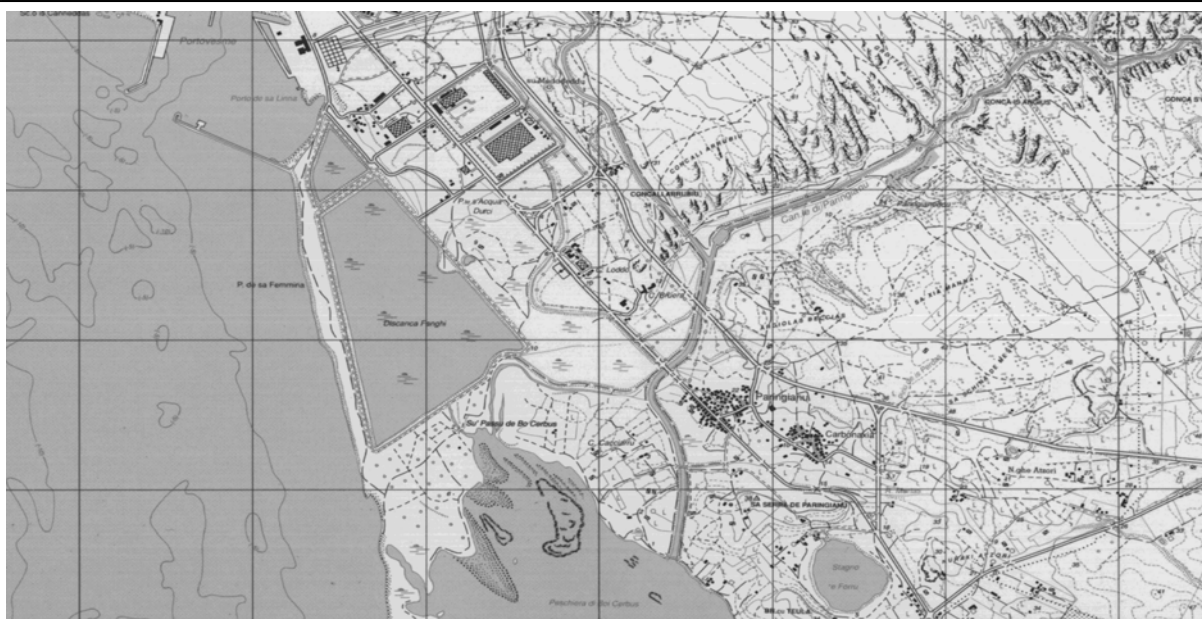


CONSORZIO PER IL NUCLEO DI INDUSTRIALIZZAZIONE DEL SULCIS-IGLESIENTE

Piano di Caratterizzazione delle aree Consortili (ai sensi del D.Lgs 152/06 e del 471/99)

**- Aree consortili e impianto di depuratore -
(Comune di Portoscuso)**



I tecnici:

Il Responsabile del Procedimento:

Ing. Adriano Aversano

Dott. Geol. Stefano Guaita

Novembre 2006

INDICE

PREMESSA	2
1. DESCRIZIONE DEL SITO	4
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
1.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO	5
1.2.1 PIANO TERRITORIALE PAESISTICO (ALLEGATO N°2).....	5
1.2.2 PIANO REGOLATORE AGGLOMERATO INDUSTRIALE (ALLEGATO N°3)	6
1.2.3 PIANO URBANISTICO COMUNALE (ALLEGATO N°4)	6
1.3 VINCOLI AMBIENTALI	7
1.4 USI ATTUALI E PREGRESSI DEL SITO	7
1.5 USO PREVISTO	8
2. CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL TERRITORIO	10
2.2. GEOMORFOLOGIA	12
2.3 CLIMA	13
2.4 GEOPEDOLOGIA	16
2.5 IDROLOGIA	18
2.6 IDROGEOLOGIA	19
2.7 INQUADRAMENTO NATURALISTICO	21
2.8 ATTIVITÀ ANTROPICHE.....	22
3. PIANO DELLE INDAGINI	26
3.1 INDAGINI PRELIMINARI	26
3.2.1 OPERAZIONI E MODALITÀ D'ESECUZIONE DEI SONDAGGI E DEI PIEZOMETRI.....	29
3.2.2 OPERAZIONI E MODALITÀ D'ESECUZIONE DEI CAMPIONAMENTI E DELLE ANALISI.....	31

Allegati:

- All.1 Corografia
- All.2 Piano Territoriale Paesistico
- All.3 Piano Regolatore Agglomerato Industriale
- All.4 Piano Urbanistico Comunale
- All.5 Carta Geologica
- All.6 Carta Idrogeologica
- All.7 Carta delle isopiezometriche
- All.8a 8b Foto pozzetti geognostici – Area depuratore –
- All.9 Foto pozzetti geognostici – Area futuro impianto depurazione falda -
- All.10 Foto pozzetti geognostici – Area futuro impianto raddoppio depuratore -
- All.11 Ubicazione dei piezometri e dei sondaggi geognostici

PREMESSA

Il presente lavoro ha come oggetto la caratterizzazione di una superficie di circa 65.000 mq di proprietà del Consorzio per il Nucleo di Industrializzazione del Sulcis-Iglesiente (C.N.I.S.I.).

