

Autorità di Sistema Portuale
del Mar Adriatico Centro Settentrionale

**APPROFONDIMENTO CANALI CANDIANO E BAIONA,
ADEGUAMENTO BANCHINE OPERATIVE ESISTENTI, NUOVO
TERMINAL IN PENISOLA TRATTATOLI E RIUTILIZZO DEL
MATERIALE ESTRATTO IN ATTUAZIONE AL P.R.P. VIGENTE 2007
I FASE**

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO

**CARATTERIZZAZIONE SITO DI
DESTINAZIONE COMPARTO S3**

FILE

1114.SED.D - CarattSitoS3

CODICE

1114.SED.D

SCALA

Rev.	Data	Causale
0	Set. 2014	Emissione
1	Set. 2017	Revisione generale
2		
3		

AUTORITÀ DI SISTEMA PORTUALE DEL
MARE ADRIATICO CENTRO SETTENTRIONALE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
IL DIRETTORE TECNICO
(Ing. Fabio Maletti)



MINISTERO INFRASTRUTTURE E DEI TRASPORTI
PROVVEDITORATO INTERREGIONALE PER
LE OPERE PUBBLICHE PER LA LOMBARDIA
E L'EMILIA ROMAGNA

IL RESPONSABILE DELLA REVISIONE
DELLA PROGETTAZIONE
(Ing. Francesco Caldani)

**PROGETTO
PER LO
STUDIO
DELLA
SALINITA' DI
AREE SITE IN
RAVENNA
VIA DELLE
INDUSTRIE**

(Area adiacente allo scolo consorziale Fagiolo)

**RELAZIONE
TECNICA**



**PROGETTO PER STUDIO DELLA SALINITA' DI AREE SITE IN RAVENNA VIA DELLE
INDUSTRIE (Area adiacente allo scolo consorziale Fagiolo)**

**Caratterizzazione chimico analitica del terreno e della falda
del sito destinato a Cassa di colmata**

Premessa

Allo scopo di caratterizzare analiticamente il sito oggetto di futuro intervento per la realizzazione di cassa di colmata ed il suo successivo riempimento con materiale proveniente dal dragaggio del canale Candiano è stata eseguita una campagna di carotaggi con esecuzione di campionamenti di terreno e prelievo di acqua dalla falda superficiale.

Modalità di esecuzione delle indagini

I sondaggi sono stati eseguiti in punti all'incirca equidistanti tra di loro onde formare una maglia uniformemente distribuita sull'intera superficie.

Considerata la dimensione dell'intera area (~ 15 ha) sono stati realizzati n° 4 sondaggi identificati con le sigle (S1, S2, S3 e S4) come da planimetria allegata (Allegato 1).

Durante la fase di carotaggio sono state raccolte le carote che sono state mantenute in appositi contenitori per il successivo campionamento delle varie stratigrafie e caratterizzazione geologica.

A seguire la fase di carotaggio sono stati prelevati mediante pompa peristaltica i campioni di acqua costituenti la prima falda superficiale.

Da ogni singola carota di lunghezza pari a m 10,00 sono state campionate le fasi corrispondenti agli strati da m - 0,50 a m -1,50 e da m -2,00 a m -3,00 essendo gli strati più superficiali quelli direttamente interessati a ricevere i fanghi di dragaggio.

Caratteristiche analitiche

(Terreno)

Come si rileva dalle analisi allegate (Allegato 2) i campioni di terreno degli strati più superficiali corrispondenti alla profondità da m -0,50 a m -1,50 individuati con le sigle S1C1, S2C1, S3C1 e S4C1 presentano valori di salinità determinati con metodo del test di cessione, con i criteri previsti dal DM 186/2006 nel rapporto $^{10}L/1\text{ kg}$, relativamente elevati trattandosi dello strato vegetale superficiale normalmente dedicato alle coltivazioni agricole e pertanto già soggetto a bonifiche.

Gli strati immediatamente sottostanti corrispondenti alla profondità da m -2,00 a m -3,00 individuati con le sigle S1C2, S2C2, S3C2 e S4C2, analizzati con la stessa metodologia, presentano valori da elevati ad elevatissimi contenuti salini compatibili con le caratteristiche dell'area indagata confermati anche dalle successive valutazioni sulle acque di falda.

