mediterranea sarda posti ogni 50 cm (*Lavandula*, *Thimusherba-barona* e *Helichrysum*) intervallate da fasce di Graminacee, *Stipa tenuifolia*. Queste specie sono caratterizzate da una forte rusticità ed adattabilità ma allo stesso tempo grazie alla variazione di colori ed altezze hanno un impatto estetico suggestivo;



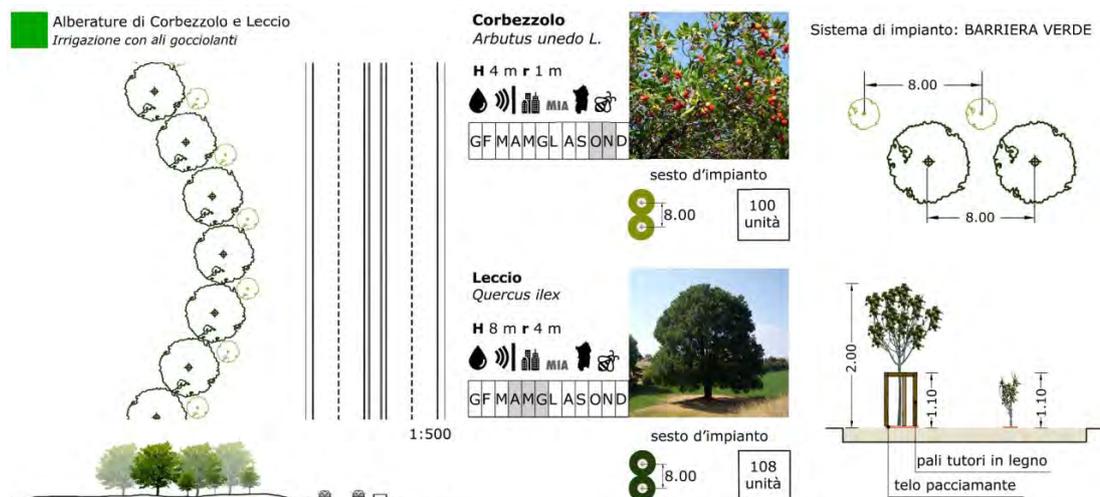
**Figura 8.** Particolare delle aiuole

- **rotatoria** a disegno di macchia mediterranea, graminacee e lapillo con sistema di irrigazione ad ale gocciolanti. La sistemazione a verde della rotatoria riprende quella delle aiuole con l'utilizzo di *Lavandula*, *Thimusherba-barona* e *Helichrysum* posizionate, questa volta dopo una prima zona di 4 m in lapillo, in maniera concentrica. Le circonferenze di macchia mediterranea sono attraversate da una fascia di *Stipa tenuifolia* che identifica idealmente la direzione dell'ingresso dell'area doganale;



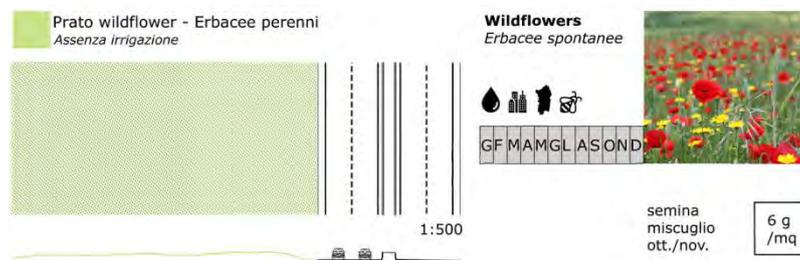
**Figura 9.** Particolare della rotatoria

- **alberature** di *Arbutusunedo* (Corbezzolo) e *Quercusilex* (Leccio) con sistema di irrigazione ad ale gocciolanti. Gli elementi arborei, grazie al sistema di impianto studiato che sfrutta le caratteristiche dimensionali e prestazionali di queste specie (sesto d'impianto di 8 m per quanto riguarda l'*Arbutusunedo* e 8 m per il *Quercusilex* sfalsati per un totale di 100 Corbezzoli e 108 Lecci), creano una fitta barriera verde con la funzione di limitazione del rumore e di mitigazione dell'inquinamento atmosferico (*Progetto MIA*);



**Figura 10.** Particolare delle alberature

- **erbacee** perenni spontanee mediterranee: utilizzo di un miscuglio di *wildflowers*, per la creazione di un prato di fiori selvatici auto sostenibile con un livello di manutenzione ridotto, seminato in autunno non necessita di irrigazione. Questa tipologia di vegetazione è molto usata negli ultimi anni per la riqualificazione di ambienti antropici grazie alla sua forte capacità di avviare processi di naturalizzazione e di potenziamento della biodiversità. (*Manuale linee guida ISPRA "Specie erbacee spontanee mediterranee per la riqualificazione di ambienti antropici", 2013*).



**Figura 11.** Particolare del prato

## 2.4. Marciapiedi

I marciapiedi sono costituiti dai seguenti elementi costruttivi:

- massetto in calcestruzzo per opere non strutturali, magroni di sottofondazione, massetti a terra o su vespaio, avente classe di consistenza S4, con dimensione massima dell'aggregato inerte di 31,5 mm ( $d_{max}$  31,5), confezionato con cemento 32,5 con resistenza caratteristica  $R_{CK}$  pari a 15 N/mm<sup>2</sup> a norma UNI EN 206-1 e Linee Guida Consiglio Sup. LLPP;
- rete elettrosaldata costituita da barre di acciaio ad aderenza migliorata, con diametro delle barre  $\varnothing$  8, maglia cm 20x20;

- pavimentazione realizzata in pietrini di cemento 20x20 cm o 25x25 cm, lisci o bugnati;
- cordolo stradale in calcestruzzo vibrato.

### **2.5. Opere edili accessorie**

E' prevista la realizzazione delle seguenti opere edili accessorie:

- recinzione dell'area doganale (vedere elaborato EG\_PR\_38);
- cunicolo servizi praticabile, che attraversa tutta l'area di intervento da nord ovest a sud est e che potrà essere utilizzata anche per la futura espansione dell'area portuale verso sud est (vedere elaborato EG\_PR\_38);
- cunicolo di raccolta delle acque bianche disposto al confine con la banchina (vedere elaborati EG\_PR\_38 e EG\_PR\_34);
- pozzetto ispezione collettore centrale e pozzetti di allaccio ai lotti (vedere elaborato EG\_PR\_31);
- stazione di sollevamento (vedere elaborato EG\_PR\_36)

### **2.6. Scavi e rilevati**

L'area interessata dall'insediamento si presenta, allo stato attuale, molto ondulata e le quote del terreno attuale variano da circa mt +1,50 a circa mt +10,00 sopra il livello del mare, con limitata presenza di elementi vegetali.

Il terreno è costituito, per uno spessore di circa 5 metri, da sabbie fini ed argille sabbiose, materiali di riporto provenienti dal dragaggio del bacino del Porto Canale. Esse si presentano mediamente addensate per effetto della naturale compattazione causata dagli agenti atmosferici.

Si ritiene quindi che le stesse possano essere riutilizzate senza problemi per il livellamento delle aree depresse rispetto alla quota di scavo prevista e per il riempimento degli scavi che saranno realizzati per la posa in opera delle reti impiantistiche.

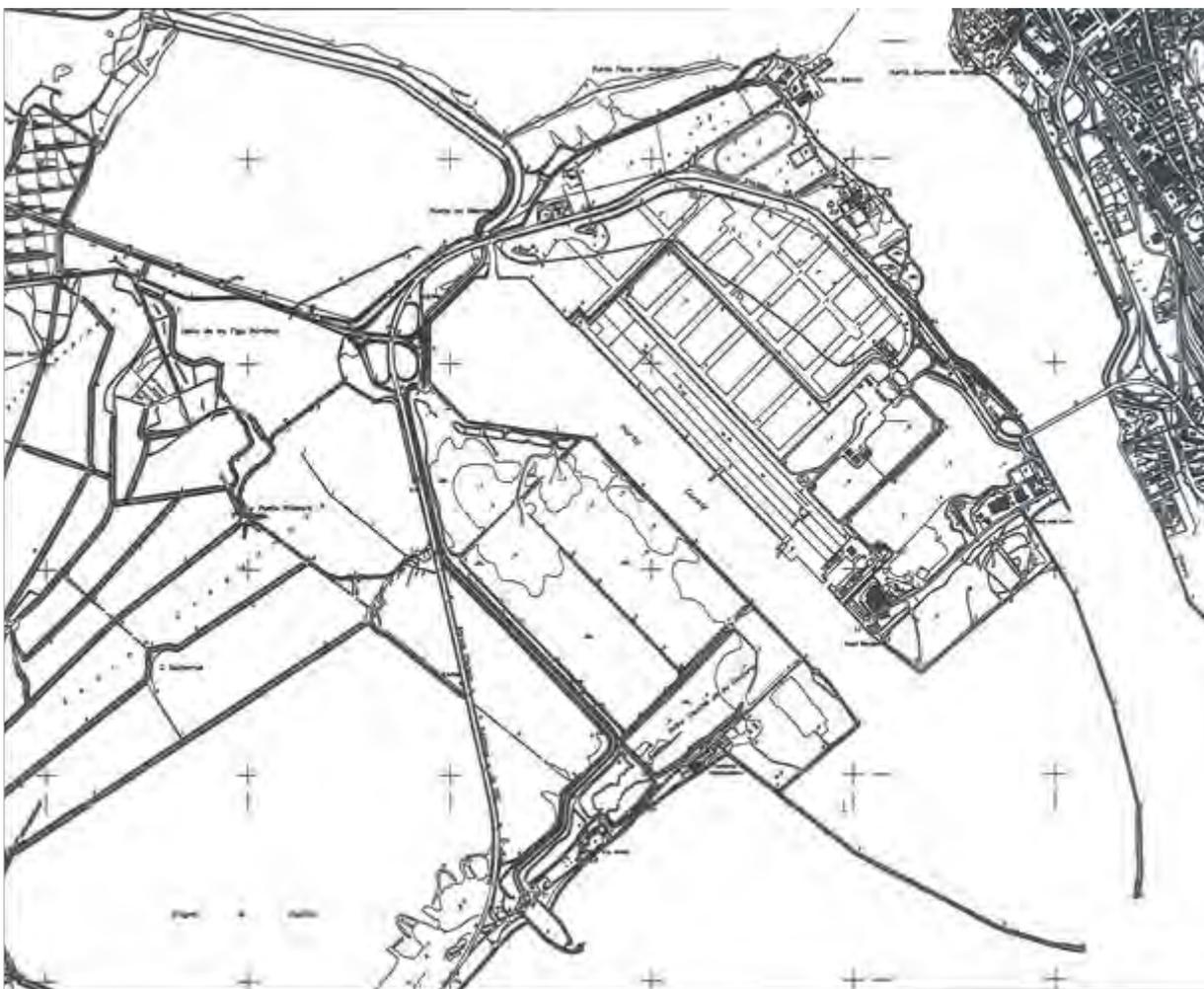
La natura di tali materiali di risulta degli scavi è tale che per le quantità in esubero dal riutilizzo nell'ambito del cantiere si possa prevedere l'utilizzo o lo stoccaggio nella vasca di colmata immediatamente a sud est nell'ambito dello stesso compendio del Porto Canale, prevedendo, per una quantità limitata, il loro trasporto in discarica (presenza di arbusti o materiali vegetali o altri materiali). Il volume totale di materiale movimentato è pari a mc 463.204,57; di questo mc 5.139,65 verranno condotti in discarica, mc 68.156,84 saranno riutilizzati per la messa in quota dei tracciati stradali e dei lotti, e mc 389.908,08 saranno accumulati nelle vasche di colmata adiacenti all'area di intervento.

### 3. GLI ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

#### 3.1.1. Profilo localizzativo

L'intera area è situata all'interno dell'area del Porto Canale a SW del tessuto urbano di Cagliari. È limitato a NW e SW dallo Stagno di S. Gilla, mentre a S-SE confina con la spiaggia di Giorgino. La S.S. 195 costeggia il limite nord occidentale e, parzialmente, quello occidentale del Porto Canale e costituisce, in questo tratto, il limite fisico che lo separa dallo Stagno di Santa Gilla.

Presenta una morfologia pianeggiante ed una quota media di circa +2.50m s.l.m., con punte massime di circa +5.50m s.l.m. Corograficamente si inquadra: - Foglio I.G.M. N° 557 - III quadrante alla scala 1:25.000 - Foglio 557 - 140 della Carta Tecnica della Sardegna (C.T.R.) alla scala 1:10.000. (Figura1).

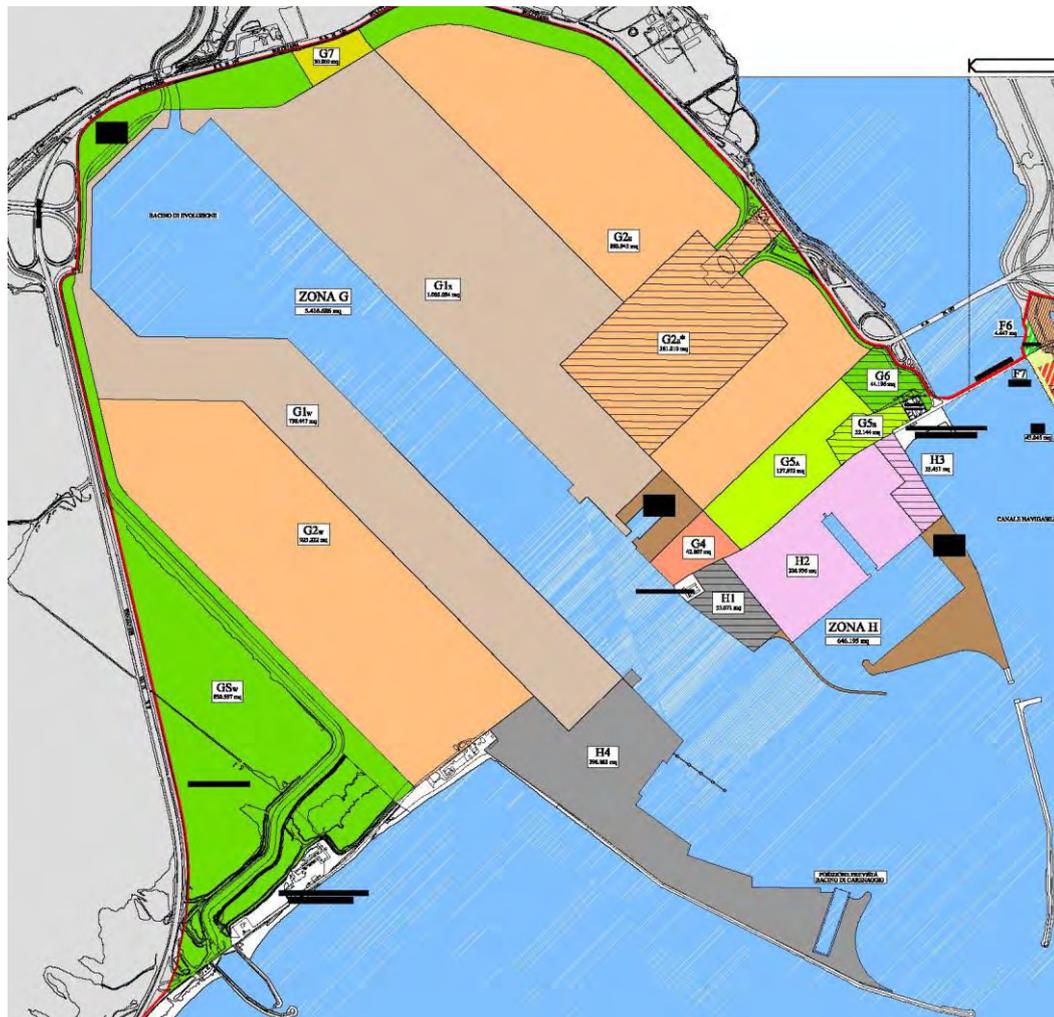


**Figura 12.** Stralcio della CTR 557-130 dell'area del Porto Canale

#### 3.1.2. Previsioni del Piano Regolatore Portuale prima della variante in corso di approvazione

Le aree di intervento sono situate nel Porto Canale, nella zona individuata dal Piano Regolatore Portuale con la lettera “G” - “Terminal container, polifunzionale e servizi portuali”, comprendente “le banchine di levante e di ponente del Porto Canale e le aree retrostanti comprese le fasce di rispetto e di salvaguardia”.