Nel dettaglio la caratterizzazione dell'area verrà eseguita su un'area di circa 36.000 mq su cui sono ubicati l'impianto di depurazione consortile esistente e l'impianto di depurazione della Wahoo (Eurallumina) e su un'area di circa 6.500 mq che dovrà essere utilizzata per l'ampliamento dell'impianto di depurazione (con capacità di trattamento da 300 mc/ora a 700 mc/ora) e l'area di circa 12.500 mq per l'ubicazione dell'impianto di trattamento per la messa in sicurezza e bonifica della falda superficiale.

La caratterizzazione è stata redatta dal C.N.I.S.I., quale Ente proprietario e futuro utilizzatore del sito, nella persona del Dott. Geol. Stefano Guaita.

Il sito è inserito nell'area del Sulcis-Iglesiente dichiarata "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" con delibera del Consiglio di Ministri in data 30 novembre 1990. Per tale area è stato approvato il "Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio del Sulcis-Iglesiente" con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri, in data 23 aprile 1993. Inoltre il sito oggetto di studio rientra nella perimetrazione dei siti da bonificare di interesse nazionale, ai sensi del Decreto Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio del 12 marzo 2003.

Il presente lavoro utilizza tutte le informazioni tratte da alcuni studi precedenti eseguiti all'interno dell'agglomerato industriale di Portovesme:

- "Studio geoambientale per l'area della centrale I.G.C.C. di Portoscuso (CA)" (A.T.I. SULCIS-SONDEL) - ottobre 1999;
- "Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.M. 25 ottobre 1999, n. 471, del bacino fanghi rossi Eurallumina" (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - marzo 2002;
- "Indagini integrative suoli, acque, sedimenti, biocenosi marine" (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - dicembre 2002;
- "Studio di Compatibilità Paesistico-Ambientale dell'ampliamento del bacino fanghi rossi" (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - dicembre 2002/marzo 2003;

- "Relazione tecnica di accompagnamento alla domanda di idoneità del sito" relativa all'ampliamento verso est del bacino fanghi rossi - (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - giugno 2003;

- "Studio di Impatto Ambientale dell' ampliamento del bacino fanghi rossi" (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - settembre 2003;

- "Piano di Caratterizzazione ai sensi del D.M. 25 ottobre 1999, n. 471, dell'area consortile in località Su Stangioni (A.T.I.: A.R.T. - Golder - A.I.) - marzo 2004.

- "Integrazione al Piano di Caratterizzazione, ai sensi del D.M. 25 ottobre 1999 n. 471, di un sito ubicato all'interno di un'area consortile che il C.N.I.S.I. ha affidato alla ditta DRAVO SA- febbraio 2006.

Per la cartografia è stata utilizzato lo studio che il C.N.I.S.I. ha commissionato alla PROGEMISA per "L'indagine sistematica delle aree di cava".