(Acqua)

Come si rileva dalle analisi allegate (Allegato 3) i campioni di acqua della falda più superficiale, prelevati dopo in congruo periodo di sedimentazione, presentano elevatissimi valori di salinità.

La costanza del rapporto tra cloruri e solfati è indicativa di una unica fonte di ingressione della salinità da attribuire ovviamente al cuneo salino dal vicino litorale e/o dal canale portuale Candiano.

Conclusioni

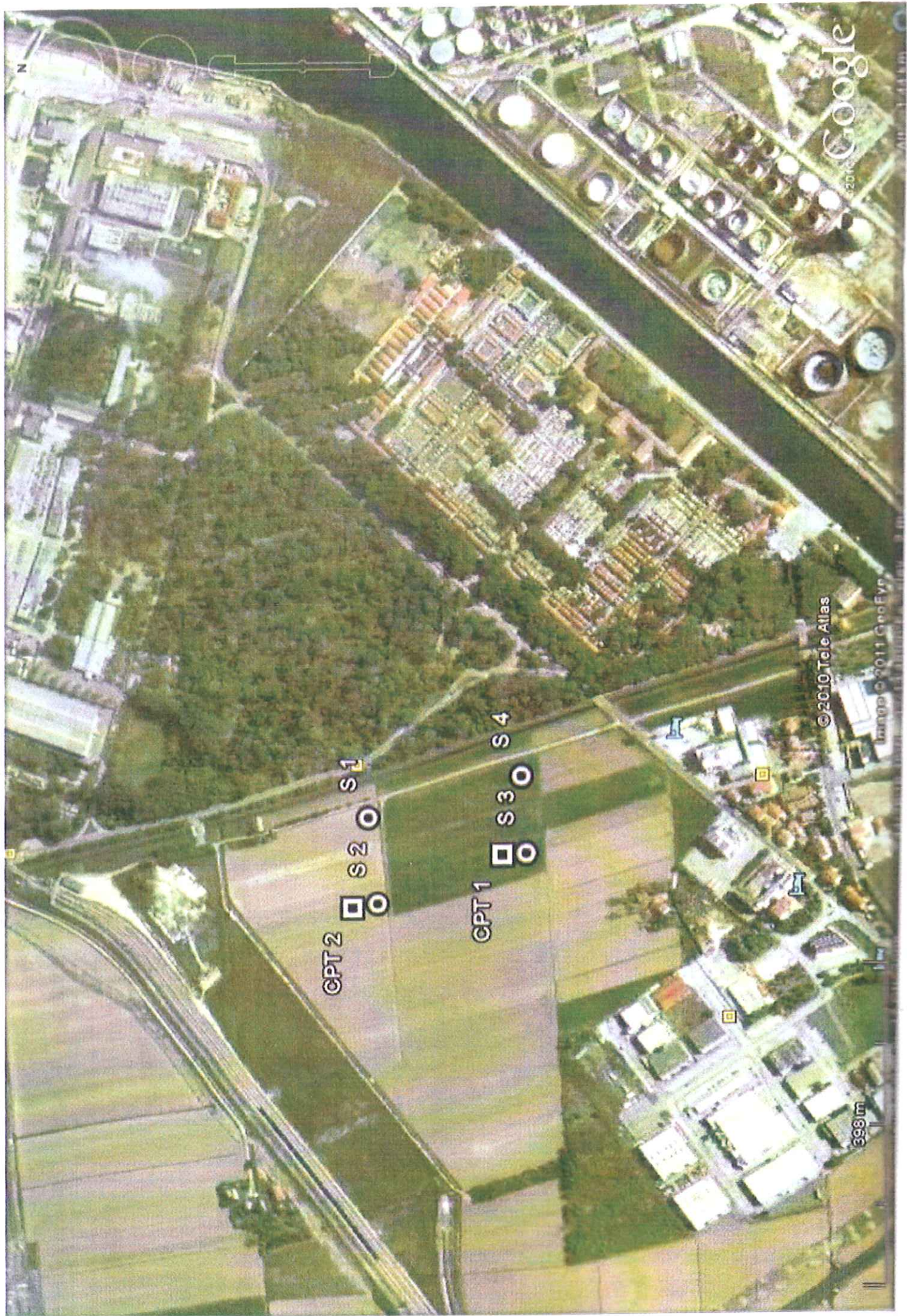
Le caratteristiche analitiche del suolo e delle acque qualificate con elevati contenuti salini risultano idonei a ricevere fanghi provenienti dai dragaggi portuali stante che nel tempo la salinità intrinseca dei fanghi viene notevolmente ridotta per effetto del dilavamento con acque meteoriche fino a raggiungere, come le recenti esperienze hanno evidenziato, valori del contenuto di cloruri dello stesso ordine di grandezza del suolo esaminato mentre la concentrazione del percolato va ad attestarsi a concentrazioni saline identiche o inferiori a quelle delle acque di falda.