In particolare, l'intervento riguarda parte delle sottozone "G1W" e "G2W" situate sul lato di ponente del canale navigabile



**Figura 13.** Stralcio PRP vigente nell'area del Porto Canale

Per quanto riguarda la Sottozona G1W : il Piano ha destinato la sottozona "G1W" a "piazze e banchine polifunzionali".

In essa è consentito "il solo insediamento di attrezzature funzionali e servizi tecnici a supporto delle attività di sottozona, nel rispetto dei seguenti parametri urbanistici":

Superficie territoriale (St)	mq	738.447
Indice di utilizzazione territoriale (Ut)	mq/mq	0,003
Superficie lorda (Sl)	mq	2.215

Per quanto riguarda la Sottozona G2W : il Piano ha destinato tale area a "funzioni portuali-industriali e servizi logistici".

La loro destinazione è per attività industriali ed affini connesse ai traffici marittimi, operazioni commerciali legate alla logistica e all'interscambio delle merci, attività produttive ed aree per servizi funzionali alle attività di interporto.

Sono consentite solo quelle costruzioni attinenti alla destinazione della zona.

Esse non potranno comprendere locali d'abitazione se non per custodi e per il personale tecnico di cui sia strettamente indispensabile la presenza continua in stabilimento.

E' consentito l'utilizzo dei lotti per deposito e stoccaggio di merci a cielo aperto e per il transhipment.

In questa sottozona è permesso il solo insediamento di attrezzature funzionali e servizi tecnici a supporto delle attività di sottozona nel rispetto delle seguenti prescrizioni:

- il rapporto massimo tra superficie coperta e superficie totale del lotto non dovrà essere superiore al 50% e l'indice di sfruttamento edilizio non dovrà essere superiore a 0,60 mq/mq;
- nei singoli lotti gli edifici dovranno sorgere isolati, con distacchi dai confini del lotto stesso, dei fabbricati o degli impianti di qualsiasi tipo non inferiori a metri 12,00. Il distacco dal confine su strada non deve essere inferiore ai 15,00 metri;
- le opere di recinzione dovranno essere particolarmente curate e sul fronte stradale dovranno essere realizzate a giorno o con siepi verdi. Il basamento di tali recinzioni può essere costituito da muratura continua per un'altezza non superiore a cm 70, misurata dal piano stradale. Eventuali deroghe sono consentite solo se prescritte da disposizioni di legge relative al particolare impianto. Le recinzioni fra lotto e lotto possono essere realizzate in muratura continua. I distacchi minimi su strada possono essere aumentati nei casi in cui le recinzioni medesime o le alberature ricadano in corrispondenza di curve stradali, di incroci, biforcazioni e diramazioni. Di norma le alberature devono essere arretrate di metri 20,00 dagli incroci. All'interno della recinzione devono essere lasciate libere aree di disimpegno, commisurate alla massima attività ed estensione dell'azienda, per consentire la manovra di tutti gli automezzi, anche pesanti, che sono interessati all'attività del complesso industriale, nonché al loro stazionamento per operazioni di carico e scarico;
- all'interno del lotto dovranno essere previste aree per parcheggi privati degli automezzi del personale nella misura di un metro quadrato ogni 3,5 metri quadrati di superficie lorda orizzontale complessivamente sviluppata;
- l'altezza massima degli edifici non dovrà superare i metri 15,00, derogabili nel caso di costruzione di volumi tecnici quali camini, prese d'aria, antenne e/o simili, e comunque in tutti quei casi in cui si dimostri in progetto la necessità di altezze maggiori funzionali all'attività produttiva.

In questa sottozona è permesso il solo insediamento di attrezzature funzionali e servizi tecnici a supporto delle attività di sottozona, nel rispetto dei seguenti parametri urbanistici, calcolati tenendo conto che l'indice di utilizzazione fondiaria non potrà essere maggiore di 0,5 mq/mq:

Superficie territoriale	mq	925.222
Indice di utilizzazione territoriale	mq/mq	0,25
Superficie lorda	mq	231.305
Indice di copertura territoriale	mq/mq	0,23
Superficie coperta	mq	266.001

*La superficie libera dall'edificazione non dovrà essere inferiore al 60% della superficie territoriale della sottozona e, in aggiunta alla misura minima prescritta dall'art. 41 sexies della L. 1150/1942, dovrà essere assicurata una dotazione di spazi pubblici o di uso pubblico, escluse le sedi viarie, in misura non inferiore a 60 mq ogni 100 mq di superficie lorda di pavimento, di cui almeno 15 mq devono essere destinati a parcheggio di uso pubblico, in parte o totalmente interrati, e quelli restanti dovranno essere sistemati a verde.*

### 3.1.3. Lo stato di attuazione del Piano Regolatore Portuale

Dal punto di vista attuativo le previsioni del PRP nell'ambito dell'area di intervento ad oggi si sono concretizzate sul lato di ponente del bacino di evoluzione del Porto Canale dove nell'agosto del 2013 sono stati ultimati i nuovi banchinamenti, della lunghezza complessiva di 800 m, larghezza di 53,50 m, fondali della profondità di 12 m con possibilità di approfondimento sino alla -16,00 m s.l.m.m. (quota già esistente nel bacino di evoluzione e lungo il canale d'accesso).



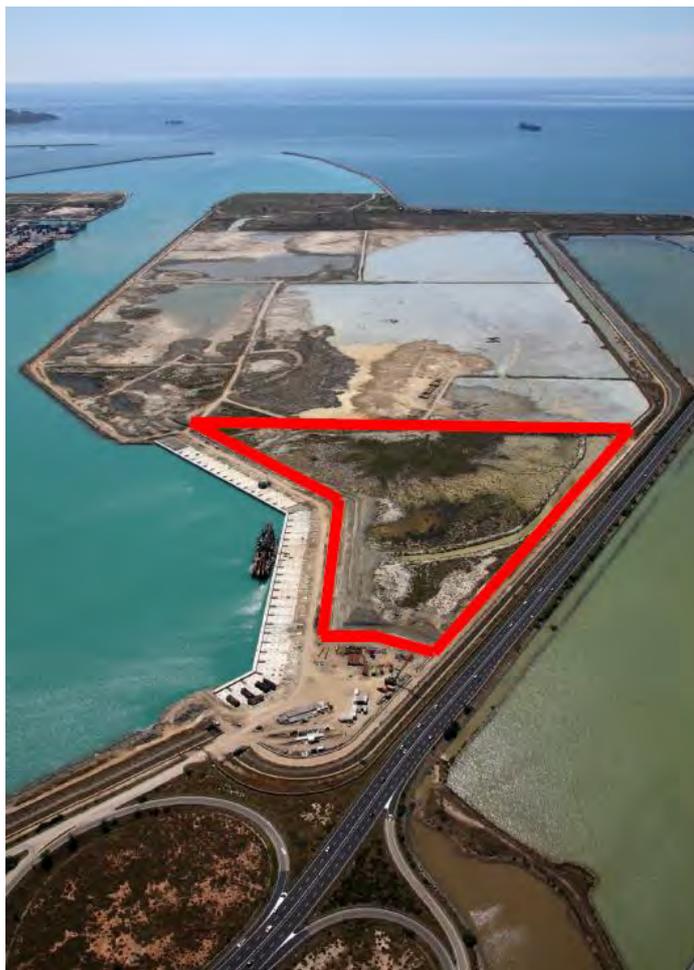
**Figura 14.** Immagine satellitare con inquadramento nuovi banchinamenti

Le banchine sono state immediatamente utilizzate per la movimentazione delle merci convenzionali ed, in particolare, delle rinfuse. Si è infatti provveduto, conformemente al Piano Regolatore, a trasferirvi, sempre nell'agosto del 2013, il traffico merci varie precedentemente movimentato nel Porto Vecchio di Cagliari.

Detto trasferimento ha comportato i seguenti vantaggi per i traffici alla rinfusa:

- Disponibilità di una banchina dedicata;
- Ormeggi idonei per le rinfusiere;
- Collegamenti diretti con la rete viaria sarda e, di conseguenza, con gli stabilimenti di import/export;
- Disponibilità di aree di banchina sufficienti per lo svolgimento delle operazioni portuali.

Questa delocalizzazione ha consentito inoltre di riqualificare il porto vecchio per le funzioni previste dal PRP e quindi ha dato impulso all'Autorità Portuale per procedere con le infrastrutture di cui alla parte retrostante le suddette banchine.



**Figura 15.** Inquadramento fotografico area da infrastrutturare

#### **3.1.4. La variante al P.R.P. in corso di approvazione**

L'autorità Portuale di Cagliari, con l'entrata in esercizio delle nuove banchine lato di ponente del Porto Canale ed a seguito dell'incremento notevole del traffico rinfuse solide che è passato da 289.000tonn circa nel 2006 alle 864.000 ton. del 2014, ha incrementato l'impegno programmatico relativo all'urbanizzazione del retrobanchina procedendo con l'avvio della progettazione preliminare dell'intervento in oggetto, già nel novembre 2013.

La progettazione preliminare, sulla base degli indirizzi dell'Autorità Portuale, recepiva l'esigenza di disporre di aree in concessione, retrostanti le nuove banchine, per meglio organizzare la logistica dei traffici, ipotizzando la realizzazione di strutture di stoccaggio e, in particolare, serbatoi e sili, nonché uffici, officine

Tali esigenze infrastrutturali risultavano non in linea con le previsioni del Piano regolatore Portuale in termini di indici di fabbricabilità per la Zona G<sub>1W</sub> motivo per cui l'Autorità portuale in fase di progettazione preliminare indirizzava la scelta del layout di progetto prevedendo necessariamente l'avvio del procedimento di variante al PRP. .

Variante necessaria per rivedere la profondità di banchina che sulla base delle funzioni attribuite alla sottozona G<sub>1W</sub> fissava a 233 metri la distanza dal filo banchina, di spazi destinati dal PRP a “piazzali e banchine polifunzionali” (area G<sub>1W</sub>), senza la possibilità di realizzarvi alcuna volumetria.

Con l'ipotesi progettuale prescelta in sede di progettazione preliminare ed oggetto della presente progettazione definitiva, si è recepita la modifica al Piano Regolatore Portuale, la cui variante in corso di approvazione prevede:

- ✓ La riduzione delle aree di banchina (G<sub>1W</sub>) da una profondità di 233 m a 62,50 m (di cui 53,50 m di banchina già realizzata e 9,00 m di viabilità da realizzarsi lungo il perimetro), sufficiente per movimentare le merci alla rinfusa;
- ✓ L'estensione della zona G<sub>2W</sub> alle aree immediatamente retrostanti la suddetta banchina;
- ✓ La modifica del parametro relativo ai parcheggi pubblici, ritenuto eccessivo in considerazione delle attività ivi previste (ridotto afflusso di persone dall'esterno) e della possibilità dei concessionari di realizzare aree di sosta interne per i propri dipendenti. Infatti, per le esigenze della zona sono stati ritenuti sufficienti 60 mq di dotazione di spazi pubblici o di uso pubblico escluse sedi viarie ogni 100 di superficie lorda di pavimento, di cui 15 mq per parcheggi ad uso pubblico e 45 mq per verde pubblico in alternativa ai valori originari di piano che prevedevano 80 mq ogni 100 mq di cui almeno 50 per parcheggi.