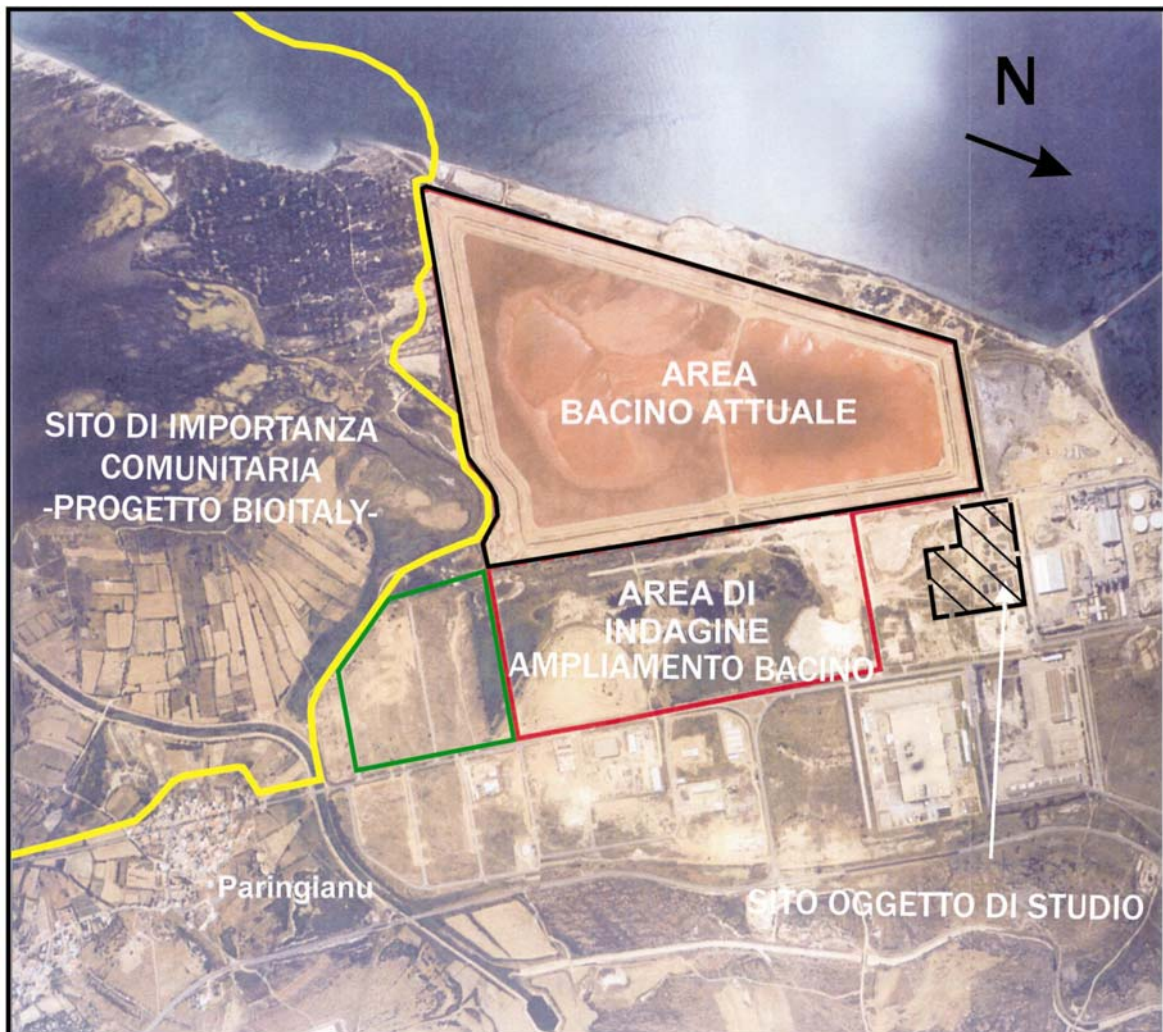


Fig.1 Foto aerea dell'area vasta (scala 1:20.000)

1. DESCRIZIONE DEL SITO

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto della nostra caratterizzazione è situata nella parte Sud-Ovest della Regione Sardegna nella neo Provincia di Carbonia - Iglesias, nel Comune di Portoscuso (Allegato n°1).

L'area è inserita nella Carta Topografica d'Italia in scala 1:25000 dell'I.G.M.I. (serie 25-edizione 1) Foglio 564 Sez. IV – Calasetta (fig 2).

Le carte tematiche sono state redatte impiegando come base la carta tecnica della Regione Autonoma della Sardegna (CTR scala 1:10.000) dalla quale sono state adoperate le seguenti sezioni:

- Foglio 564 Sezione A1 – Portovesme
- Foglio 564 Sezione A2 – Paringianu

Il bacino idrografico che racchiude l'area suddetta, è compreso tra i 39° 12' 00'' e 39° 11' 00'' di latitudine Nord e tra i 8° 24' 00'' e 8° 26' 00'' ad est del meridiano di Greenwich.

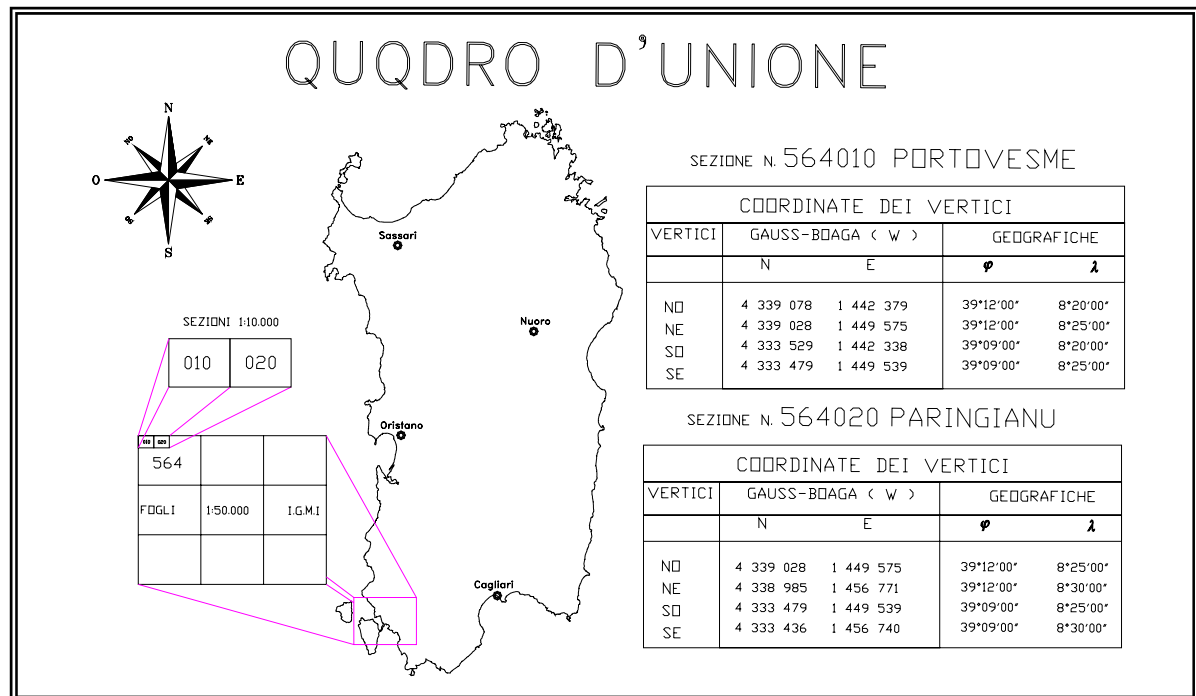


Fig. 2 Quadro d'unione

Il sito ha una quota media di 6 metri sopra il livello medio del mare, si estende ricoprendo una superficie di circa 65.000 mq, con un perimetro di circa 1.100 m confina a Nord-Est con la strada Provinciale Portoscuso-Paringianu, a Nord-Ovest con il Porto Industriale di Portovesme, a Sud-Est con l'area di ampliamento del bacino dei fanghi rossi e a Sud con con il bacino fanghi rossi

1.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Gli strumenti di pianificazione sovra comunale e comunale che interferiscono con il sito sono:

- Piano Territoriale Paesistico (P.T.P.);
- Piano Regolatore Agglomerato Industriale di Portovesme (P.R.G. Consortile);
- Piano Urbanistico Comunale (P.U.C.);
- Vincolistica gravante sul sito.