PROGETTO
PER LO
STUDIO
DELLA
SALINITA' DI
AREE SITE IN
RAVENNA
VIA DELLE
INDUSTRIE

(Area adiacente allo scolo consorziale Fagiolo)

ALLEGATO 1





Google

© 2010 Tele Atlas
Imagery © 2011 GeoEye

CPT 2 S2 S1
CPT 1 S3 S4

398m

PROGETTO
PER LO
STUDIO
DELLA
SALINITA' DI
AREE SITE IN
RAVENNA
VIA DELLE
INDUSTRIE

(Area adiacente allo scolo consorziale Fagiolo)

ALLEGATO 2



C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/1	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/1 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: terreno
 Codice Cliente: S1C1 0,5-1,5m
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 188 del 05/04/2008, GU n. 115 del 19/05/2008	Valore rilevato	Metodo di prova	Data Inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	12	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	7	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	7	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2060	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta
M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/5	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/5 Data ricevimento: 21/12/2010

Descrizione campione: terreno

Codice Cliente: S1C2 2-3m

Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010

Campionato da: Cliente

Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010

Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2006, GU n. 115 del 19/05/2006	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	23	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	8	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	6	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2060	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta
M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/2	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/2 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: terreno
 Codice Cliente: S2C1 0,5-1,5m
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 188 del 05/04/2008, GU n.116 del 19/05/2008	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	5	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	3	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
COD*	mg/L	30	8	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2060	23/12/2010 -- 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andreola

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/6	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/6 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: terreno
 Codice Cliente: S2C2 2-3m
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazioni circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2006, GU n.115 del 19/05/2006	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	72	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	20	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	14	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2000	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663		Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna	
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/3			
Data: 24/12/2010		Pagine: 1 di 1	

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/3 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: terreno
 Codice Cliente: S3C1 0,5-1,5m
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2008, GU n.116 del 18/05/2008	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio- fine prova
Cloruri	mg/L	100	10	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	7	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	11	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2008	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/7	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/7 **Data ricevimento:** 21/12/2010
Descrizione campione: terreno
Codice Cliente: S3C2 2-3m
Sito di provenienza: N/A **Data campionamento:** 21/12/2010
Campionato da: Cliente
Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2006, GU n.116 del 19/05/2006	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	270	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	19	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	7	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2060	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andreatta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/275/4	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/4 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: terreno
 Codice Cliente: S4C1 0,5-1,5m
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazioni circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2006, GU n.116 del 18/05/2006	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	3	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	3	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD	mg/L	30	4	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2060	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663		Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna	
Rapporto di Prova N°		CRSA-TR-10/275/8	
Data:	24/12/2010	Pagine: 1 di 1	

Codice Identificativo Campione: CRSA10/275/8 **Data ricevimento:** 21/12/2010
Descrizione campione: terreno
Codice Cliente: S4C2 2-3m
Sito di provenienza: N/A **Data campionamento:** 21/12/2010
Campionato da: Cliente
Responsabilità o Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	Limiti DM n. 186 del 05/04/2006, GU n. 116 del 19/05/2006	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio-fine prova
Cloruri	mg/L	100	279	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	250	32	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	30	9	UNI 10802:2004 + UNI EN 12457-2:2004 + CRSA-TM-2006	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile LaboratorioFirma
Responsabile CRSA

M. Andrella

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

PROGETTO
PER LO
STUDIO
DELLA
SALINITA' DI
AREE SITE IN
RAVENNA
VIA DELLE
INDUSTRIE

(Area adiacente allo scolo consorziale Fagiolo)