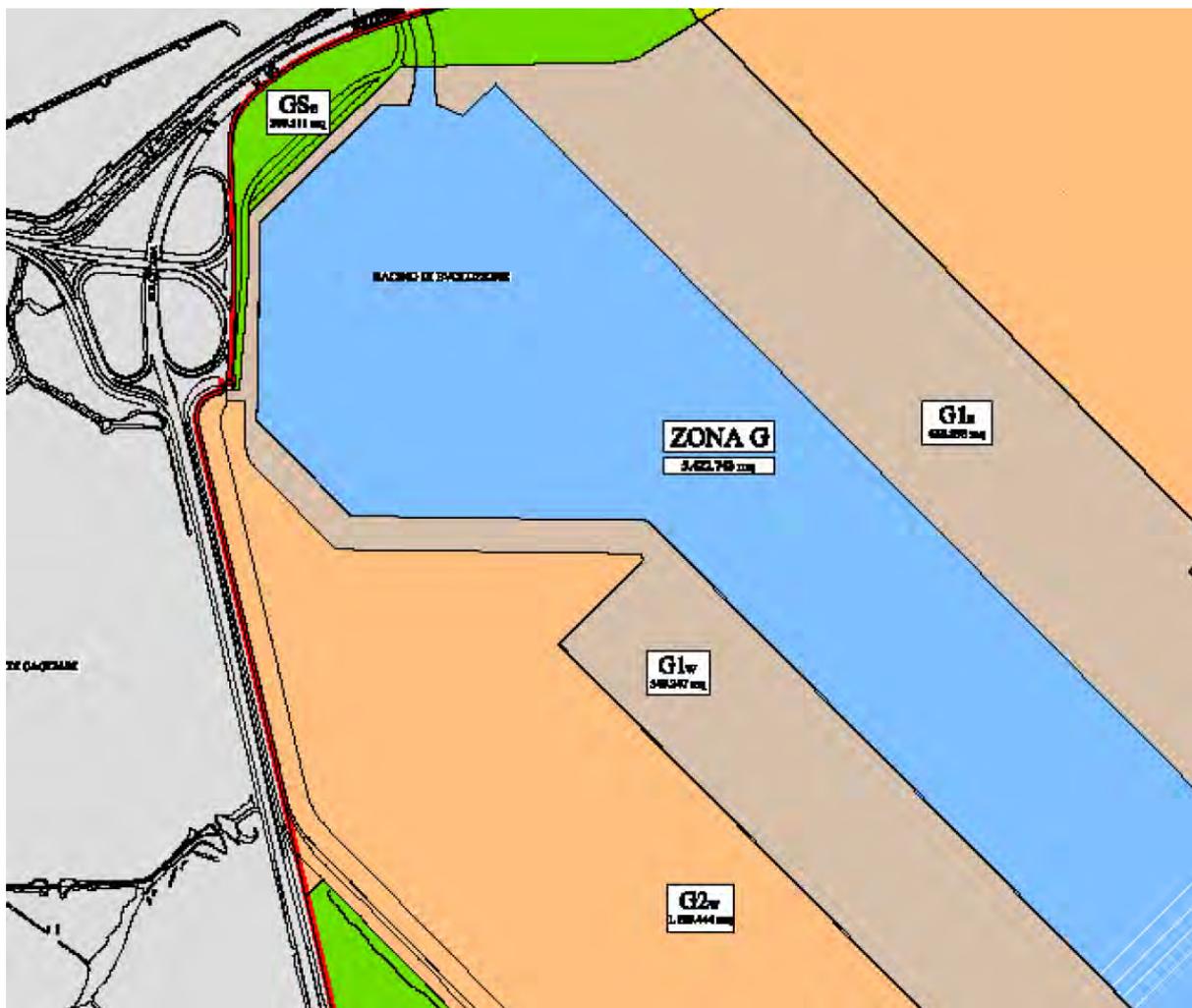


Figura 16. Zonizzazione della variante al PRP

#### 4. CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI E DESCRITTIVE DEI MATERIALI PRESCELTI

I materiali utilizzati dovranno essere scelti valutandone le prestazioni anche in termini di durabilità, facilità di pulizia e di manutenzione, limitazione del carico d'incendio, conformemente a quanto previsto dalla specifica normativa vigente.

Le principali caratteristiche qualitative e prestazionali che dovranno essere possedute dai materiali da utilizzarsi e dai beni forniti, da utilizzarsi anche come criteri per l'elaborazione del progetto, possono essere così sintetizzati:

1. Qualità:
  - rispondenza alle vigenti normative specialistiche;
  - materiali forniti e/o installati della migliore qualità, privi di difetti, montati a regola d'arte;
  - corrispondenza al servizio al quale sono stati destinati;
  - ecocompatibilità.
2. Adeguatezza alle esigenze gestionali:

- flessibilità nell'uso (modularità);
  - durabilità nel tempo (robustezza, consistenza dei materiali, resistenza ai detergenti, resistenza all'uso prolungato, costo di pulizia e di manutenzione, condizioni di garanzia ed assistenza).
3. Adeguatezza alle esigenze del personale:
- funzionalità (semplicità di utilizzo, facilità delle operazioni di pulizia, contenimento del carico di lavoro);
  - sicurezza (conformità alle prescrizioni del testo Unico della Sicurezza e s.m.i.).
4. Estetica:
- sintonia con l'impostazione globale del progetto;
  - cura dei dettagli e delle rifiniture;
  - cura del design.

Le prestazioni di massima dei componenti strutturali principali che dovranno essere presenti nell'intervento, in modo che questo risponda alle esigenze della stazione appaltante e degli utilizzatori, dovranno far riferimento alle normative che di seguito si elencano:

- D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC);
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 216 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- UNI EN 206-1, UNI9858, UNI 11104, UNI EN 10025, UNI EN 10210, UNI EN 10219-1, UNI EN 124.

Con riferimento a quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 cap.11 i materiali ed i prodotti per uso strutturale devono essere:

- identificati univocamente a cura del produttore, secondo le procedure applicabili;
- qualificati sotto la responsabilità del produttore, secondo le procedure applicabili;
- accettati dal Direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Le procedure per l'identificazione, la qualificazione e l'accettazione dei materiali da utilizzare sono quelle previste nelle normative di riferimento, in assenza di valide procedure, per le fasi prima indicate, i materiali non potranno essere posti in opera

Relativamente agli impianti elettrici, speciali e fluidomeccanici si rimanda ai relativi disciplinari tecnici.

## 5. I CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI

### 5.1.1. Le strutture

Le strutture presenti nel progetto definitivo sono state dimensionate secondo quanto previsto dalle vigenti normative che vengono di seguito elencate:

- D.M. Infrastrutture del 14 gennaio 2008 n.29 - Nuove norme tecniche per le costruzioni e circolare esplicativa del 2 febbraio 2009 n.617;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modificazioni e integrazioni;
- Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Serv.Tecn. Centrale, 12/1996 - Linee guida sul calcestruzzo strutturale;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) - Aprile 2006 - "Criteri generali di progettazione strutturale";
- UNI EN 1991\_2-4 (Eurocodice 1) - Agosto 2004 - Azioni in generale - Parte 2-4: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1991\_1-1 (Eurocodice 1) - Agosto 2004 - Azioni in generale- Parte 1-1: "Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici";
- UNI EN 1997-1(Eurocodice 7) - Progettazione geotecnica - Parte 1: "Regole generali";

Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;

- UNI EN 197-1 giugno 2001 – "Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni";
- UNI EN 11104 marzo 2004 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità", Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206-1 ottobre 2006 – "Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità".

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione di calcolo strutturale che costituisce parte integrante del progetto.

### 5.1.2. Impianti di raccolta delle acque nere e bianche

Per l'infrastrutturazione dell'area di progetto è stato previsto un sistema fognario che si compone di due linee di raccolta separate: una rete convoglia le acque bianche relative ai lotti, alle aree di viabilità e ai parcheggi, e una rete convoglia le acque nere e le acque di scarico che provengono dagli edifici delle aree lottizzate.

La **rete delle acque nere** sarà connessa alla linea di adduzione esistente e gli scarichi saranno così convogliati nella rete del Comune di Cagliari attraverso la vasca posta in prossimità del limite nord dell'area d'intervento. La rete di raccolta delle acque nere sarà realizzata prevalentemente a gravità, con pozzetti di sollevamento posizionati in modo tale da recuperare la giusta quota di scorrimento. In prossimità dell'area verde denominata V1, è realizzata una stazione di pompaggio delle acque nere che, nell'ultimo tratto, convoglia le stesse in pressione fino al punto di recapito finale precedentemente descritto.

Le tubazioni, per la parte a gravità, saranno del tipo in gres ceramico, verniciato internamente ed esternamente, con giunzioni a bicchiere ed anello di tenuta in materiale poliuretano, dotato di marcatura CE che attesti la conformità del prodotto alle specifiche UNI.

Il diametro delle tubazioni varierà da Ø 200/250 mm in prossimità dell'allaccio del lotto a Ø 400 mm per le tubazioni che costituiscono gli assi principali di raccolta; le tubazioni saranno posate all'interno di uno scavo di larghezza compresa tra 80 e 100 cm in funzione del diametro della condotta su sottofondo e rinfiando del tubo in funzione della profondità e della modalità di posa, come descritto nel paragrafo relativo della specifica relazione.

Le tubazioni dell'asse principale sono di diametro pari a 400 mm nonostante nel tratto iniziale sia possibile adottare una tubazione di diametro inferiore. Tale scelta è stata effettuata in modo da garantire un ampio margine in relazione al futuro ampliamento dell'area servita e lottizzata, senza necessità di dover immediatamente procedere alla riprogettazione e ricostruzione dell'intera rete. Come si può vedere dalle tabelle di calcolo resta comunque soddisfatta la condizione della velocità minima del fluido in condotta in relazione all'attuale portata progettuale.

Le tubazioni, per la parte in pressione, saranno del tipo in PE 100, dotate di marcatura CE che attesti la conformità del prodotto alle specifiche UNI e di diametro esterno variabile da Ø 140 mm a Ø 200 mm. La rete sarà dotata di pozzetti di ispezione 100x100 realizzati con fondo e pareti in clsC28/35 dello spessore rispettivamente di cm 20 e cm 15 e soletta in calcestruzzo C28/35 dello spessore di cm 20, armata con 80 kg/mc di ferro. I pozzetti di cacciata avranno delle dimensioni interne complessive di cm 180x100 ed altezza variabile con due camere, di cui la prima, contenente il sifone, da cm 60x100 e la seconda da cm 100x100, con fondo e pareti in clsC28/35 dello spessore di cm 20 e due solette indipendenti in clsC28/35 dello spessore di cm 20, armate con 80 kg/mc di ferro, complete di sifone di cacciata a funzionamento automatico autoadescante tipo Milano.

In corrispondenza dei singoli lotti sarà posizionato un pozzetto fognario per allaccio, realizzato in calcestruzzo C28/35, dimensioni interne 60x60 ed altezza variabile, con fondo e pareti dello spessore di cm 15 lisciati con maltina di cemento, completi (a cura del concessionario) di sifone orizzontale a doppia ispezione, tipo FIRENZE, e di chiusino in ghisa sferoidale.

La rete sarà dotata di vari pozzetti di sollevamento a due elettropompe sommergibili per liquami fognari e da un ulteriore pozzetto di sollevamento finale per il recapito finale alla vasca. Ogni

impianto di sollevamento sarà dotato di quadro elettrico per comando e protezione con grado di protezione IP 65, in vetroresina e sportello con serratura di sicurezza.

Il calcolo del carico idraulico per la stima delle portate di scarico è stato condotto assumendo una configurazione di attività "tipo" che considera un carico idraulico pari a: 100 l/g a persona e 6 l/g a metro quadro di magazzino. In relazione alla superficie del singolo lotto si è proceduto dunque a stimare le persone in servizio e la superficie occupata dai capannoni.

Le portate medie ottenute, stimate su un'attività lavorativa di otto ore, sono state moltiplicate per un coefficiente di picco, per tenere in conto la concentrazione dei consumi in particolari orari (pasti e fine della giornata lavorativa) e per un coefficiente di sicurezza (pari a 2). A favore di sicurezza, nel calcolo delle tubazioni, non si tiene conto dell'effetto di laminazione dato dal sistema tubazioni-pozzetti-impianti di sollevamento, al fine di considerare la possibilità che per brevi periodi il funzionamento contemporaneo di entrambe le pompe di sollevamento comporti una portata maggiore di quella posta a base dei calcoli dell'impianto di sollevamento stesso (si veda il paragrafo relativo). Si prevede in pratica che la massima portata che può essere adottata dal pozzetto di sollevamento sia uguale alla portata in entrata nel periodo di punta.

**La rete di raccolta delle acque bianche** esistente raccoglie le acque bianche della banchina, dell'area dedicata agli uffici (LD0) e del lotto già realizzato (LD1) ed è costituita da un canale di scolo posto a ridosso della nuova banchina (lotti 1° e 2°); le acque di banchina, dopo opportuno trattamento, sono convogliate nel canale retrostante in punti ben definiti e sagomati mediante getti di cls.



**Figura 17.** Canale di scolo esistente

La restante area oggetto del presente intervento è attualmente priva di una rete di drenaggio delle acque bianche canalizzata.



**Figura 18.** Area oggetto di lottizzazione

La rete di raccolta di progetto utilizza come canale ricettore il canale di raccolta retrostante la nuova banchina realizzata (lotti 1° e 2°), modificando in parte quanto indicato nel progetto preliminare che prevedeva l'utilizzo in parte anche del canale prossimo alla strada Statale SS195.

L'impianto di smaltimento delle acque meteoriche è calcolato sia per le acque provenienti dalle strade, sia per la superficie impermeabile dei lotti, avendo stimato una percentuale dell'80% della superficie totale da infrastrutturare.

Al fine di garantire il passaggio delle merci e dei mezzi tra la banchina portuale e la lottizzazione retrostante, l'attuale canale deve essere intubato per permettere la realizzazione della viabilità di raccordo e accesso.

Il drenaggio delle acque bianche, tanto per quel che riguarda la banchina esistente, quanto per quel che riguarda la superficie lottizzata adiacente alla banchina stessa, sarà pertanto garantito da un canale scatolare interrato e carrabile di larghezza variabile da 1,00 a 4,00 metri, in funzione del tratto considerato, disposto nella sede occupata attualmente dal canale di scolo.

La rete acque superficiali, a servizio delle aree interessate in progetto, sarà eseguita con tubazioni in polietilene ad alta densità, di diametro variabile in funzione del tratto interessato, a doppia parete per condotte di scarico interrate non in pressione, corrugata esternamente e liscia internamente di colore chiaro per facilitare l'ispezione visiva e con telecamere, classe di rigidità anulare di 8 kN/mq, prodotta per coestrusione continua delle due pareti in conformità alla norma europea EN 13476/1 e alla norma italiana UNI 10968/1.

La rete sarà dotata di pozzetti di ispezione e di innesto, realizzati con fondo e pareti in CLS R<sub>ck</sub> 35 dello spessore di cm 15 e soletta in calcestruzzo R<sub>ck</sub> 35 dello spessore di cm 20, con chiusino in ghisa sferoidale cm 70x70 classe D400, e caditoie stradali con griglia in ghisa cm 50x50 classe C250. Maggiori dettagli strutturali e costruttivi sono riportati nei rispettivi elaborati.

### 5.1.3. Impianti idrici in pressione

Le attività per questo tema comprendono la progettazione della rete di distribuzione idrico potabile e della rete acque industriali, da questa ultima sono previste le derivazioni per gli impianti di irrigazione delle aree verdi.

La scelta di prevedere un sistema per approvvigionamento di acqua non potabile è dettata dalla necessità di evitare sprechi di acqua con caratteristiche idrico potabile.

L'acqua per il consumo idrico potabile sarà derivata dall'acquedotto pubblico, la rete ha conformazione ad anello al fine di equilibrare le pressioni nella rete ed ottimizzare la distribuzione.

L'acqua industriale ha origine da una rete esistente ed il punto di connessione è individuato nei pressi dell'ingresso secondario, anche in questo caso la conformazione della rete prevede chiusure ad anello.