1.2.1 PIANO TERRITORIALE PAESISTICO (Allegato n°2)

Il P.T.P. °14 “Isole di S. Pietro e S. Antioco” è stato recentemente annullato dal T.A.R. Sardegna e, pertanto, non è attualmente in vigore

All'interno di tale piano l'area, così come tutto il polo industriale, ricadeva in ambito 2d. Detto ambito classifica aree antropizzate e compromesse, pur se caratterizzate dalla presenza di emergenze ambientali meritevoli di essere tutelate e preservate; in esse l'attività di trasformazione deve accompagnarsi a quella di recupero, restauro, riqualificazione.

Nei territori ricadenti in ambito 2d potevano essere autorizzati, previa verifica di compatibilità paesistico ambientale, interventi di riqualificazione produttiva, ristrutturazione ed, eventualmente, ampliamento delle attività economico – produttive preesistenti.

Tra gli usi consentiti nel territorio erano indicati quelli a fini tecnologici ed infrastrutturali ed, in particolare, la realizzazione di impianti di smaltimento controllato.

1.2.2 PIANO REGOLATORE AGGLOMERATO INDUSTRIALE (Allegato n°3)

Nel piano regolatore dell'agglomerato industriale di Portovesme, il sito in esame rientra nelle aree appartenenti all'impianto di depurazione consortile e in piccola parte nelle aree classificate come "Aree disponibili per insediamenti industriali" intorno al sito si trovano i seguenti ambiti:

- "Area di colmata fanghi rossi" a Sud e ad Sud-Est;
- "Industrie esistenti", a Nord e Nord-Est.

Nell'area vasta sono presenti tutte le categorie indicata nel P.R.G. Consortile.

1.2.3 PIANO URBANISTICO COMUNALE (Allegato n°4)

Il Piano Urbanistico Comunale è stato approvato con Deliberazione C.C. n°42 del 19/07/99 ed è articolato in 16 destinazioni d'uso. Il sito di interesse ricade in Ambito D1 (Zone Industriali). Nello stesso ambito ricadono, evidentemente, l'intero Polo Industriale e le aree in adiacenza al sito.

1.3 VINCOLI AMBIENTALI

Il sito si trova nell'area del Sulcis Iglesiente dichiarata "Area ad elevato rischio di crisi ambientale" con Delibera del Consiglio dei Ministri del 30.11.1990; per tale area, col D.P.C.M. 23.04.1993, è stato approvato il "Piano di Disinquinamento per il risanamento del Territorio del Sulcis Iglesiente".

Tutte le aree del CNISI rientrano nella perimetrazione dei siti da bonificare di interesse nazionale, ai sensi del Decreto del Ministero dell'Ambiente del 21.03.2003, per tale motivo devono essere obbligatoriamente caratterizzate.

Nell'area oggetto di indagine non grava alcuno specifico vincolo; pare comunque opportuno menzionare la presenza, lungo il confine a Sud dell'agglomerato industriale, della peschiera di Boi Cerbus nella quale è stato individuato un Sito di Importanza Comunitaria con codice (pSIC ITB000028) "Punta S'Aliga" ai sensi della direttiva "Habitat" 92/43/CEE.

1.4 USI ATTUALI E PREGRESSI DEL SITO

L'area fa parte del comprensorio costiero del Comune di Portoscuso che, alla fine degli anni 70 è stato individuato come insediamento del Polo Industriale.

Detto comprensorio, caratterizzato da depositi sabbiosi naturali degradanti verso la linea di costa, è stato profondamente modificato per rendere regolari le aree di sedime da destinarsi agli impianti industriali. Attualmente nel sito sono presenti le strade e le strutture dell'urbanizzazione primaria che era stata eseguita addietro in funzione del previsto uso industriale.

Le attività di infrastrutturazione e livellamento topografico hanno richiesto notevoli movimentazioni di terra con utilizzo sia dei materiali presenti in loco sia di materiali di provenienza esterna.

L'area oggetto di studio era parte del sistema lagunare costiero, che si estendeva anche sotto il bacino fanghi rossi, ed oggi ridotto alla sola laguna di Boi Cerbus.

Nel dettaglio l'area in esame è in parte urbanizzata dal depuratore consortile e in parte non è mai stata direttamente interessata da alcun tipo di attività ed uso specifico.

1.5 USO PREVISTO

Per le aree non ancora urbanizzate il Consorzio per il Nucleo Industriale del Sulcis Iglesiente prevede di realizzare:

- il raddoppio dell'impianto di depurazione reflui industriali: La piattaforma tecnologica di depurazione delle acque industriali ha già raggiunto la sua massima capacità di trattamento, portando già una parte delle attività produttive a non poter utilizzare al massimo il servizio di depurazione consortile, avente una capacità media di trattamento pari a 300 mc/h.. L'intervento ha come fine prioritario quello di aumentare la capacità depurativa per rispondere alle varie esigenze depurative delle aziende presenti nell'agglomerato industriale.
- un impianto di trattamento della falda superficiale: Dagli esiti del monitoraggio delle acque sotterranee condotto nell'ambito dell'elaborazione del Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio del Sulcis-Iglesiente del 1998, sembra emergere come la presenza del Polo di Portovesme sia all'origine di una diffusa e progressiva contaminazione della falda superficiale attribuibile alle numerose sorgenti di emissione di inquinanti correlate ai vari processi industriali.