ALLEGATO 3



C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/274/1	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/274/1 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: acqua
 Codice Cliente: S1
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità o Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	D.L.gv 152/06 Acqua di falda Limiti Tab. 2 Allegato 5	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio- fine prova
Cloruri	mg/L	1200	863	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
Solfati	mg/L	1000	290	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 - 24/12/2010
COD*	mg/L	-	31	CRSA-TM-2060	23/12/2010 - 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta
M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/274/2	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/274/2 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: acqua
 Codice Cliente: S2
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità o Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazioni circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	D.Lgv 152/06 Acqua di falda Limiti Tab. 2 Allegato 5	Valore rilevato	Metodo di prova	Data inizio- fine prova
Cloruri	mg/L	1200	2008	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
Solfati	mg/L	1000	562	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
COD*	mg/L	-	35	CRSA-TM-2060	23/12/2010 -- 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta
M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/274/3	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/274/3 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: acqua
 Codice Cliente: S3
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità o Modalità di campionamento Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	D.Lgv 162/06 Acqua di falda Limiti Tab. 2 Allegato 6	Valore rilevato	Metodo di prova	Data Inizio- fine prova
Cloruri	mg/L	1200	1949	UNI EN ISO 10304-1:2000	23/12/2010 – 24/12/2010
Solfati	mg/L	1000	564	UNI EN ISO 10304-1:2000	23/12/2010 – 24/12/2010
COD*	mg/L	-	36	CRSA-TM-2060	23/12/2010 – 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta
M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

C.R.S.A Med Ingegneria s.r.l. Via C. Menotti, 48 48023 Marina di Ravenna (RA) Tel 0544 536812 Telefax 0544 538663	Spett.le: SAPIR Engineering Srl Socio Unico Darsena San Vitale 48100 Ravenna
Rapporto di Prova N° CRSA-TR-10/274/4	
Data: 24/12/2010	Pagine: 1 di 1

Codice Identificativo Campione: CRSA10/274/4 Data ricevimento: 21/12/2010
 Descrizione campione: acqua
 Codice Cliente: S4
 Sito di provenienza: N/A Data campionamento: 21/12/2010
 Campionato da: Cliente
 Responsabilità e Modalità di campionamento: Campionato dal Cliente. Richiesta Ordine 51 del 17/12/2010
 Informazione circa l'incertezza di misura: La valutazione dell'incertezza di misura estesa è stata eseguita considerando i singoli contributi che influiscono nella definizione dell'incertezza di misura, seguendo un approccio metrologico. I dati sono disponibili a richiesta del Cliente.

Parametri richiesti	Unità di misura	D.Lgv 152/06 Acqua di falda Limiti Tab. 2 Allegato 5	Valore rilevato	Metodo di prova	Data Inizio- fino prova
Cloruri	mg/L	1200	1600	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
Solfati	mg/L	1000	477	UNI EN ISO 10304-1:2009	23/12/2010 -- 24/12/2010
COD*	mg/L	-	31	CRSA-TM-2000	23/12/2010 -- 24/12/2010

* prova non accreditata da ACCREDIA

Firma
Responsabile Laboratorio



Firma
Responsabile CRSA

M. Andretta

Il Rapporto di Prova non può essere riprodotto parzialmente, salvo autorizzazione scritta del Responsabile del Laboratorio. I risultati riportati nel Rapporto di Prova riguardano esclusivamente il campione sottoposto a Prova.

SAPIR ENGINEERING SRL

RAVENNA

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO FINALIZZATO ALLA VERIFICA DELLE CONDIZIONI DI REALIZZABILITA' DI UNA CASSA DI COLMATA IN AREA DI PROPRIETA' DELLA INTERPORTO SRL, UBICATA IN V. DELLE INDUSTRIE – RAVENNA

Relatore : Dr. Geologo Stefano Casadei



Ravenna , Gennaio 2011

PREMESSA

Il presente studio geologico è stato commissionato allo scopo di verificare le condizioni geologiche, geomorfologiche e geotecniche di un'area e dei terreni costituenti il relativo substrato fino alla profondità di interesse geologico-geotecnico, finalizzate alla possibile realizzazione di una cassa di colmata destinata ad accogliere temporaneamente i terreni risultanti da operazioni di dragaggio del porto di Ravenna in relazione alle previsioni del Piano Regolatore Portuale .