Le tubazioni sono installate in cunicoli tecnici; per ogni lotto, in prossimità dell'ingresso, sono disposte le necessarie derivazioni intercettabili e dotate di contatore volumetrico; tali apparecchiature saranno contenute in pozzetti di ispezione in CLS dotati di chiusino in ghisa sferoidale.

Lungo la reti sono previsti un numero idoneo di sfiati e scarichi atti al miglior funzionamento della reti di distribuzione. Sono altresì previste delle saracinesche di intercettazione, ubicate in prossimità dei collegamenti ad anello, così da consentire l'isolamento di singoli tratti per facilitare le eventuali manutenzioni.

La scelta dell'utilizzo delle tubazioni in ghisa sferoidale, che conferma quanto già previsto nel progetto preliminare, è data dal fatto che esse meglio si prestano in ambienti con forte presenza di salinità; il particolare rivestimento interno in malta cementizia centrifugata consente un ottimo coefficiente di scabrezza inferiore a 0,01 che contribuisce alla riduzione delle perdite di carico; inoltre il diametro interno, a parità di diametro esterno, permette un aumento della sezione di passaggio rispetto alle tubazioni plastiche. Altro aspetto importante è dettato dal fatto che i giunti a bicchiere permettono una deviazione angolare attorno a 6°. Oltre a vantaggi in termini di posa o di assorbimento dei movimenti, la deviazione angolare permette di realizzare curve a grande raggio senza l'utilizzo di raccordi e l'adattamento della condotta a eventuali modifiche di tracciato dei cunicoli. L'utilizzo dei particolari giunti antisfilamento garantiranno la posa in opera all'interno dei cunicoli su staffe e rulli di scorrimento, senza dover prevedere i blocchi di ancoraggio che tradizionalmente vengono utilizzati per contrastare i movimenti delle tubazioni dovuti dalle pressioni interne.

L'impianto di irrigazione trae alimentazione dall'impianto di adduzione delle acque non potabili ed è suddiviso in varie sottozone, ciascuna delle quali è poi suddivisa in altre zone funzionali (settori) a differente tipologia di irrigazione, sulla base alla vegetazione insediata.

Le elettrovalvole di settore saranno in PVC e garantiranno una pressione di esercizio di almeno 10 bar; tutte le elettrovalvole faranno capo ad un decoder e di seguito ad un programmatore generale dal quale si potranno impostare le sequenze ed i tempi di irrigazione di ogni singolo settore. L'impianto prevede

una tipologia di irrigazione del tipo ad ali gocciolanti; per le piante a medio ed alto fusto viene previsto un anello gocciolante a perimetrare la zolla.

Le tubazioni, in questo caso interrate, sono previste in PEAD PE 100-SDR17 PN10 conformi alle norme UNI 12201-2.

Il fabbisogno idrico giornaliero assunto a base del dimensionamento è stato calcolato considerando una dotazione idrica specifica di 5 l/g per m<sup>2</sup>.

#### **5.1.4. Impianti elettrici e speciali**

Le attività per questo tema comprendono la progettazione della rete di distribuzione dell'energia elettrica e delle necessarie predisposizioni per le reti della telecomunicazione, degli impianti di illuminazione pubblica, dell'impianto di alimentazione elettrica per i sollevamenti delle acque nere oltre ad alcuni impianti di servizio alla lottizzazione.

In particolare il progetto definisce le seguenti reti:

- la rete elettrica in Media Tensione principale, predisposta per l'Ente distributore (ENEL), allo scopo di alimentare le cabine di distribuzione principale;
- la rete elettrica in Media Tensione secondaria, predisposta per l'Ente distributore (ENEL), allo scopo di alimentare le cabine secondarie di lotto, nel caso in cui, in base all'effettiva necessità energetica, occorra una potenza impegnata superiore a 100 kW o nel caso di installazione di impianti fotovoltaici privati con potenza superiore a 200 kW;
- la rete elettrica in bassa tensione secondaria, predisposta per l'Ente distributore (ENEL) allo scopo di alimentare le strutture di futura realizzazione all'interno dei lotti, nel caso in cui, in base all'effettiva necessità energetica, occorra una potenza impegnata inferiore a 100 kW o nel caso di installazione di impianti fotovoltaici privati con potenza inferiore a 200 kW;
- la rete distribuzione delle telecomunicazioni TELECOM;
- la rete distribuzione impianti speciali e telecomunicazioni altri gestore e/o telecontrollo autorità portuale;
- la rete distribuzione bassa tensione per impianti elettrici a servizio urbanizzazione (impianti illuminazione pubblica ed area doganale, impianti sollevamento acque nere e di infiltrazione, impianti controllo accessi aree doganali, impianti di servizio garitte.

Le reti di distribuzione sono state previste per consentire la massima flessibilità possibile e ciò allo scopo di permettere ad ogni singolo lotto sia un allacciamento in BT che in MT, così da poter soddisfare ogni possibile esigenza.

La posizione delle cabine elettriche principali così come quelle secondarie sono individuate nello specifico elaborato grafico; esse sono state ubicate in funzione del principio di flessibilità ed equidistanza.

La cabina principale di distribuzione dell'intera nuova area è denominata "C1" ed è stata posizionata nei pressi dell'ingresso principale dell'area doganale ed è stata dotata di un locale servizi BT e di locali

MT e BT. Da questa cabina sono derivati tutti gli allacci BT necessari per alimentare i servizi aree comuni portuali gestite direttamente dall'autorità.

Su richiesta della proprietà è stato prevista solo la cabina C1 e gli impianti elettrici che sono necessari esclusivamente all'alimentazione parti comuni portuali che vengono gestite dall'autorità.

Tale cabina principale C1 prevede la possibilità futura di alimentare le lottizzazioni interne n Media Tensione oppure in Bassa Tensione.

Nell'area di urbanizzazione sono previsti i soli caviddotti di distribuzione MT e BT dedicati all'ente distributore che definirà successivamente con i singoli proprietari dei lotti la necessità di realizzare cabine MT all'interno dei lotti stessi in base alla destinazione di uso ed alla richiesta di potenza elettrica pervenuta.

Non sono quindi previste altre cabine in quanto non è possibile ad oggi avere le informazioni su quali e quanti lotti saranno alimentati in bassa o media tensione. Tutta la distribuzione potrà avvenire in derivazione dalla cabina C1 che potrà poi alimentare altre cabine secondarie nei lotti di progetto in reti ad anello e/o con trasformazioni locali realizzate dall'ente distributore stesso.

Si allega qui di seguito la descrizione dei vari lotti da destinare con ipotesi di potenza impegnata da verificare a seguito aggiudicazione lotti.

<b>LOTTO</b>	<b>SUPERFICIE LOTTO</b>	<b>SUPERFICIE EDIFICABILE</b>	<b>STIMA POTENZA ELETTRICA FUTURA</b>
<i>ITEM</i>	<i>MQ</i>	<i>MQ</i>	<i>kW</i>
LD2	4.054	1.337	150
LD3	3.359	1.108	100
LD4	4.140	1.366	150
LD5	19.303	6.369	400
LD6	48.352	15.956	500
LD7	48.694	16.069	500
L8	5.981	1.973	250
L9	4.375	1.443	200
L10	3.636	1.199	100
L11	5.000	1.650	250
L12	8.170	2.696	300
L13	4.100	1.339	150
L14	4.500	1.484	200
L15	7.700	2.528	300
L16	4.100	1.339	150
L17	4.500	1.484	200
L18	3.600	1.188	100
L19	3.600	1.188	100
L20	3.800	1.105	100

La progettazione, oltre alle reti di distribuzione, comprende i seguenti impianti ed opere edili ad essi funzionali:

- Impianto illuminazione della pubblica viabilità realizzata con pali ed armature con lampade a led;
- Quadri e linee di alimentazione agli impianti sollevamento acque nere;
- Quadri, linee di alimentazione e prese F.M. a servizio delle pompe di aggotamento delle acque di infiltrazione del cunicolo tecnico principale;
- Impianto di illuminazione e di F.M. a servizio della nuova garitta;
- Attività legate allo spostamento della garitta esistente ovvero smontaggio e rimontaggio degli impianti elettrici di illuminazione e prese F.M.;
- Impianti di controllo varchi doganali costituito da sbarre automatiche e cancelli motorizzati.
- Impianti di terra;
- Edifici tecnologici - cabina elettrica C1.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati del progetto definitivo.

## **6. GLI ASPETTI TECNICI**

### **6.1. L'inquadramento geologico geotecnico**

L'area in esame ricade nell'area d'ingresso al Porto Canale, situato nella parte meridionale del complesso umido dello Stagno di Cagliari, nella zona di Sa Illetta.

Presenta una morfologia pianeggiante ad una quota di circa 5.0 m s.l.m..

La genesi del sistema stagnale di Santa Gilla è legato alle recenti pulsazioni del livello del mare olocenico, che hanno determinato in successive fasi evolutive, la chiusura di un ampio golfo ad opera di barre sabbiose emerse dal fondo del mare, l'ultima delle quali è rappresentata dall'attuale cordone La Playa, che separa la laguna dal mare e la cui emersione è da riferire alla trasgressione Versiliana (6500 anni fa).

Particolare importanza riveste la zona di Sa Illetta, che rappresenta ciò che rimane di paleocordone litorale del Pleistocene superiore; originariamente era un'isola all'interno dello stagno, collegata di recente alla terraferma e in gran parte sepolta da riporti di terra a seguito dei lavori per Porto Canale di Cagliari.

L'attuale assetto morfologico appare chiaramente influenzato dall'antropizzazione dell'area interessata da grandi interventi di ingegneria idraulica, viaria, tra cui la più importante è stata appunto la costruzione delle infrastrutture mercantili del Porto Canale, che ha comportato diversi interventi bonifica e di interramento.

Da un esame delle cartografie, dalle più antiche alle più recenti, le modificazioni subite dalla laguna di Cagliari, per arretramento o avanzamento delle linee di riva, sono state causate sia dagli apporti alluvionali solidi dei corsi d'acqua, sia dalle opere di bonifica eseguite dall'uomo per la realizzazione

di infrastrutture di servizio ed attività industriali; lo stagno di S. Gilla ha subito una diminuzione significativa dello specchio d'acqua a causa del continuo interrimento.

I limiti dello Stagno hanno subito importanti modifiche: nella parte occidentale, con la bonifica Contivecchi sono state colmate diverse aree acquitrinose per l'attivazione delle Saline e del polo industriale di Macchiareddu; nella parte orientale sono state bonificate sia la zona costeggiante Stazione delle Ferrovie dello Stato sia la zona paludosa costiera, che va dalla Centrale Termoelettrica fino all'aeroporto di Elmas. Anche le aree delle foci del Mannu e Cixerri, antistanti il paese di Elmas, sono state modificate attraverso interventi di regimazione idraulica (canalizzazione), di colmata, con l'apporto di materiale di dragaggio, in quanto le originarie foci a delta, formavano isolotti, piccole barre e canali, creando un ampio impaludamento.

Attualmente la laguna comunica con il mare attraverso il canale sotto il Ponte della Scafa, con una sezione subacquea pari a 280 mq, che consente un discreto ricambio delle acque del bacino.

L'interazione, tra le acque dolci fluviali e le acque marine, avviene anche in minor misura attraverso quel che resta delle antiche bocche a mare della laguna, che si aprono lungo il cordone litorale di La Plaja, oggi in gran parte soggette ad occlusione ad opera di depositi sabbiosi. Solo saltuariamente, in occasione di violente mareggiate o di forti apporti idrici da parte degli immissari della laguna, si assiste ad un certo flusso idrico da o verso la laguna attraverso queste vie di comunicazione idrica.

Nonostante ciò, l'acqua dello stagno, soprattutto nella parte più interna, è assai dolcificata, per il maggiore apporto delle acque dolci dei suoi immissari. I principali sono il Flumini Mannu e il Cixerri, i quali sfociano a nord dello stagno, raccogliendo buona parte delle acque dell'Iglesiente e del Campidano. I canali di fondo, originati da correnti di flusso e deflusso, che collegano le foci degli immissari con la grande apertura a mare di La Scafa, rappresentano importanti elementi naturali, con la funzione di regolare la distribuzione dei vari tipi di acque e dei sedimenti all'interno del sistema fiume-laguna-mare.

Dal punto di vista geolitologico, l'area sensibile risulta caratterizzata dalla presenza di terreni quaternari prevalentemente di età olocenica, costituiti da depositi antropici attuali, soprastanti depositi lagunari e subordinatamente depositi fluvio-palustri e marino litorali. Possiamo distinguere le seguenti formazioni litostratigrafiche: Tirreniano (Pleistocene superiore) - Versiliano (Olocene) - Deposit antropici

In sintesi, l'area esaminata non risulta esposta a nessuna tipologia di rischio legata alla situazione geologica e geomorfologica del paesaggio in cui esso si colloca; per la sua tipologia non può essere essa stessa motivo di rischio, fatte salve le normali prescrizioni progettuali.

## **6.2. L'inquadramento idrologico**

L'area in studio, all'estremità meridionale del Golfo di Cagliari, fa parte dell'Unità idrogeologica Omogenea (U.I.O.) del Flumini Mannu. La vasta area lagunare e stagnale di S. Gilla, è un elemento caratteristico dell'idrografia superficiale di questa U.I.O., in quanto come corpo idrico di transizione,

rappresenta una delle più importanti aree umide protette d'Europa: è classificato come Zona di Protezione Speciale (ZPS) dall'Unione Europea e Zona umida di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar.

Il bacino imbrifero che alimenta il deflusso di acque dolci verso la laguna è molto ampio e abbraccia una vasta regione che comprende il bacino del Flumini Mannu e quello del rio Cixerri, per una superficie totale di 2.242 kmq.

Oltre alle acque del Mannu e del Cixerri, principali tributari, che drenano estese regioni dal Campidano fino al Sarcidano e dell'Iglesiente, confluiscono nello stagno una serie di corsi d'acqua minori, tra cui si segnalano il Rio Sa Nuxedda, il RiuMurta, il Riu di Sestu, mentre il Rio di Santa Lucia sfocia anch'esso nell'area umida, ma nel corpo idrico denominato Saline di Capoterra.

L'apporto di acqua dolce verso lo stagno di S. Gilla proviene anche dal deflusso delle acque sotterranee del più importante acquifero dell'area urbana di Cagliari, rappresentato dalla formazione delle "Arenarie di Pirri". La morfologia di questo settore è dominata dalla presenza dell'ambiente lagunare, il cui equilibrio è legato agli apporti solidi fluviali ed all'interazione tra acque dolci e acque salate. Sia lo specchio d'acqua lagunare che la fascia irregolare di terraferma perilagunare, interessate da vari interventi di bonifica, sono caratterizzati da depositi antropici e lagunari, ben distinguibili da quelli litorali e alluvionali. I fondali dello stagno sono mediamente bassi, la massima profondità rilevata in alcuni punti è di 2,50 m; tuttavia negli ultimi decenni l'alterazione degli sbocchi naturali di collegamento al mare e della circolazione delle correnti, il continuo apporto solido dei corsi d'acqua, ha provocato il deposito di materiali fini e l'innalzamento del fondale.