Sulla base delle informazioni disponibili, riferite principalmente alla rete di controllo del competente Presidio Multizonale di Prevenzione (P.M.P.) di Portoscuso, il fenomeno della contaminazione della falda superficiale appare interessare l'intero comprensorio industriale, investendo pressoché indistintamente le aree di proprietà delle principali aziende insediate nonché quelle di proprietà del C.N.I.S.I.. Il modello concettuale d'area vasta, ricostruito nell'ambito dei vari studi ed indagini ambientali eseguiti da soggetti pubblici e privati finalizzati alla bonifica e risanamento delle pregresse situazioni di inquinamento, ha evidenziato nella prospiciente fascia marino-costiera e nella Laguna di Boi Cerbus i principali "bersagli" del trasporto dei contaminanti in falda.

Con riferimento agli obiettivi generali del Piano di Disinquinamento per il Risanamento del Territorio del Sulcis-Iglesiente e, soprattutto, in relazione agli obblighi posti in capo ai soggetti inquinatori, il Ministero dell' Ambiente ha manifestato alle varie aziende interessate nonché al C.N.I.S.I. l'esigenza di procedere

con la dovuta urgenza alle attività di messa in sicurezza della falda dell'area industriale, così come previsto dalla vigente disciplina nazionale sulla bonifica dei siti contaminati.

Al fine di razionalizzare le suddette attività, conseguire economie di scala nell'attuazione degli interventi e minimizzare i possibili effetti negativi delle opere sull'attuale equilibrio idrogeologico, le aziende hanno deciso di adottare un approccio collegiale affidandone il coordinamento al C.N.I.S.I..

In relazione all'esigenza di ricercare allo scopo competenze qualificate e multidisciplinari, il C.N.I.S.I., su delega delle aziende, ha dato incarico al Dipartimento di Georingegneria e Tecnologie Ambientali dell'Università degli Studi di Cagliari, afferente al Consorzio Interuniversitario CINIGEO, di procedere alla predisposizione del progetto preliminare e del progetto definitivo della barriera idraulica per gli interventi di messa in sicurezza e bonifica della falda.

L'area su cui dovrà essere costruito l'impianto di depurazione costituisce uno degli elementi necessari per la costruzione di un impianto di trattamento acque provenienti dall'emungimento dei pozzi costituenti la futura barriera idraulica.

2. **CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEL TERRITORIO**

2.1 GEOLOGIA

Il settore di Portovesme – Portoscuso – Paringianu, s’inserisce in un contesto geologico costituito dalla presenza di un substrato roccioso di natura vulcanica, di età Terziaria - Cenozoica (A. Assorgia et Al., 1992).

Su questo “bed-rock” poggiano in netta discordanza le formazioni superficiali Plio – Quaternarie (allegato n°5).

Dal punto di vista tettonico - strutturale questo distretto del Sulcis risulta interessato da diverse faglie relitte (non più attive) con relative associazioni di famiglie di fratture più o meno importanti. Nell’area in studio le discontinuità più importanti sono la “Faglia di Ponente” con andamento Nord-Sud, immersione ad ovest e rigetti da 40 a 100 m e la “Faglia di Paringianu” con un andamento Est-Ovest, immersione a Nord e rigetti da 20 a oltre 50m (A. Assorgia et Al., 1992).

2.1.1 Terziario- Cenozoico

I prodotti del suddetto vulcanismo sono stati individuati, classificati e suddivisi in 12 unità principali (A. Assorgia et Al., 1992), delle quali due in particolare queste risultano di nostro interesse per l’area vasta del sito:

Unità di Nuraxi (rioliti)

Si tratta di rocce massive a struttura porfirica o glomeroporfirica di colore variabile dal grigio al rosso scuro; si ritrovano in strati molto potenti (anche 200m di spessore) e molto estesi come superficie di affioramento.

Unità di Paringianu (rioliti)

Anche questa unità è costituita da rocce ignimbriche dall’aspetto massivo a struttura vitroclastica e tessitura isotropa, si rinvencono in banchi di potenza media di 10 m.

2.1.2 Plio-Quaternario

I terreni plio-quaternari sono costituiti in prevalenza da depositi sub - recenti di sedimenti detritici di origine alluvionale, lagunare e eolica, che raccordano le propaggini piroclastiche dei deboli rilievi a monte di Portoscuso e Portovesme.

Si tratta di un'area sub-pianeggiante che rappresenta la parte sommitale della colmata, solo in parte alluvionale, del gradino tettonico formato dalle faglie di Ponente e di Paringianu. Le indagini geognostiche pregresse (precedenti PdC) hanno individuato la massima profondità dei depositi quaternari in circa 40m.

I terreni che affiorano su tutta l'area di sedime delle opere in progetto, hanno una composizione granulometrica mista a scheletro prevalentemente sabbioso, anche grossolano, e matrice limosa con legante argilloso; insieme rappresentano l'eredità di antiche conoidi detritiche rimaneggiate e ridistribuite da un reticolo anastomizzante di rivoli superficiali, a formare un piccolo terrazzo pedemontano (glacis), debolmente inclinato verso l'asse del Canale Paringianu e verso la zona umida antistante, costituita da dune e lagune di retro-duna.

La successione stratigrafica che schematicamente rappresenta la formazione tipica di tutta l'area può essere così sintetizzata:

- Enti Suoli. Costituiscono la copertura di alterazione superficiale della successione detritica, hanno spessori variabili da 0,5 – 1,0 m con scheletro costituito da elementi compresi nella granulometria delle sabbie medi, con subordinate sabbie grosse; presentano un orizzonte organico di colore marrone- chiaro ed un orizzonte eluviale in cui si accumulano le frazioni fini limoso-argillose.