L'indagine si è articolata mediante sopralluoghi, la raccolta di dati bibliografici sulla geologia dei luoghi e di altri studi geologico-geotecnici effettuati in zona, rilievi topografici, l'effettuazione di n. 4 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 10 ml dal piano di campagna e di n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte alla profondità di 30 ml (in modo da definire con esattezza il quadro geotecnico e ricavare anche mediante l'elaborazione dei dati e la taratura con i vicini carotaggi anche l'assetto stratigrafico più profondo) e realizzate con penetrometro statico con spinta da 20 Tonn. .

Durante l'effettuazione dei sondaggi sono poi stati prelevati campioni di terreno e dell'acqua di falda (i primi 10/20 cm dopo lo specchio di falda) che sono stati poi inviati al laboratorio (CRSA Med Ingegneria con sede a Marina di Ravenna) allo scopo di determinare in modo preciso la concentrazione in Cloruri, Solfati e il COD.

Nelle determinazioni di laboratorio eseguite sui terreni, si è analizzato l'eluato, per cui i valori emersi per essere nella realtà dei fatti comparati con quelli relativi ai limiti di legge, debbono essere moltiplicati orientativamente per 10 volte allo scopo di ottenere il reale valore della concentrazione esistente nel terreno in posto .

E' stata quindi fatta, al termine di tale inquadramento geologico-geotecnico-geochimico una valutazione complessiva circa la compatibilità dell'area ad ospitare la realizzazione della prevista cassa di colmata che, come sopra detto, dovrà ospitare terreni dragati in ambito definibile "marino" per quanto concerne la salinità .

INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area in oggetto di studio è inserita all'interno di quel comparto del territorio del comune di Ravenna che ha trovato la sua genesi geologica e geomorfologica nella progressione che la linea di riva ha avuto negli ultimi 10.000 anni circa .

Va da sé che la storia geologica trascina conseguentemente anche la natura litologica dei terreni e, soprattutto, la stratigrafia del primo substrato, quello attribuibile appunto ai depositi di età recente .

Questa zona è da noi vista ora come una piana assoluta, priva di ondulazioni, ma la sua genesi è di altra natura, essendo questa zona caratterizzata dalla presenza di ampi e potenti cordoni dunosi che segnavano nel passato l'avanzamento della linea di riva lasciando dietro di sé quelle strutture morfologiche chiamata "dune" litologicamente costituite da sabbie da fini a medio fini che sormontavano (nel progredire del territorio verso il mare) le spiagge costituite da sabbie leggermente più grossolane .

Appare peraltro evidente che si incontrano nella successione litostratigrafica anche i testimoni di quegli episodi lagunari costieri che ancora oggi segnano in vaste aree i paesaggi costieri, soprattutto dove esistono sbocchi fluviali a mare . Queste zone sono caratterizzate da depositi molto più fini e spesso ad alto contenuto di sostanza organica (definita spesso Torba) a cui corrispondono scarsissimi valori di resistenza meccanica e caratteristiche idrochimiche molto scadenti, tanto da essere definite naturalmente inquinate .

Si deve inoltre rilevare che questa parte del territorio Ravennate ricade all'interno di quel comparto industriale che negli anni 60' , 70' e fino alla metà degli anni 80' è stato caratterizzato da un tasso di subsidenza molto alto che ha portato il territorio ad un abbassamento complessivo valutato nell'ordine del metro e mezzo, cosa questa che ha senza ombra di dubbio alterato in modo drammatico tutto l'assetto morfologico ed idrogeologico del luogo .

Infatti negli anni subito successivi si verificò l'impossibilità dello scolo delle acque meteoriche conseguenza del quale fu la realizzazione o il potenziamento di un imponente sistema di idrovore vocate appunto allo smaltimento delle stesse ma anche al mantenimento del livello di falda a quote compatibili con la coltivazione dei terreni destinati a produzioni agricole .