I terreni, in base alle caratteristiche geolitologiche, con particolare riferimento alla capacità d'assorbimento (tab. 1) possono essere suddivisi in:

<b>Grado di permeabilità</b>	<b>Valore di k (m/s)</b>
alto	superiore a $10^{-3}$
medio	$10^{-3} - 10^{-5}$
basso	$10^{-5} - 10^{-7}$
molto basso	$10^{-7} - 10^{-9}$
impermeabile	minore di $10^{-9}$

**Tabella 1.** Capacità d'assorbimento dei terreni

Geologicamente, nell'area sensibile affiorano terreni, costituiti da materiali di riporto e sedimenti olocenici di facies lagunare, soprastanti depositi marino litorali o fluvio-lacustri, caratterizzati da differenti intervalli di permeabilità "K" (in m/s).

- Classe 1- permeabilità da bassa a nulla per porosità: vi rientrano depositi lagunari pelitici (limi e argille melmose) con sostanza organica (filamenti di posidonia oceanica) e resti di molluschi marini e lagunari. Tali sedimenti, da soffici a moderatamente addensati, occupano il fondo dello stagno con spessori di alcuni metri, risultando da scarsamente permeabili ad impermeabili, in funzione della componente organica ed argillosa, [ $10^{-6} < K < 10^{-9}$ ].

- Classe 2- permeabilità medio-bassa per porosità: vi appartengono i limi sabbiosi, le sabbie e le ghiaie bioclastiche in matrice limosa, di facies lagunare e/o litorale, caratterizzati da una permeabilità media, localmente-bassa, in funzione del grado di addensamento e/o cementazione.
- Il materiale di riporto, costituito da livelli eterogenei e diversamente addensati, prevalentemente sabbiosolimosi con ciottoli e ciottoletti, presenta una permeabilità per porosità variabile, da medio-bassa a bassa, [10-4<K<10-7].

Nel dettaglio, l'area di intervento è costituita, a meno di una coltre di riporto di spessore variabile, prevalentemente da formazioni oloceniche di origine lagunare - lacustre e litorale giacenti su altre formazioni, poco più antiche, di origine fluvio-deltizia e litorale. L'assetto idrogeologico è strettamente interconnesso alla situazione geologica locale, ancor più se si tiene conto dell'estrema variabilità intrinseca dei depositi di origine lagunare-lacustre che prevalgono nell'area in esame.

I terreni di riporto sono formati da un conglomerato poligenico costituito da ghiaie e clasti in matrice sabbiosa; presentano una permeabilità medio-alta per porosità.

La formazione identificata nella geologia recente come "limi e limi sabbiosi lagunari" ricade nel sistema idrogeologico che è stato nominato "Complesso acquifero sabbioso-limoso". Si tratta di un acquifero permeabile per porosità, di grado medio-alto; la permeabilità è, comunque, soggetta a notevoli variazioni in senso verticale e laterale in base al contenuto in materiale fine (limo ed argilla).

Le arenarie litorali che chiudono verso il basso la serie olocenica, hanno potenza limitata e, da quanto emerso nei carotaggi eseguiti per conto dell'Autorità Portuale, non sempre presentano continuità laterale. Si può attribuire loro un grado di permeabilità medio-alto per fessurazione e per porosità, laddove il grado di cementazione non è particolarmente elevato. Tuttavia, rivestono un ruolo determinante nel comportamento idrogeologico della formazione sottostante.

I limi quarzosi del Pleistocene superiore - Olocene, rinvenuti sostanzialmente in tutte le indagini, mostrano continuità laterale e spessore costante; inoltre, si presentano sempre saturi.

Questa formazione, costituita da materiali sciolti, è definita in idrogeologia come "acquifero confinato", o "semiconfinato", perché contenuto tra due formazioni di tipo litoide con permeabilità relativa inferiore. Il confinamento dell'acquifero ed il carico litostatico soprastante fanno sì che la circolazione idrica in questa formazione avvenga sottoforma di "falda in pressione". La permeabilità dei limi quarzosi è, ovviamente, elevata per porosità.

Le arenarie litorali del Pleistocene superiore (Panchina Tirreniana) costituiscono una formazione piuttosto estesa e potente che nella nostra indagine è stata rinvenuta nella parte terminale di numerosi sondaggi. Si tratta di una formazione permeabile per fessurazione e porosità, con permeabilità medio-alta ed è determinante nel confinamento della falda soprastante.

### 6.3. Classificazione sismica del sito di intervento

In riferimento al D.M. 14/01/2008 l'area in esame è classificata come zona sismica 4:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche)
	[a <sub>g</sub> /g]	[a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

Di seguito si riporta una definizione sintetica delle varie zone sismiche:

- *Zona 1:* È la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Comprende 708 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] \geq 0,25g$ .
- *Zona 2:* Nei 2.345 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,25g > [a_g/g] \geq 0,15g$  possono verificarsi terremoti abbastanza forti.
- *Zona 3:* Nei 1.560 Comuni o porzioni di essi per i quali  $0,15g > [a_g/g] \geq 0,05g$  possono essere soggetti a scuotimenti modesti.
- *Zona 4:* È la meno pericolosa. Nei 3.488 Comuni o porzioni di essi per i quali  $[a_g/g] < 0,05g$  le possibilità di danni sismici sono basse.

Dal 20 maggio al 05 giugno 2015 nell'area di progetto sono stati eseguiti n. 8 sondaggi geognostici (indicati con la sigla Sond. S1→S8) 11 prove a carotaggio continuo e due Masw al fine di consentire una corretta parametrizzazione geotecnica e geofisica del sito.

Dalle analisi effettuate e dalla determinazione del Vs30 è risultato che l'area in esame appartiene, in base alle disposizioni del D.M. 14/01/2008, alla categoria di suolo di Tipo **D**: "*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina)*".

Di seguito è riportata la stima dei parametri geotecnici:

**Correlazione da Masw 1 [Tabella A]**

N. Strati	Profondità (m)	P. di volume (kg/m <sup>3</sup> )	Beta (-)	Vs (m/s)	Nspt (colpi)
1.00	2.00	1810.00	55.00	116.00	5-10
2.00	5.00	1790.00	45.00	91.00	4-8
3.00	8.00	1850.00	55.00	108.00	8-15
4.00	12.00	1880.00	55.00	206.00	10-20

N. Strati	Densità din. (kg/m <sup>3</sup> )	P. Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Rigidità (kg/cm <sup>2</sup> )
1.00	1577.41	1800.00	160.85	1454.85	538.83
2.00	1305.94	1800.00	133.17	164.96	61.10
3.00	1363.59	1820.00	139.05	271.43	100.53
4.00	1414.93	1820.00	144.28	415.56	153.91

**Correlazione da Masw 2 [Tabella B]**

N. Strati	Profondità (m)	P. di volume (kg/m <sup>3</sup> )	Vs (m/s)	Nspt (colpi)
1.00	2.00	1800.00	80.00	3-10
2.00	5.00	1810.00	180.00	8-16
3.00	12.00	1810.00	149.00	5-12
4.00	30.00	1820.00	184.00	8-16

N. Strati	Densità din. (kg/m <sup>3</sup> )	P. Volume (kg/m <sup>3</sup> )	Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Young (kg/cm <sup>2</sup> )	Rigidità (kg/cm <sup>2</sup> )
1.00	1507.38	1800.00	183.55	1029.29	381.22
2.00	1610.51	1800.00	183.55	2065.72	765.08
3.00	1391.61	1820.00	185.59	448.77	166.21
4.00	1449.35	1820.00	185.59	688.45	254.98

## 7. DISPONIBILITA' DELLE AREE

L'area di intervento rientra nella circoscrizione dell'Autorità portuale di Cagliari, è libera da cose e persone e può essere cantierizzata senza l'esecuzione della bonifica da ordigni bellici.

In particolare su indicazione dell'Autorità Portuale si è preso atto della non necessità di procedere con la bonifica bellica in quanto dagli atti a disposizione della stessa Autorità, tale area è stata già oggetto di certificazione liberatoria e non risultano rischi residui tali da rendere necessarie ulteriori indagini.

## **8. I RISULTATI DELLO STUDIO DI FATTIBILITÀ AMBIENTALE**

Lo Studio di Fattibilità Ambientale è stato articolato in modo da verificare le caratteristiche e l'ubicazione del Progetto, nonché la compatibilità dell'opera sia con gli strumenti di programmazione e pianificazione territoriale, sia con le componenti ambientali interessate dall'intervento in fase di costruzione. Gli eventuali impatti prodotti dalla fase di esercizio saranno considerati nell'ambito delle procedure autorizzative relative ai progetti dei concessionari utilizzatori delle aree commerciali.

Con riferimento alle misure di mitigazione, per quanto attiene la fase di costruzione delle opere di Progetto, L'Ente Appaltante provvederà a mettere a punto e a far rispettare un protocollo per la "gestione ambientale del cantiere" che tuteli tutti gli aspetti ambientali legati alle attività di cantiere.

Tali aspetti fanno riferimento in particolare a:

- controllo delle emissioni acustiche;
- controllo delle acque reflue di lavaggio e lavorazione;
- controllo del rilascio di soluzioni e dispersioni inquinanti;
- controllo delle acque reflue di lavaggio e lavorazione
- cura nell'esecuzione delle operazioni di carico – scarico, trasporto e stoccaggio dei materiali;
- oculata disposizione delle aree di deposito dei materiali, delle attrezzature e dei mezzi di cantiere, accordando la preferenza ai punti più nascosti e a più bassa sensibilità ambientale;
- contenimento e razionalizzazione delle attività;
- approvvigionamento e consumo idrico;
- gestione dei consumi energetici;
- gestione dei rifiuti;
- gestione delle emissioni in atmosfera;
- impiego di schermature e vegetazione mimetica ove possibile sia in situ sia presso i punti di osservazione;
- organizzazione delle fasi costruttive tale da contenere nel tempo le limitazioni degli accessi ai singoli punti di interesse;
- ripristino della situazione preesistente al termine dell'occupazione delle aree di cantiere;
- i macchinari utilizzati in cantiere, nella fase di realizzazione delle opere, dovranno essere controllati dal punto di vista del loro buon stato di conservazione e della loro messa a norma con particolare riferimento alle emissioni (rumore, scarichi e perdite di carburanti, oli e qualunque tipo di inquinante). Tale verifica, secondo la normativa sulla sicurezza dei cantieri, dovrà comunque essere effettuata in sede di coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione con il controllo dei certificati di collaudo;

- in fase di realizzazione della viabilità non dovranno essere lasciati residui di materiale bituminoso al di fuori delle piattaforme stradali in modo da evitare la percolazione degli stessi nel terreno;
- il tipo di pavimentazione ed il sottofondo stradale scelto in fase di progetto sarà tale da non comportare l'inquinamento del suolo; anche il materiale di riempimento sarà tale da non comportare l'inquinamento del suolo.

### **8.1. Suolo e sottosuolo**

Data la tipologia di intervento, l'unico impatto ascrivibile alla componente ambientale suolo e sottosuolo è lo sfruttamento di materiale di cava.

Il progetto prevede l'impiego complessivo di circa 23.000 m<sup>3</sup> di materiale di cava, necessari per lo strato di fondazione della massicciata stradale (tout venant di cava) e per il rinterro di cavi a sezione ristretta e obbligata (terreno naturale proveniente da cave).

Per limitare l'impatto sulla componente ambientale suolo e sottosuolo, sono stati individuati siti di estrazione già attivi evitando l'apertura di nuove cave di prestito. L'impatto sull'ambiente, in tal modo, è limitato allo sfruttamento di una risorsa naturale disponibile, seppur non rinnovabile.

Le cave idonee sono state individuate sia sulla base delle caratteristiche dei materiali sia della distanza dal porto di Cagliari. La scelta del sito di estrazione del materiale, infatti, deve essere operata anche in funzione dell'ubicazione della cava in quanto il costo del trasporto è funzione della distanza di quest'ultima dal cantiere; costo inteso non solo in termini economici ma anche fisici (incremento di traffico terrestre) e, quindi, ambientali.

### **8.2. Atmosfera**

L'impatto potenziale sull'aria è dovuto, in fase di costruzione, alla dispersione delle polveri e dei gas di scarico dei mezzi d'opera. La durata del cantiere, comunque, è limitata nel tempo, quindi si tratta di un impatto temporaneo e reversibile.

Lo studio di impatto sulla qualità dell'aria del cantiere per l'infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub> – retrobanchina di ponente del porto canale di Cagliari si è basato sulla valutazione delle immissioni inquinanti prodotte unicamente dalle sorgenti associabili alle attività.

Lo scenario ipotizzato, per la valutazione delle emissioni, per la scelta del dominio e per la valutazione delle dispersioni, è stato sviluppato secondo il principio di massima prudenza.

I valori delle immissioni di PM<sub>10</sub> previste per il cantiere per l'infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub> sono risultate, in generale, bassi. Le concentrazioni decadono rapidamente allontanandosi dall'area di cantiere e sono distribuite prevalentemente lungo la direttrice NO-SE e non in direzione dell'agglomerato urbano. I valori di immissione registrati in corrispondenza dei recettori sensibili mostrano valori accettabili (il recettore RS7 raggiunge 10,2 µg/m<sup>3</sup>) o bassi per le medie giornaliere. Le medie annuali mostrano valori non significativi. Rimane un'area potenzialmente critica, confinata

a ridosso dell'area di cantiere poiché, pur essendo, in generale, sgombra da attività e recettori sensibili, risulta attraversata dalla strada di scorrimento SS195 (tipicamente fonte di PM<sub>10</sub>).

A tal proposito si raccomanda una particolare attenzione nel porre in essere le azioni di cautela e mitigazione già normalmente previste per questo genere di cantiere con particolare riferimento alla bagnatura delle superfici polverose. Questa operazione dovrà essere eseguita tanto scrupolosamente, e con maggiore intensità, quanto più ci si avvicinerà alla stagione più calda e secca. Data la natura delle polveri che sono massimamente da sollevamento dovuto al movimento dei mezzi pesanti su un terreno con un'alta frazione limosa, si ritiene che questo tipo di accorgimento possa essere realmente efficace. Gli impatti sull'atmosfera generati in fase di costruzione delle opere di progetto, potranno essere mitigati attraverso una corretta gestione del cantiere e prevedendo, nel Capitolato Speciale d'Appalto, tra gli oneri a carico dell'appaltatore, prescrizioni e/o obblighi quali:

- bagnare le piste e stabilizzarne il manto;
- adottare tecniche di apertura e riempimento delle cave che minimizzino la formazione di polveri;
- controllare l'umidità degli inerti in tutte le fasi di carico, scarico, trasporto, stoccaggio.