- Depositi di ambiente di transizione, costituiti da sabbie di colore variabile dal grigio al nocciola, con subordinati livelli limo argillosi e limo sabbiosi. Le sabbie si presentano medio fini, debolmente coerenti per la presenza di matrice limo argillosa e localmente con livelli cementati. Sono presenti intercalazioni lentiformi a resti algali e ricche in fossili. I subordinati livelli argillosi e limo argillosi hanno anch'essi geometria lentiforme e spessori variabili dai pochi decimetri a 3 – 4 metri.

Localmente si ritrovano, interdigitati ai depositi precedenti, lenti ghiaiose di facies fluviale. Complessivamente i depositi quaternari, come risulta dai sondaggi profondi eseguiti nelle aree limitrofe, hanno circa 40 metri di spessore.

2.2. GEOMORFOLOGIA

La piana costiera sulla quale insistono il centro abitato di Portoscuso, e la zona industriale di Portovesme, fino al corso d'acqua Rio Paringianu è di chiara impostazione tettonica e risulta costituita dai depositi detritici quaternari rimodellati dall'ambiente morfogenetico di transizione marino - fluvio – palustre.

Le spiagge, formatesi in questa area sono tipiche di ambienti a bassa energia, presentano bassi angoli di inclinazione nel profilo della spiaggia (inferiori a 10 gradi) e dislivelli tra le due berme di massimo 20÷40cm.

Dietro le spiagge, si estende un cordone dunale, con annessa la zona umida costituita da aree paludose e da stagni tra cui la laguna di Boi Cerbus.

Quest'ultima si è formata in conseguenza dello sbocco a mare del Rio Flumentepido, del quale è sempre stata il naturale livello di base. Questo tipo di foce è classico di ambienti idrodinamici di bassa energia, in cui dominano gli apporti idrici continentali su quelli marini, ed in cui la presenza di una piattaforma continentale molto estesa e di debole pendenza determina il ristagno dei sedimenti.

Di fatto la piattaforma favorisce il deposito ed il rimaneggiamento dei sedimenti lungo la costa, con la conseguente ridistribuzione e accumulo in cordoni, dune e barre litoranee. Spostandosi verso il centro abitato di Paringianu si ha una variazione dei depositi che passano da facies di ambiente marino a facies tipicamente fluviali, questo dovuto alla presenza della conoide di sbocco vallivo del Rio Flumentepido (Canale Paringianu) e della sua foce. Tutta la piana risulta fortemente influenzata dai vari rimaneggiamenti antropici dovuti agli insediamenti industriali.

Data la natura detritica grossolana di terreni, non esiste un reticolo idrografico naturale ben definito, bensì dei canali di cemento dovuti all'urbanizzazione primaria dell'area industriale. Tutti i processi geomorfologici dovuti al ruscellamento superficiale risultano quindi o interrotti o molto attenuati da questi drenaggi canalizzati che in alcuni casi sono addirittura la fonte di ristagni ed allagamenti con conseguente infiltrazione localizzata delle acque meteoriche.

La evidenza dell'antropizzazione si ha nei Bacini dei fanghi rossi che hanno obliterato le dolci forme dunali e le retrostanti zone umide e nella interruzione del naturale alveo del corso d'acqua Rio Flumentepido, che risulta deviato in un canale artificiale di cemento che verge a sud-est.

2.3 CLIMA

2.3.1 Temperatura, precipitazioni e venti

Le serie storiche di temperatura e precipitazioni sono relative alla stazione di Portovesme. Questa è interessata dall'isoterma annua di 16,98°C, il mese più freddo è Gennaio con valori medi di 11,05°C, mentre, quelli più caldi, risultano essere Luglio e Agosto con valori medi di 24,05°C; l'escursione termica annua è di 13,0°C. (medie su un periodo di 15 anni).