L'abbassamento del suolo sommato però all'abbattimento della falda furono cause convergenti e sommate nella modifica dell'assetto idrogeologico del primo substrato causando un imponente ingressione dell'acqua del Canale Candiano in questo acquifero, situazione questa favorita dalla notevole permeabilità dei terreni costituenti il substrato che per loro caratteristica di genesi deposizionale hanno anche una grande continuità laterale (il concetto di cordoni dunosi e di linee di riva) permettendo così un'ampia diffusione spaziale del fenomeno .

Come risultante di quanto sopra si deve rilevare come l'area indagata sia caratterizzata da quote assolute che si aggirano sui -2,00 ml. riferiti al livello medio marino .

Appare evidente che, anche per soddisfare le previsioni urbanistiche, questa zona andrà poi interamente riquotata al fine di potere poi realizzare quelle indispensabili condizioni di urbanizzazione che, ad oggi con questo assetto, sono irrealizzabili .

INQUADRAMENTO LITOSTRATIGRAFICO E IDROCHIMICO

Per la definizione di questo aspetto sono stati eseguiti, come già riportato, n.4 sondaggi con il metodo del carotaggio continuo spinti sino alla profondità ritenuta di interesse ai fini dell'indagine, di 10,00 ml dall'attuale p.d.c. .

Come è possibile verificare dall'esame delle allegate stratigrafie il quadro litostratigrafico risulta sufficientemente omogeneo su tutta l'area con una assoluta dominanza dei termini sabbiosi che si diversificano unicamente sulla base della variata granulometria (cosa questa assolutamente comprensibile vista la variazione in senso est/ovest della progressione della linea di riva e dei sovrastanti cordoni dunosi) che passa da sabbie fini a sabbie medio-fini, ma tale diversificazione si rileva anche sulla base della presenza di livelli o concentrazioni di sostanza organica talora anche indecomposta .

Questa situazione caratterizza i primi 10 ml nei quali la citata variabilità rappresenta un vero esercizio di fine analisi litologica, mentre più in profondità, sulla scorta dei dati emersi dall'elaborazione dei risultati delle penetrometrie, si rileva con precisione la presenza (alla profondità che va dai 12 ai 13 ml) di un vero livello di limi ed argille organiche cui seguono più in profondità dei potenti livelli limoso-argillosi .

Questa situazione ha ovviamente dei riflessi, peraltro già accennati, sull'assetto idrogeologico del primo substrato, conferendo al deposito sede del primo acquifero una permeabilità (sia verticale che laterale) molto importante , da cui una altrettanto alta trasmissività , tutti parametri che conferiscono all'acquifero nel suo complesso la capacità di assorbire e trasmettere con grande velocità le modificazioni idrochimiche che provengono lungo la direzione di flusso della falda .

In relazione a questo aspetto, di grande importanza per le valutazioni di compatibilità oggetto di questo studio, si deve rilevare che il mutato assetto morfologico del territorio ha sicuramente modificato (o per meglio dire ribaltato) l'assetto idrogeologico che aveva, nel passato, il Canale Candiano come livello di base locale mentre ora quest'ultimo assume sicuramente una funzione alimentante nei confronti dell'acquifero freatico, con le conseguenze inevitabili che si andranno a meglio specificare nel proseguo della relazione .

Come già riferito in precedenza, durante i sondaggio sono stati prelevati dei campioni di terreno e di acqua :

I primi sono stati prelevati con la seguente regola:

- Uno all'interno dell'intervallo -0,50/-1,50 ml
- Uno all'interno dell'intervallo -2,00/-3,00 ml

Non essendo stato utilizzato alcun liquido, o altra forma di additivo, di circolazione durante la perforazione i campioni sono risultati incontaminati e sono stati immediatamente sigillati e catalogati per essere poi inviati al laboratorio per le relative analisi .

Per quanto concerne invece i campioni di acqua, questi sono stati prelevati non appena durante la perforazione si rinveniva la superficie freatica, inseriti poi in appositi contenitori, catalogati ed anch'essi inviati al laboratorio .

Per quanto riguarda i campioni di terreno, le determinazioni relative alla valutazione circa la concentrazione dei Cloruri e Solfati e al valore del COD, sono state fatte sull'eluato, mentre per quanto concerne i campioni di acqua questi sono stati analizzati, ovviamente, così come sono stati prelevati .

INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si è ritenuto importante eseguire anche uno screening geotecnico sui terreni costituenti il substrato perché assume un aspetto derimente la capacità di garantire che le strutture in elevazione che si andranno a realizzare (le arginature) oltre agli aspetti della normale compressibilità dei terreni con cui esse verranno realizzate (e governabile con le necessarie modalità operative riconducibili alla meccanica delle terre) non dovranno essere soggette a particolari e difficilmente controllabili assestamenti legati alla compressibilità dei terreni di fondazione .

A questo scopo sono, come si diceva più sopra, state effettuate due prove CPT spinte fino alla profondità massima di 30 ml dall'attuale piano di campagna, utilizzando una penetrometro statica modello Gouda da 20 Tonn attrezzato con punta meccanica modello Begemann .

Sono poi state eseguite tutta una serie di elaborazioni numeriche dei dati ricavati dalle prove al fine di ricavare :

- Litologia
- Densità relativa
- Angolo di attrito interno non drenato
- Coesione non drenata
- Modulo edometrico

Con tutti questi parametri è così stato possibile svolgere tutte le valutazioni necessarie ed utili allo scopo .

E' così emerso che, dopo un modesto livello (massimo 0,60 ml) di terreno variamente alterato o rimaneggiato, è presente in modo uniforme su tutta l'area indagata una teoria di sabbie che sono caratterizzate da buone resistenze che, come carico di rottura, vengono definite all'interno dell'intervallo 2,20-8,00 MPa .

Sono presenti (peraltro a profondità oltre i 6 ml) dei piccoli livelli (spessore massimo 20 cm) di terreni limosi a probabile alto contenuto organico (derivanti dalla presenza, come ambiente deposizionale, di ambienti lacustri interdunali) le cui resistenze sono ovviamente molto basse (0,90/1,00 MPa) ma che non producono effetti vista l'impossibilità di trasferire carico a quella profondità in relazione a quello che si andrà a realizzare in superficie .

I valori medio alti di cui sopra proseguono fino alla quota di circa - 12 ml dove ha inizio quel livello di limi organici già descritto che ha una potenza di circa 1,00 ml, continuità laterale e resistenze che oscillano da 0,50 a 1,00 MPa .

Poi fino a -15,50 ml riprendono quei valori medio alti anzi descritti per poi lasciare il posto ad un livello dello spessore di circa 1,50 ml caratterizzato da resistenze molto alte (da 10,20 a 15,40 MPa) :

Da questa profondità fino ai - 30 ml si ha una variabile alternanza di valori che però a differenza di quello che si è verificato dalla superficie fino ai - 17 ml, vede la netta dominanza delle peliti .

Di particolare conforto nei primi 10 ml è la verifica che i terreni sono dotati di un angolo di attrito interno abbastanza alto (dai 30° ai 40° con media di 37°) e coefficiente di compressibilità abbastanza basso .

SALINITA' DEI TERRENI E DELLA FALDA

Aspetto fondamentale per la definizione della compatibilità dell'area in esame ad ospitare una cassa di colmata temporanea per la raccolta dei terreni provenienti da operazioni di dragaggio del porto, è l'inquadramento chimico ed idrochimico rispettivamente di terreni ed acqua di falda con particolare riferimento a quanto concerne i Cloruri , i Solfati ed il COD , ponendo in confronto le relative concentrazioni e valori con quelli indicati nel DM n.186 del 05/04/2006 .

A questo scopo sono, come già detto, state eseguite analisi su campioni sia di terreno che di acqua prelevati durante i sondaggi .

In allegato vengono riportati i risultati di queste analisi che evidenziano in modo molto chiaro come la ricostruzione delle caratteristiche geologiche, litostratigrafiche ed idrogeologiche del sito, associato alla illustrazione delle modificazioni dell'assetto territoriale indotte dall'azione antropica legata alle attività industriali avvenute nel passato in questa zona, abbia definito con grande precisione il quadro ambientale di riferimento dal quale non si può prescindere per potere fare valutazioni corrette di compatibilità .

Per quanto riguarda i terreni appare evidente che esiste un potente fenomeno di "salinizzazione" che si accentua con la profondità e questo sia per motivi naturali (i Cloruri provengono dal basso e non sono l'effetto di azioni di alluvionamento dall'alto come si riscontra in altre parti del Ravennate) sia per cause contingenti di natura stagionale (il 2010 è stato un anno particolarmente ricco di precipitazioni meteoriche che hanno saturato e dilavato i terreni più superficiali) .