Tra le misure mitigatrici per l'emissione di gas da parte dei mezzi d'opera, l'appaltatore avrà l'obbligo di:

- attrezzare i mezzi e gli impianti di cantiere con sistemi di propulsione e di scarico atti a ridurre le emissioni;
- curarne la manutenzione e l'efficacia.

### **8.3. Acustica**

La situazione del clima acustico nello stato attuale, e quello che sarà generato dall'apertura del cantiere e dalle lavorazioni per la realizzazione delle opere in Progetto è stata valutata con riferimento ai ricettori abitativi, che risultano tutti a distanze notevoli dall'area di cantiere, tali quindi da non indurre una modificazione del loro attuale clima sonoro. L'aumento della circolazione sulla rete infrastrutturale esistente, dovuta alla percorrenza dei mezzi adibiti alle funzioni cantieristiche, si instaura su un regime trasportistico che ben lo assorbe, senza modificarne l'emissione acustica.

Per quanto riguarda la rumorosità prodotta nell'area di cantiere, ai ricettori abitativi individuati, saranno ampiamente rispettati i valori limite assoluti di immissione e differenziali di immissione. Sulla base di quanto sopra riportato, si può concludere che la cantierizzazione delle opere in progetto, non modificherà l'attuale clima acustico dell'area; tale attività rispetterà le cogenti norme in materia di inquinamento acustico. Stante la situazione previsionale sopra prospettata, non sussistono le condizioni minime per prescrivere azioni di mitigazione sia dirette che indirette o comportamentali atte alla riduzione del rumore percepibile ai ricettori abitativi.

#### 8.4. Salute pubblica

Visto il carattere dell'intervento, si ritiene che un potenziale impatto sulla salute pubblica possa derivare solo dall'alterazione dello stato di qualità dell'aria e del regime acustico, in particolare durante la fase di costruzione delle opere in progetto. Non si ritiene comunque che date le dimensioni delle opere, la durata temporale della fase di cantiere e la distanza delle aree di intervento dal centro abitato il progetto possa provocare un'alterazione dello stato di salute della popolazione locale.

#### 8.5. Flora e fauna terrestre

Per le sole opere di infrastrutturazione delle aree denominate G<sub>1W</sub>, G<sub>2W</sub> e retrobanchina del Porto Canale di Cagliari, gli effetti sugli habitat e sulle specie protette del vicino Sito Protetto sono stati valutati come “non significativamente negativi” a condizione che si ottemperi alle misure di attenuazione/mitigazione e alle seguenti raccomandazioni specifiche.

In fase di progettazione esecutiva si dovrà prevedere e pianificare tutti gli accorgimenti per il contenimento delle polveri di cantiere al fine di mitigare gli impatti potenziali sia per le aree di escavo che per le aree di stoccaggio, come ad esempio:

- la pianificazione della la viabilità di cantiere e al fine di minimizzare i passaggi off road dei mezzi e limitando la velocità di transito nelle aree polverulente, nonché il mantenimento delle strade e tutte le piste di cantiere sempre ben mantenute;
- la pulizia/lavaggio delle ruote dei mezzi di cantiere che attraversano sia le strade pubbliche che le strade di cantiere sterrate;
- la chiusura dei cassoni con teli anti spolvero anche sui camion che trasportano le terre movimentate all'interno del cantiere;
- la copertura/bagnatura delle strade e/o dei cumuli polverulenti sia nelle aree di intervento che di stoccaggio fino alla completa stabilizzazione dei sedimenti fini;
- in condizione di sostenuta ventosità a terra nell'area di scavo o di scarico delle sabbie ad alto contenuto di argilla (pelite), effettuazione delle operazioni di carico nei camion e di scarico a terra sempre in condizioni di lento rovescio;

Come riportato nello “Studio per la Valutazione di Incidenza” allegata al Progetto Definitivo, cui si rimanda per maggior dettaglio, con riferimento al **disturbo potenziale delle specie faunistiche presenti**, allo stato attuale l'area di intervento è caratterizzata da una bassa o nulla emissione di rumori di origine antropica. Nell'area delle lavorazioni, si prevede che la presenza dei mezzi di trasporto e d'opera porterà ad un incremento delle emissioni sonore locali, la cui intensità e incidenza sul livello di rumore nell'area di cantiere sarà quindi oggetto di uno specifico piano di monitoraggio.

Come mitigazione generale degli effetti sulle dispersioni dei rumori del cantiere al di fuori dell'area di lavoro e/o nelle vicine aree SIC e ZPS dobbiamo considerare come fattore mitigante generale la presenza della fascia a verde di rispetto che è attualmente debolmente vegetata, ma che verrà realizzata

durante il cantiere con vegetazione arbustiva e avrà anche la funzione di mitigare gli impatti del cantiere di realizzazione delle infrastrutture e del retrobanchina nei vicini SIC/ZPS.

Si dovrà dare priorità elevata alla realizzazione della fascia di rispetto lungo la strada ss195 Sulcitana, ed alla realizzazione delle opere a verde così come altri spazi verdi in generale, privilegiando l'utilizzo di specie autoctone allevate e/o recuperate in loco durante le lavorazioni, possibilmente con l'utilizzo di piante in avanzata crescita a quindi a pronta resa. Si dovranno pianificare una serie di canalizzazioni di drenaggio delle acque meteoriche, che dovranno prevedere gli stadi di avanzamento delle lavorazioni. Tale sistema di drenaggio superficiale delle acque avrà la funzione di raccolta delle acque meteoriche e di abbattimento dei solidi sospesi trasportati. Si dovrà predisporre un piano di monitoraggio ambientale e di controllo dell'efficacia e dell'efficienza delle mitigazioni adottate con attività sul campo *ante, in itinere e post* sulle componenti floro-faunistiche ed ecosistemiche, per le verifiche: dell'efficacia delle mitigazioni adottate, del danneggiamento e/o il recupero della fauna selvatica in difficoltà nelle aree delle lavorazioni, in generale per la verifica dell'interferenza delle attività sulle specie protette del vicino SIC/ZPS. Il report di monitoraggio dovrà essere elaborato dall'Autorità Portuale e con cadenza mensile inviato agli enti territoriali e all'Ente di gestione del SIC,ZPS e reso pubblico. Si dovranno inserire nel PSC/POS di cantiere tutte le prescrizioni di carattere ambientale, individuate nella fase autorizzativa e che dovranno essere attuate durante la realizzazione delle opere. Infine dovrà essere previsto uno specifico piano di pronto intervento inserito e validato nel PSC da attivarsi in caso di incidenti con potenzialità di dispersione di sostanze inquinanti nell'ambiente (sversamenti di idrocarburi, vernici, solventi ecc.).

## 8.6. Paesaggio

L'area di Progetto non risulta interessata dal vincolo paesaggistico ex L. 29.06.39 n. 1497 e L. 08.08.85 n. 431, oggi riunite nel T.U. di cui al d.lgs. 42/2004.

In merito alle **emergenze naturalistiche**, i SIC perimetrati in ambito di area vasta, non sono interessati dalle opere di progetto.

Riguardo alle **emergenze antropiche**, si considerano quali elementi di pregio le aree archeologiche; con riferimento al vincolo archeologico ai sensi della L. 1089/1939, dall'esame della cartografia del Piano Urbanistico Comunale, le aree di Progetto non risultano interessate da suddetto vincolo, né da beni puntuali. Si rimanda, comunque, all'obbligo di “denunciare e provvedere alla conservazione temporanea di eventuali rinvenimenti archeologici nel corso dei lavori ai sensi degli artt. 90 e 91 del DLgs 42/2004”.

L'unico impatto potenziale sul paesaggio in termini di **area vasta** è ascrivibile allo sfruttamento di materiale di cava. Come accorgimento relativo alla fase di realizzazione delle opere, è previsto il reperimento nelle cave in ambito territoriale, della quantità di materiali naturali idonei per la realizzazione stesse; sarà così limitata la ripercussione tangibile sugli aspetti percettivi paesaggistico-

ambientali del retroterra. La politica del Progetto sarà quella di contenere al minimo l'erosione sul paesaggio circostante, utilizzando cave già autorizzate.

In **fase di cantiere**, infine, dovrà essere predisposta una attenta pianificazione e programmazione delle diverse attività al fine di limitare il più possibile il livello di perturbazione al paesaggio.

In tale sede i principali obiettivi da perseguire saranno:

- l'ottimizzazione delle attività in funzione della durata del cantiere;
- l'ottimizzazione delle priorità di intervento, tenuto conto dei costi, in funzione della limitazione del disagio alla popolazione.

Inoltre, verranno adottati i seguenti accorgimenti, al fine di mitigare gli impatti, temporanei, in fase di cantiere:

- impiego di schermature e vegetazione mimetica ove possibile sia in situ sia presso i punti di osservazione;
- organizzazione delle fasi costruttive tale da contenere nel tempo le limitazioni degli accessi ai singoli punti di interesse;
- ripristino della situazione preesistente al termine dell'occupazione delle aree di cantiere.

### **8.7. Rifiuti**

Considerate le caratteristiche delle opere di Progetto la produzione di rifiuti rimane legata soprattutto alla fase di realizzazione delle opere. Dovrà essere rispettata, quindi, una “gestione ambientale del cantiere” che tuteli tutti gli aspetti ambientali legati alle attività realizzative ed in particolare regoli la gestione dei rifiuti.

### **8.8. Ambiente marino**

Poiché le opere di progetto sono da realizzarsi esclusivamente a terra, per quanto riguarda la qualità delle acque costiere non si prevede alcun un impatto significativo né in fase di cantiere, né in fase di esercizio.

Poiché le opere di Progetto non interessano i fondali, non sono prevedibili impatti con effetti negativi sugli organismi bentonici presenti in ambito marino. Pertanto, con riferimento al SIC ITB040023 “Stagno di Cagliari, saline di Macchiareddu, laguna di S. Gilla”, l'habitat prioritario presente in ambito marino, relativo alle praterie di Posidonia oceanica, non risulta interessato dalle opere di Progetto, esclusivamente da realizzarsi in ambito terrestre.

Gli unici impatti potenziali sulla componente idrica marina potrebbero essere generati dalle acque che cadranno, in particolare durante i periodi più piovosi tra ottobre – dicembre, nelle casse di colmata, oggetto degli interventi di scavo o di conferimento dei sedimenti fini durante la fase di cantiere; esse presenteranno potenzialità di effetto negativo sulla qualità delle acque superficiali terrestri e/o marine del porto canale.

Infatti, durante il ruscellamento superficiale, l'acqua piovana attraversando i sedimenti fini presenti nelle sabbie del suolo, potrebbe movimentarli e quindi creare ad esempio dei ruscellamenti che potrebbero depositare fango sulle strade, creare delle pozze di fango o dei rivoli di acque fangose e che, se arrivassero fino al mare, andrebbero ad incrementare la torbidità marina. Tale interferenza, per quanto prevedibile, dovrà essere sempre oggetto di monitoraggio e mitigata con delle specifiche misure che dovranno essere attuate durante tutte le fasi di movimentazione delle terre, che presentano significative concentrazioni di pelite.

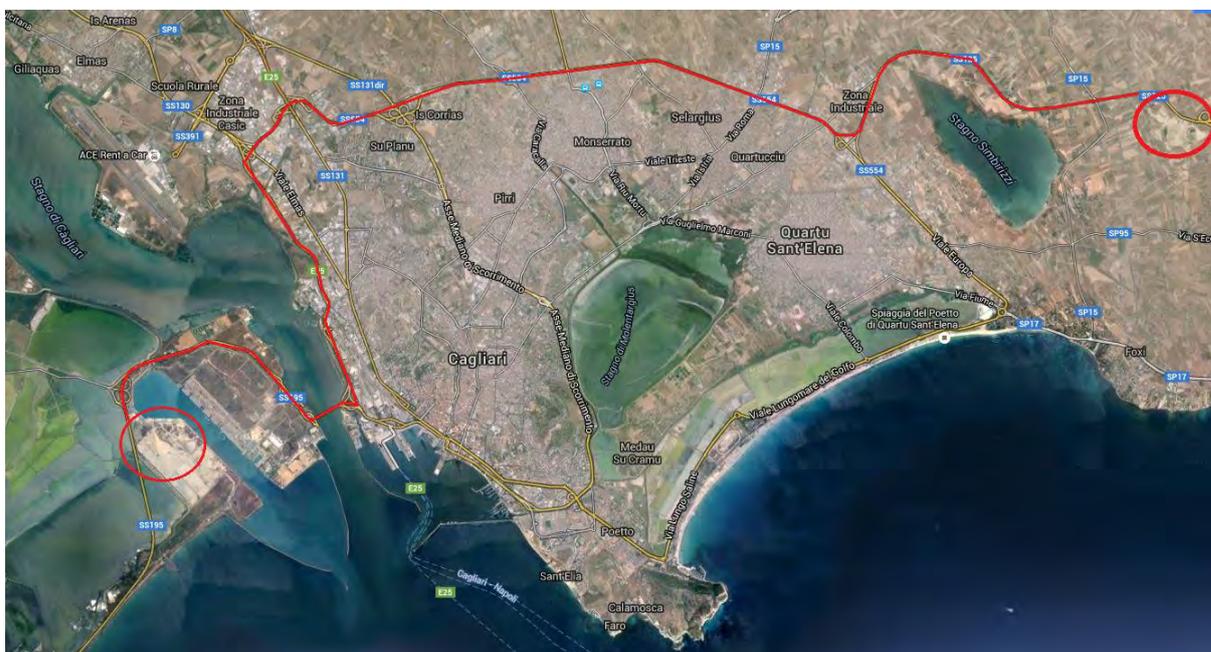
Al fine di mitigare l'impatto negativo potenziale creato dal libero ruscellamento delle acque meteoriche con torbidità elevata sulle vasche di colmata durante le fasi di cantiere, dovrà essere realizzata e adeguatamente mantenuta efficiente un'ideale rete di ruscellamento/drenaggio superficiale con un idoneo sistema di abbattimento dei solidi sospesi, ad esempio, realizzando un reticolo di fossi superficiali con percorso adeguato all'abbattimento dei solidi sospesi e creando vasche di raccolta di calma e/o di sfioro dove lasciar depositare i sedimenti fini, evitando così l'entrata di acque contenenti solidi sospesi nello specchio acqueo del Porto Canale.