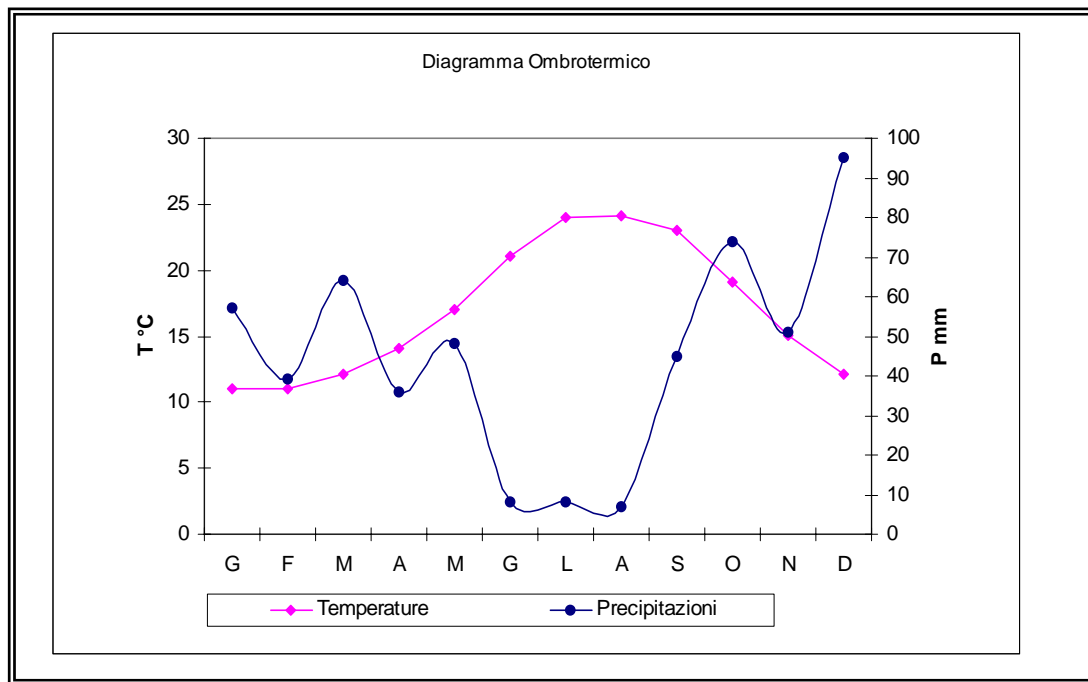


Fig. 3 Diagramma ombrotermico della stazione di Portoscuso

L'area d'influenza del topoiato Portoscuso è caratterizzata da una isoietà annua di 532,65 mm di pioggia, con il mese più piovoso rilevato nel mese di Dicembre avente una precipitazione media di 95,09 mm e il mese più secco Luglio, con 7,04 mm (medie sugli ultimi 70 anni).

La stagione piovosa inizia, in media, in lieve anticipo con brevi precipitazioni nell'ultima decade d'Agosto, per aumentare regolarmente nei mesi successivi.

Se si fa eccezione per i periodi prettamente secchi (giugno, luglio e agosto), il regime pluviometrico presenta, una distribuzione stagionale delle precipitazioni abbastanza regolare, le quali hanno carattere temporalesco e breve durata.

Le direzioni predominanti dei venti sono quelle del III e IV quadrante, nei quali le frequenze maggiori vengono registrate nei venti di NW , per quelli di gradiente; sempre il III e IV quadrante vedono predominante la frequenza del vento di W SW, soprattutto d'estate, poiché da questa direzione proviene la brezza di mare.

2.3.2 Classificazione del clima

Le caratteristiche climatiche peculiari dell'area possono essere valutate attraverso l'utilizzo degli indici climatici proposti da vari autori, nelle classificazioni di seguito utilizzate.

Classificazioni di Thornthwaite

Nella tabella che segue sono riportati i parametri utilizzati per dare la classificazione dei climi secondo Thornthwaite:

	Ia	Iu	Im	Epa	ETE	Tipo climatico
Portoscuso	29,08	0	-29,08	849,3	45,74	C ₁ B ₂ 'da'

dove Epa, Ia, Iu ed Im sono, rispettivamente, l'evapotraspirazione potenziale annua, l'indice di aridità, l'indice di umidità e l'indice di umidità globale.

Il parametro ETE (efficacia termica estiva) rappresenta l'aliquota d'evapotraspirazione potenziale annua nei tre mesi estivi, espressa in percentuale.

Dalla classificazione di Thornthwaite si delinea un tipo climatico da subumido a subarido, senza eccedenza idrica in inverno e secondo mesotermico.

Classificazione di Koopen

Secondo la classificazione termica di Koopen (1936) modificata da Pinna (1977), si ha un clima temperato nella stazione di Portoscuso in cui si registrano meno di quattro mesi con temperature superiori ai 20°C e meno di quattro mesi con temperature inferiori ai 10°C.

Secondo Koopen (1918), si classifica più generalmente il clima di tutta l'area in studio come temperato (mesotermico) umido, con estate secca e molto calda (Csa).

Classificazione di Zenker

Il carattere di continentalità può essere espresso tramite il coefficiente K di Zenker (1988) dato dalla relazione

$$K = 100 \cdot A / \phi$$

dove ϕ è la latitudine e A l'escursione termica annua; K risulta uguale a 33,33 confermando una forte influenza del mare sul clima locale.

Classificazione di De Martonne

Con l'indice di De Martonne A (1941) si definiscono i gradi di aridità e umidità annui; A è dato da

$$A = P_{annua} / (T_{media\ annua} + 10)$$

da cui si ottiene il valore di 19,70 che corrisponde ad un clima semiarido di tipo mediterraneo.

2.4 GEOPEDOLOGIA

In un'area dalle caratteristiche naturali di ambiente idromorfo e salso, come quello in cui ricade l'area di nostro interesse, in cui si ha come caratteristica la presenza di falde superficiali con naturale affioramento della superficie piezometrica in livelli di base quali stagni e pozze e aree paludose, il processo geopedologico prevalente è rappresentato dall'accumulo di sali per mancanza di drenaggio, per contro nelle aree in cui si sono impostate le dune e i cordoni, allora si passa ad ambienti ben drenati, con scarsa presenza d'acqua e drenaggio eccessivo.

Con il metodo di Thornthwaite si può stimare sulla base dei dati termopluviometrici, il bilancio idrico di una data area, basandolo essenzialmente sulla determinazione della evapotraspirazione reale in funzione della evapotraspirazione potenziale calcolata per ogni mese dell'anno.