In ogni caso si rilevano concentrazioni all'interno del primo metro (sull'eluato per cui risulta necessario moltiplicare tale dato per 10 volte per valutare la concentrazione reale di Cloruri nel terreno) che vanno dai 3 ai 12 mg/L , mentre i terreni posti a profondità leggermente superiore (dai -2 ai -3 ml) mostrano concentrazioni molto superiori e che in due casi su quattro (S3 e S4) sono già di per se stesse superiori ai limiti di legge (rilevati 270/280 mg/L), a testimonianza di una fortissima contaminazione da parte delle acque salate provenienti dal canale Candiano .

Situazione questa confermata dalle analisi sulle acque della parte superiore della falda freatica (campionati, come già detto, i primi 10/20 cm della stessa) che in ben tre casi su quattro hanno messo in luce valori compresi tra 1.600 e 2.000 mg/L, abbondantemente superiori ai 1.200 mg/L che costituiscono il limite massimo previsto dalla normativa di riferimento già citata .

Per quanto concerne poi la presenza del COD sono stati misurati valori che oscillano da un minimo di 4 ad un massimo di 14 mg/L .

Questi valori, nel loro complesso, definiscono con chiarezza una situazione in cui, per quanto riguarda l'aspetto relativo soprattutto alla presenza dei Cloruri e dei Solfati, il suolo e le acque del primo acquifero (quello freatico) risultano già di per se stesse caratterizzate da valori superiori a quelli minimi previsti dalla normativa che definisce l'accettabilità di un terreno da riporto .

Con tale anomala condizione ci si deve pertanto confrontare per definire la compatibilità della presenza di una struttura vocata ad accogliere, seppure temporaneamente, i terreni di risulta di operazioni di dragaggio del porto di Ravenna, che per loro natura sono oggettivamente caratterizzati da un elevato contenuto in Cloruri e Solfati.

CONCLUSIONI

La realizzazione di una cassa di colmata prevede una serie di verifiche preventive di natura geologica, idrogeologica e geotecnica volte a definire un quadro generale del luogo deputato ad accogliere la struttura .

E' pertanto indispensabile verificare le situazione del substrato fino alla così detta profondità di interesse geotecnico, l'assetto idrogeologico in funzione della relazione che si creerà tra la struttura in fase di esercizio e l'acquifero .

Per il caso di interesse, in relazione al fatto che il materiale che la cassa dovrà accogliere proviene da operazioni di dragaggio portuale per cui particolarmente ricco in Cloruri e Solfati, si rende necessario definire in fase progettuale anche la situazione chimica dei terreni del primo substrato e quella idrochimica della falda che andrà eventualmente a contatto con l'eluato dei sedimenti refluiti .

Per gli aspetti geotecnici (caratterizzati per mezzo di due prove CPT spinte fino a 30 ml di profondità dal p.d.c.) è stato verificato che lo spessore dei terreni influenzati dai carichi impartiti dalle arginature e dal peso del materiale refluito (una sorta di precarico del terreno di fondazione) sono caratterizzati da resistenze meccaniche e da parametri di compressibilità che garantiscono in modo assoluto nei confronti delle diverse problematiche potenzialmente possibili in questa tipologia di interventi (cedimenti , rifluimenti , sifonamenti del sottosuolo) , da cui l'assoluta compatibilità per questo aspetto .

Per gli aspetti di compatibilità chimica dei terreni ed idrochimica delle acque del primo acquifero, le analisi hanno evidenziato la presenza di una forte intrusione salina che ha condizionato a tal punto le acque della falda freatica che neanche la grande piovosità verificata nel 2010 è riuscita ad abbattere, in forza della notevole permeabilità dei terreni sabbiosi praticamente affioranti, tantoché già dallo specchio di falda le concentrazioni in Cloruri e Solfati superano significativamente i limiti imposti dalla norma .

La realizzazione di una cassa di colmata dedicata ad operazioni di dragaggio in ambito portuale è da ritenersi pertanto assolutamente compatibile con le condizioni geologiche, geotecniche ed idrochimiche del sito indagato .

Dr. Geologo Stefano Casadei