## 9. CAVE E DISCARICHE

La discarica di inerti più prossima al sito di interesse, che può essere utilizzata in quanto riesce a soddisfare le esigenze di progetto è la PRO.MI.SA S.r.l. di Quartu Sant'Elena, località San Gaetano che dispone di una capacità di circa 140.000 mc; in essa verrà conferito il materiale proveniente dallo scotico. Per tale trasferimento verrà interessata la viabilità ordinaria che collega la zona del Porto Canale a Quartu Sant'Elena percorrendo la SS125, la SS554, la E25 e la SS195 per un totale di 32 km.



**Figura 19.** Individuazione del sito di discarica



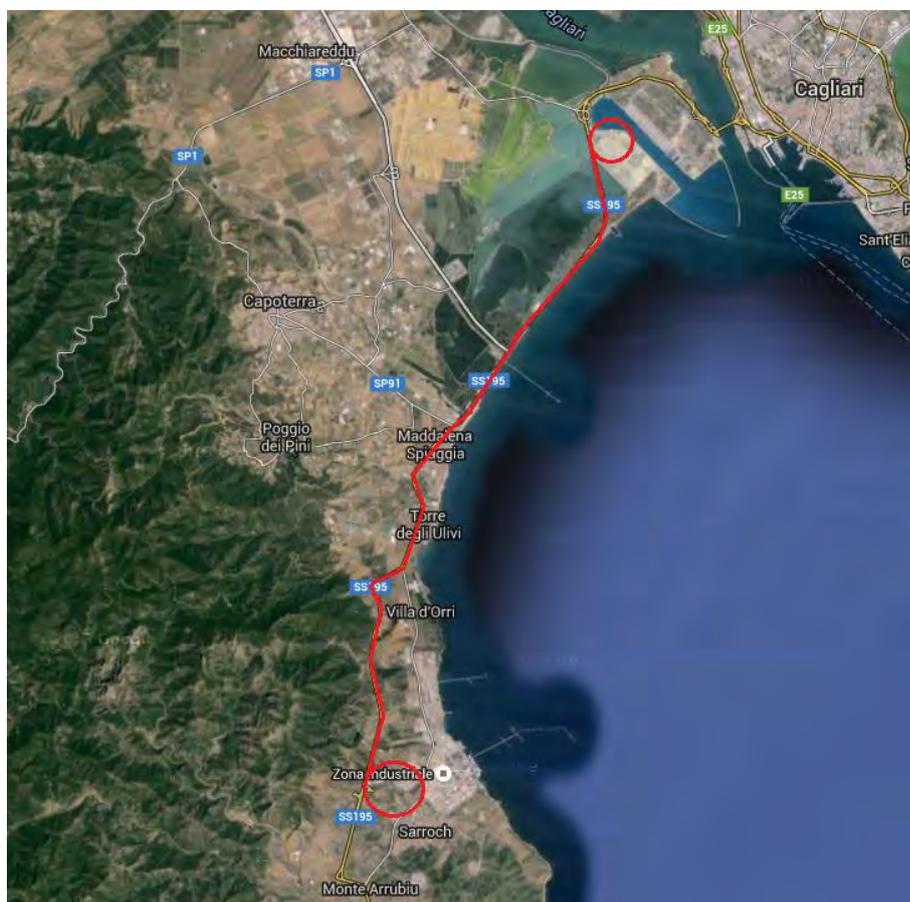
**Figura 20.** Principale viabilità di collegamento alla discarica

**AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI**  
**Infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub>—retrobanchina di ponente del porto Canale di Cagliari**  
**Progetto Definitivo – Relazione Generale – Rev. 01**

2 A.L. s.r.l.	Via Cesare Cabras 18 - Monserrato	Sestu-Forada de s'arena o Costa canneddu	1547/II	26/10/2006	10	Si	241.287	186.408
Trunconi s.r.l.	Via Piemonte 12 - Cagliari	Serramanna-Trunconi	1779/II	22/11/2006	10	Si	25.000	18.000
PRO.MI.SA. s.r.l.	Via Cimabue 8 - Quartu S.Elena	Quartu - Ganni Via M.Pira	1810/II	27/11/2006	10	Si	140.000	copertura inclusa
Meloni Silvia	Via Municipio 5 - San Vito	Muravera - Tuerra Manna	2006/II	28/12/2006	10	Si	69.406	52.000
Dr. Mario Ticca s.r.l.	Viale Adua 4 - Sassari	Sassari - Li Laccheddi	7726/196	19/03/2007	10	Si	96.000	72.000
GE. DI. s.r.l.	S.S. 131/D Km 7 - Sestu	Cagliari - Monserrato/Perda calloni	19436/615	12/06/2007	5	Si	852.000	770.000
C.E.S.P.O. dei F.lli Manis s.n.c.	Via Vinea regum 33 - Oristano	Simaxis - Feuredda	22343/771	29/06/2007	10	Si	97.700	copertura inclusa
Longoni Efsio	Via Santa Chiara 9 - Tortolì	Elini - Corte Manna	25994/976	24/07/2007	10	Si	72.280	50.078
Comune di Sardara	Piazza Gramsci 1 - Sardara	Sardara - Terre cresia	30714/1231	11/09/2007	10	Si	21.350	14.510
Trasporti e Scavi di Casula Massimiliano & C. s.n.c.	Via Puccini 10 - Dolianova	Dolianova-Maidana	43510/1952	11/12/2007	10	Si	32.000	27.000

**Tabella 2.      Discariche di riferimento**

Per quanto concerne le cave di inerti che possono essere utilizzate per i conglomerati e per i riempimenti stradali, di seguito si fa riferimento a quelle prese come esempio nell'ambito della presente progettazione. La cava di riferimento, per quanto concerne gli inerti per conglomerati, più prossima al sito e che riesce a soddisfare le esigenze di progetto è la Andesiti S.r.l. di Sarroch che ha una produzione stimata di circa 327.915 t (al 2004). Per quanto riguarda invece il materiale da utilizzare per il riempimento stradale, la cava di riferimento è la Vacca Edilmov S.r.l. situata sempre in zona Sarroch con una produzione di 769 t (al 2004) ed è indicata nella tabella che segue. Per tali trasferimenti verrà interessata la viabilità ordinaria che collega la zona del Porto Canale a Sarroch percorrendo la SS195 per un totale di 17 km.



**Figura 21.      Principale viabilità di collegamento alle cave**

**AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI**  
**Infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub> – retrobanchina di ponente del porto Canale di Cagliari**  
**Progetto Definitivo – Relazione Generale – Rev. 01**

Provincia di Cagliari

Tab. 3 - Elenco delle cave in esercizio (ATTIVE)

COMUNE	LABEL	DENOMINAZIONE CAVA	SITUAZIONE AMMINISTRATIVA	ANNO INIZIO ATTIVITÀ	DATA AUTORIZZAZIONE	SCADENZA AUTORIZZAZIONE	USO	PRODOTTO COMMERCIALE	MATERIALE	PRODUZIONE 2004 (t)	RIEPIEN ANNI	USURTO STIPULO AUTORE (ha)	USURTO OCCORRENZA DA ATTIVITÀ CAVA (ha)	TITOLARE	OPERATORE
Samatzai	15_I	Cioa Margine	Autorizzata	1965	30-mag-96	30-mag-07	I	Granulati per leganti	Calcare marmoso	145,104	15	29,62	24,563	Calcidata Spa	
Samatzai	159_C	Bidda Mendula	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per conglomerati	Sabbia				13,545	Eurogranulati Srl	
Samatzai	376_I	Sa Corona	Istruttoria	1970			I	Granulati per leganti	Calcare	0	20		7,890	Italcementi Spa	
Samatzai	377_I	Gutturu Cioa Cerbus	Autorizzata	1971	15-mar-01	14-mar-16	I	Granulati per leganti	Arenaria	172,923	20	102,22	26,346	Italcementi Spa	
Samatzai	380_I	Su Concalli	Autorizzata	1970	1-feb-00	31-mar-15	I	Granulati per leganti	Calcare	632,817	20	204,60	88,904	Italcementi Spa	
Samatzai	408_C	Craibi	Autorizzata	ante_1989	6-set-01	5-set-11	C	Inerti per ri_rimp_str	Depositi alluvionali	6,151	100	24,59	9,005	Milioni Angiola Maria	
San Basilio	459_C	Pranu Pirastu	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per ri_rimp_str	Scioto				3,650	Masca Enrico	
Samoch	6_C	Monte Arribiu	Istruttoria	2003			C	Inerti per conglomerati	Andesite	327,915	10		18,582	Andesti Srl	
Saroch	24_C	Sa Perra Scritta	Istruttoria	1985			C	Inerti per ri_rimp_str	Depositi alluvionali	769	10		8,953	Vacca Edilmo Srl	
Senorbi	453_C	Mitza Gianni Antioqu	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per ri_rimp_str	Arenaria				1,851	Masca Enrico	
Serdiana	274_C	S' Arenaxiu	Istruttoria	1978			C	Inerti per conglomerati	Arenaria	301,308			33,938	Nuova CEM.A.R. Granulati Srl	
Serdiana	283_C	Sa Grutta e su Sparau	Istruttoria	1978			C	Inerti per conglomerati	Arenaria	143,095	20		19,869	Calcestruzzi Spa	
Serdiana	292_C	Bau Su Mattuzzu	Istruttoria	1978			C	Inerti per conglomerati	Depositi alluvionali	231			23,691	Nuova CEM.A.R. Granulati Srl	
Serdiana	1222_C	S'Arenargiu	Autorizzata	2001	11-lug-00	10-lug-10	C	Inerti per conglomerati	Sabbia	61,007	7	18,49	10,611	Ge.Di.Ca Srl	
Serri	489_C	Erchi - Corti su Pranu	Istruttoria	1983			C	Inerti per ri_rimp_str	Conglomerato	2,291	10		1,647	Puddu Antonio	
Sestu	309_I	Foradas De S' arenas	Istruttoria	1993			I	Materiale per laterizi	Argilla	11,822	6		2,584	Z.A.L. Srl	
Settimo San Pietro	293_C	Rio Pailu	Istruttoria	1990			C	Inerti per conglomerati	Basalto	44,051	20		10,976	Auteco S.r.l.	
Sinnai	313_C	Bellavista	Autorizzata	1990	18-dic-03	17-dic-13	C	Inerti per conglomerati	Quarzte	942,315	15	15,72	21,394	CA.G.I.M.A Srl	
Sinnai	454_C	Serralonga	Istruttoria	1996			C	Inerti per conglomerati	Calcare	13,971	40		2,858	F.lli Tubero di V. e P. Snc	
Lissana	296_I	Franciscettu	Istruttoria	1966			I	Materiale per laterizi	Argilla	30,026	30		14,389	PRO.MI.S.A. Srl	
Uta	524_C	Mitza de Fundalis	Autorizzata	ante_1989	15-giu-98	14-giu-09	C	Inerti per conglomerati	Scioto	840,971	11	8,08	6,442	IN.FRA. Srl	
Uta	356_C	La Guardia	Istruttoria	1985			C	Inerti per conglomerati	Arenaria	196,182	7		16,416	Calcestruzzi Spa	
Uta	419_I	Sa Guardia Iada-Bruncu Arribiu	Istruttoria	1974			I	Materiale per laterizi	Argilla	96,642	5		20,111	Fonaci Scanu Spa	
Uta	466_I	Guardia Predi Casu	Istruttoria	1992			I	Materiale per laterizi	Argilla	11,546	14		8,440	Scalas Parfio	
Villaputzu	472_C	Perdas Siddas Quirra	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per ri_rimp_str	Calcare	15,858	15		1,487	Solinas Giancarlo	Solinas Paolo & Figli Snc di G. Solinas
Villasimius	276_O	Cani Prandiu	Istruttoria	ante_1989			O	Grigio Villasimius	Monzogranodiorite				1,586	Marini Giuseppe	
Villasimius	364_C	Procileddu	Istruttoria	2001			C	Inerti per ri_rimp_str	Monzogranodiorite	5,286	10		2,326	Carboni Maurizio	

**Tabella 3. Cave di riferimento**

## 10. SUPERAMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

Per quanto concerne il superamento delle barriere architettoniche sono stati adottati accorgimenti tecnici idonei al fine di risolvere tali criticità.

### **Rampe**

La descrizione delle norme da applicare per le rampe apparterebbe più propriamente all'ambito applicativo dell'abbattimento delle barriere all'interno degli edifici (scuole, ospedali, uffici pubblici e privati, residenze ecc.). Tuttavia è bene richiamarla perché possono esistere dei casi in cui lo spazio pubblico – soprattutto nelle nuove progettazioni – necessita appunto di percorsi alternativi alle gradonate per risolvere il superamento di dislivelli importanti.

Attraverso l'accesso ai marciapiedi tramite rampe prive di gradini si è cercato di affrontare il problema del superamento delle barriere architettoniche.

La pendenza di una rampa è stata definita in rapporto alla capacità di una persona su sedia a ruote disuperarla e di percorrerla senza affaticamento anche in relazione alla lunghezza della stessa. Per le rampe valgono accorgimenti analoghi a quelli definiti per le scale.

Non viene considerato accessibile il superamento di un dislivello superiore a 3,20 m ottenuto esclusivamente mediante rampe inclinate poste in successione.

La larghezza minima di una rampa è:

- di 0,90 m per consentire il transito di una persona su sedia a ruote;
- di 1,50 m per consentire l'incrocio di due persone.

La pendenza delle rampe non supera l'8%.

### **Attraversamenti pedonali**

Sono stati inseriti adeguati accorgimenti e segnalazioni che permettono l'orientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo per chiunque e in particolare per i non vedenti, per gli ipovedenti e per isordi.

### **Marciapiedi**

Il dislivello, tra il piano del marciapiede e zone carrabili ad esso adiacenti è superiore ai 15 cm imposti dalle norme. La larghezza dei marciapiedi realizzati è tale da consentire la fruizione anche da parte di persone su sedia a ruote.

### **Parcheggi**

Uno dei punti più critici per la mobilità urbana delle persone portatrici di disabilità sono i parcheggi che sono stati dimensionati secondo la geometria e le normative specifiche.

Attraverso questi interventi, si sono ridotti gli ostacoli fisici che sono fonte di disagio per la mobilità di chiunque e in particolare di coloro che, per qualsiasi causa, hanno una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea.

## **11. IDONEITA' DELLE RETI ESTERNE DI ALLACCIO**

Il progetto prevede l'allaccio alle reti esistenti in termini di:

- linea acqua potabile;
- linea acqua industriale;
- linea fognaria;
- oltre agli allacci alla rete Enel e Telecom.

### **11.1. Linea acqua potabile**

Il punto di connessione con l'acquedotto pubblico esistente è previsto in adiacenza dell'edificio spogliatoi. La tubazione esistente risulta essere del DN 125 Pead, ma non sono noti i valori di pressione residua e di portata disponibile. Tale aspetto ha indotto il progettista ad effettuare un dimensionamento atto a contenere le possibili perdite di carico.

### **11.2. Linea acqua industriale**

Il punto di connessione con l'acquedotto industriale esistente è previsto in adiacenza dell'accesso secondario. La tubazione esistente risulta essere del DN 200, ma non sono noti i materiali della tubazione, i valori di pressione residua e di portata disponibile. Tale aspetto ha indotto il progettista ad effettuare un dimensionamento atto a contenere le possibili perdite di carico.

### **11.3. Linea fognaria**

L'area di intervento non è fornita di rete di raccolta delle acque nere.

Le strutture esistenti trattano le acque nere con propri impianti localizzati. La rete progettata utilizza come recapito finale la vasca di raccolta esistente in prossimità del limite nord dell'area di intervento, raccogliendo tanto le nuove aree lottizzate quanto le aree già infrastrutturate.

### **11.4. Rete Enel**

Il punto di origine della distribuzione MT è previsto in prossimità dell'ingresso secondario. Al di fuori dell'area di intervento esiste una cabina ENEL che attualmente provvede alla alimentazione delle aree portuali già realizzate. Da detta cabina avrà origine la nuova linea MT per la nuova lottizzazione.

Non si hanno informazioni inerenti tipologia e caratteristiche della linea MT che ENEL provvederà a predisporre per la nuova lottizzazione. Il progetto prevede la sola distribuzione in termini di cavidotto, ma non prevede la distribuzione in cavo.

### **11.5. Rete Telecom**

Il punto di origine della distribuzione telecomunicazioni è previsto in testa al cunicolo ispezionabile; non si hanno informazioni inerenti tipologia del cavo che Telecom provvederà a predisporre per la nuova lottizzazione. Il progetto prevede la sola distribuzione in termini di cavidotto, ma non prevede la distribuzione in cavo.

## **12. LE INTERFERENZE CON LE RETI ESISTENTI**

In fase di progettazione preliminare è stata svolta una attività di rilevazione dei sottoservizi interferenti con le opere in progetto, attraverso l'analisi dei documenti progettuali forniti dall'Autorità portuale di Cagliari e relativi all' "intervento di realizzazione nuovi capannoni presso il bacino di evoluzione del porto canale", al "banchinamento del lato sud del bacino di evoluzione del porto canale", al "completamento del banchinamento del lato sud del porto canale" ed alla "struttura da realizzare nelle nuove banchine del porto canale per servizi agli operatori del settore".

I principali sottoservizi individuati riguardano la linea dell'acqua potabile, il cavidotto a due vie in PVC pesante diam. 200 (antincendio e servizi elettrici) e la rete di raccolta delle acque bianche. Tali impianti sono localizzati, relativamente all'area di intervento, soltanto nelle aree infrastrutturate (banchina, uffici e area già lottizzata) e generano interferenza con gli impianti in progettazione soltanto in aree limitate. Gran parte dell'area di intervento risulta invece priva di impianti e servizi essendo prevalentemente ancora adibita a cassa di colmata e non avendo subito il processo di infrastrutturazione. Il riepilogo dei sottoservizi esistenti ed interferenti è riportato nell'elaborato "EG\_PR\_04\_Planimetria delle reti e dei sottoservizi interferenti" cui si rimanda per un maggior approfondimento progettuale.

## **13. RISPONDENZA AL PROGETTO PRELIMINARE E ALLE PRESCRIZIONI DETTATE IN SEDE DI APPROVAZIONE**

Il progetto definitivo è rispondente alle previsioni del progetto preliminare approvato con Decreto Commissariale dell'A.P. di Cagliari. 8 del 10.02.2015 e conferma le scelte già effettuate nel precedente livello progettuale affinando alcuni aspetti legati alla rispondenza degli standard urbanistici definiti dalla variante di piano in corso di approvazione e adeguandosi alle prescrizioni emerse in fase di verifica e validazione del progetto preliminare.

Quest'ultima attività condotta dalla Società ICMQ S.p.a. si è conclusa con il rapporto finale di ispezione del 18/12/2014 dal quale si prendeva atto dell'esito complessivamente positivo delle verifiche effettuate sul progetto preliminare rimandando al livello definitivo alcuni approfondimenti.

In particolare nel progetto in argomento è stata riconfermata la scelta, già avanzata in sede di preliminare, di coprire il canale artificiale realizzato a ridosso della banchina portuale al fine di garantire il deflusso delle acque, per realizzare la viabilità a servizio della banchina stessa.

Tale scelta è stata motivata sulla base di considerazioni gestionali e funzionali dell'area produttiva del porto canale nonché in termini di sicurezza. Infatti il mantenimento del canale esistente avrebbe comportato la realizzazione di una serie di attraversamenti al fine di garantire il corretto collegamento tra le aree banchinate e i lotti retrostanti, la conseguente manutenzione continua del letto di scorrimento ed una sorta di barriera fisica tra banchina ed i retrostanti potenziali utilizzatori dei lotti dell'Area G<sub>2W</sub>.

Intermini di approfondimenti condotti a seguito del rapporto di ispezione ICMQ ed in particolare con riferimento al rapporto intermedio, emesso in data 29 settembre 2014, durante il quale si prendeva atto della criticità progettuale connessa con l'ipotesi di convogliare le acque meteoriche raccolte nell'area lottizzata in prossimità della statale SS195, nel canale esistente che corre parallelamente alla medesima statale; tale canale tuttavia, la cui funzione originaria era di alimentare con acqua di mare le parti più a nord della laguna di S. Gilla, essendo chiuso al mare, non consente lo smaltimento delle acque.

Il progetto definitivo ha rivisto lo schema di raccolta delle acque meteoriche escludendo lo scarico nel canale esistente parallelo alla statale 195 e convogliando il tutto verso il canale di raccolta realizzato a ridosso della banchina esistente.

Sempre nel medesimo rapporto intermedio è stato evidenziato che il tempo di ritorno adottato per il dimensionamento dell'impianto di smaltimento delle acque piovane era pari a 5 anni, anziché 10, come nella prassi progettuale corrente.

Anche in questo caso si precisa che il dimensionamento nel progetto definitivo è stato effettuato con un valore del tempo di ritorno di 10 anni.

#### **14. INDIRIZZI PER LA REDAZIONE DEL PROGETTO ESECUTIVO**

A seguito della progettazione definitiva e prima dell'avvio della progettazione esecutiva l'Autorità Portuale procederà alla verifica della progettazione con l'obiettivo di accertare la conformità della soluzione progettuale prescelta alle specifiche disposizioni funzionali, prestazionali, normative e tecniche contenute nel documento preliminare alla progettazione e negli atti di indirizzo formulati al progettista.

A seguito della verifica il RUP, successivamente alla procedura di gara prevista con appalto integrato ai sensi dell'art. 53 comma 2 lettera b) del Dlgs 163/2006 e s.m.i., procederà con apposito Ordine di Servizio all'avvio della progettazione esecutiva che ai sensi dell'art. 93 c.5 del Dlgs 163/2006 deve determinare in ogni dettaglio i lavori da realizzare e il relativo costo previsto e deve essere sviluppato ad un livello di definizione tale da consentire che ogni elemento sia identificabile in forma, tipologia, qualità, dimensione e prezzo.

Il progetto esecutivo deve contenere dall'insieme delle relazioni, dei calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti e degli elaborati grafici nelle scale adeguate, compresi gli eventuali particolari costruttivi, dal capitolato speciale di appalto, prestazionale o descrittivo, dal computo metrico estimativo e dall'elenco dei prezzi unitari. Esso è redatto sulla base degli studi e delle indagini compiuti nelle fasi precedenti e degli eventuali ulteriori studi e indagini, di dettaglio o di verifica delle ipotesi progettuali, che risultino necessari e sulla base di rilievi planoaltimetrici, di misurazioni e picchettazioni, di rilievi della rete dei servizi del sottosuolo. Il progetto esecutivo deve essere altresì corredato da apposito piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti da redigersi nei termini, con le

modalità, i contenuti, i tempi e la gradualità stabiliti dal regolamento di cui all'articolo 5 del Dlgs 163/2006.

Dal punto di vista degli elaborati che ne caratterizzano il contenuto, si richiama l'art. 33 del D.P.R. 207/2010.

*"Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisoriale. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste. Il progetto esecutivo è composto dai seguenti documenti, salva diversa motivata determinazione del responsabile del procedimento ai sensi dell'articolo 15, comma 3, anche con riferimento alla loro articolazione:*

- a) relazione generale;*
- b) relazioni specialistiche;*
- c) elaborati grafici comprensivi anche di quelli delle strutture, degli impianti e di ripristino e miglioramento ambientale;*
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;*
- e) piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti;*
- g) computo metrico estimativo e quadro economico;*
- h) cronoprogramma;*
- i) elenco dei prezzi unitari e eventuali analisi.*

Poiché il progetto definitivo è posto a base di gara ai sensi dell'articolo 53, comma 2, lettera b), del codice è già corredato dello **schema di contratto e del capitolato speciale d'appalto** redatti con le modalità indicate all'articolo 43 nonché del **piano di sicurezza e di coordinamento** di cui all'articolo 100 del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, sulla base del quale determinare il costo della sicurezza, nel rispetto dell'allegato XV del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

Lo schema di contratto prevede, inoltre, che il concorrente debba indicare, al momento dell'offerta, la sede di redazione del progetto esecutivo, nonché i tempi della progettazione esecutiva e le modalità di controllo, da parte del responsabile del procedimento, del rispetto delle indicazioni del progetto definitivo, anche ai fini di quanto disposto dall'articolo 112, comma 3, del codice.

Il progetto esecutivo non prevede il piano particellare di esproprio in quanto l'intervento ricade in area demaniale ed è a completa disposizione dell'ente.

**15. IL CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DELL'INTERVENTO**

Nel presente paragrafo si riporta il cronoprogramma delle fasi attuative, con l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento delle varie attività di progettazione, approvazione, affidamento, esecuzione e collaudo.

FASI ATTUATIVE		MESI		MESE 1	MESE 2	MESE 3	MESE 4	MESE 5	MESE 6	MESE 7	MESE 8	MESE 9	MESE 10	MESE 11	MESE 12	MESE 13	MESE 14	MESE 15	MESE 16	MESE 17	MESE 18	MESE 19	MESE 20	MESE 21	MESE 22	MESE 23
		SETT	MESI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	PROCEDURA DI SCELTA DEL CONTRAENTE	14	3.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Epletamento della gara	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Verifica dei requisiti ed aggiudicazione definitiva	6	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Contratto			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	PROGETTAZIONE ESECUTIVA	10	2.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.1 Redazione	6	1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2.2 Verifica, Validazione ed Approvazione	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	REALIZZAZIONE DELLE OPERE	52	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.01 Impianto cantiere	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.02 Scavi, rinterrì, demolizioni, rimozioni e trasporti	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.03 Realizzazione cunicolo e canaletta servizi	28	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.04 Opere stradali, verde, parcheggi ed opere edili complementari	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.05 Impianto di illuminazione pubblica	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.06 Impianto di smaltimento acque superficiali	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.07 Impianto di smaltimento acque nere	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.08 Impianto di distribuzione acqua industriale, idrico potabile, antincendio ed irrigazione aree verdi	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3.09 Impianti elettrici, telefonici e speciali	36	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	COLLAUDO TECNO-AMMINISTRATIVO	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.1 Prove finali	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4.2 Emissione certificato di collaudo	12	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	SMOBILIZZAZIONE DEL CANTIERE	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

## 16. ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DELL'INTERVENTO

Dal punto di vista economico, l'importo dei lavori riportato alla voce A1) del quadro economico di progetto è stato determinato ai sensi dell'art. 32 del D.P.R. 207/2010, e contiene al suo interno gli oneri diretti della sicurezza. Gli oneri per la sicurezza aggiuntivi sono stati calcolati analiticamente mediante computo metrico, come riportato nell'elaborato "PSC Piano di Sicurezza e Coordinamento", a cui si rimanda per maggiori dettagli.

In relazione alle previsioni di appalto integrato, così come previsto dall'articolo 53, commi 2, lettera b), 3 e 4, del decreto legislativo n. 163 del 2006 (articoli 43, commi 3 e seguenti, 138, commi 1 e 2, e 169, del d.P.R. 05 ottobre 2010, n. 207, il quadro economico riporta anche le spese della progettazione esecutiva calcolate con riferimento al D.M. 143/2013 da corrispondere all'Appaltatore.

Relativamente alle somme a disposizione, le stesse sono conformi a quelle riportate nel quadro economico del progetto preliminare di cui al Decreto Commissariale N. 8 del 10.02.2015.

Nella Tabella 2 si riporta il dettaglio analitico del calcolo sommario della spesa.

n.	categ.	Descrizione delle categorie di lavorazioni omogenee	Importi in euro			Incidenza %
			Lavori «1» (L)	oneri sicurezza del PSC «2» (OS)	Totale «T = 1 + 2» (L + OS)	
1	OS1	Movimenti di terra	€ 1.847.329,86			16,20
2	OG3	Pavimentazioni stradali e infrastrutture	€ 2.616.265,70			22,95
4	OG3	Garitta uscita di sicurezza	€ 29.391,42			0,26
5	OG3	Garitta dogana	€ 69.057,05			0,61
6	OG3	Opere a Verde	€ 427.522,12			3,75
7	OG10	Impianti tecnologici	€ 2.608.953,63			22,88

**AUTORITÀ PORTUALE DI CAGLIARI**  
**Infrastrutturazione delle aree G<sub>1W</sub> e G<sub>2W</sub>–retrobanchina di ponente del porto Canale di Cagliari**  
**Progetto Definitivo – Relazione Generale – Rev. 01**

9	OG6	Impianto fognario	€ 366.483,49			3,21
10	OG6	Impianto acque bianche	€ 1.229.431,75			10,78
12	OG3	Cunicolo servizi,cunicolo raccolta acque e canaletta	€ 2.207.198,51			19,36
		<b>TOTALE A CORPO</b>	€ 11.401.633,53	€ 187.904,13	€ 11.589.537,66	100,00
		<b>TOTALE GENERALE APPALTO</b>	€ 11.401.633,53	€ 187.904,13	€ 11.589.537,66	

**Tabella 4.** Quadro riepilogativo corpi d'opera