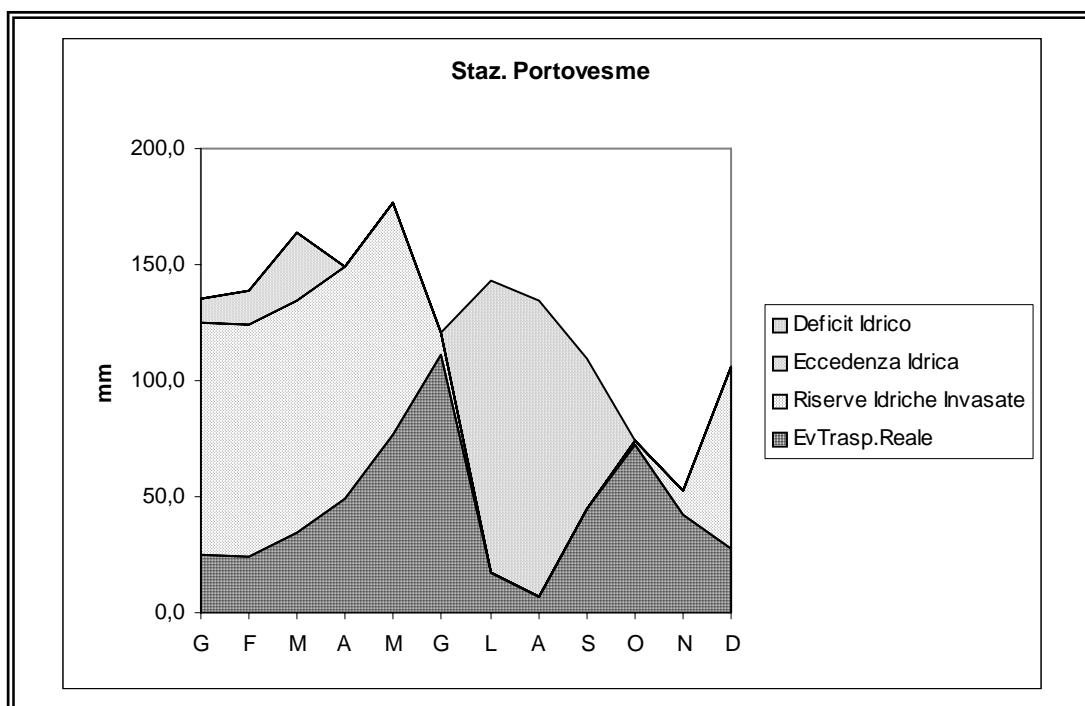


Fig. 4 Diagramma del bilancio idrico dei suoli

Sono presenti i suoli tipici delle zone alluvionali e di ambiente di transizione con morfologie da sub-pianeggianti a pianeggianti. I suoli che si impostano nelle zone idromorfe sono in prevalenza Typic Salorthids e subordinati Fluvaquents.

Questi suoli hanno un'evoluzione non molto spinta, profondi, poco o nulla permeabili con scarsa componente organica e saturi in basi, la tessitura è da franco-sabbioso argillosa in superficie a franco argillosa in profondità, sono caratterizzati da profili A – Bt – C E A – Btg – Cg, ossia con orizzonti argillici ben evidenziati. (Typic, Acquic). A tratti possono essere cementati per la presenza di ferro, alluminio e silice in relazione alla minore o maggiore età del suolo stesso. Presentano un eccesso di scheletro e un drenaggio difficoltoso che ne limita la vocazione all'uso agricolo. La permeabilità è condizionata dalla illuviazione di materiali argillici, spesso, dall'eccesso di sodio nel complesso di scambio.

I suoli che si impostano sulle aree ben drenate sono costituiti da Typic ed Acquic Xeropssamments e subordinati Xerochrepts, profondi, molto permeabili con scarsa componente organica e saturi in basi, da sabbiosi a sabbioso franchi presentano tipicamente profili A-C.

La classe di capacità d'uso (land capability classes) dei primi è VIII, per i secondi II-III-VIII, come attitudine per entrambi (land utilization) si consiglia la preservazione ed il ripristino dell'ambiente naturale.

2.5 IDROLOGIA

Un attento esame dei caratteri morfologici di un bacino idrologico è indispensabile nella ricostruzione di un modello idrogeologico che espliciti in maniera verosimile le condizioni reali caratterizzanti i percorsi delle acque superficiali e sotterranee. Come già accennato in precedenza, tutta l'area industriale di Portovesme ha subito una sensibile trasformazione della morfologia superficiale, obliterando le forme ed i processi geomorfologici naturalmente presenti.

Il settore di cui si tratta, presenta un pattern idrografico poco sviluppato e di tipo subdendritico; la bassa densità di drenaggio rispecchia la generale diffusione in tutto il bacino di terreni con buone caratteristiche di conducibilità idraulica.

Il reticolo subdendritico indica un certo controllo strutturale dei deflussi idrici i quali risultano impostati lungo le direttrici tettoniche principali. Come si può notare dalla corografia questo pattern idrografico, solo in parte è ancora naturale ma nella maggior parte risulta imbrigliato e regolarizzato con un sistema di canali e di fossi di raccolta posti a margine della rete viaria esistente, i quali non sempre drenano verso il reticolo principale o verso il mare. In alcuni casi le cunette stradali non consentono il deflusso delle acque meteoriche che si infiltrano nei terreni circostanti. Tutto il pattern, compreso il Canale Paringianu, risultano tributari della Laguna di Boi Cerbus, ubicata a circa 350 metri dalla zona di indagine la quale costituisce anche un livello di base per il deflusso delle acque superficiali. Le acque della laguna, di scarsa profondità e modesto volume, risentono degli apporti idrici continentali del Canale Paringianu e sono in diretta connessione con il mare attraverso una sezione di scambio pari a 1,5 Km.

Data la natura monotona dei terreni affioranti, la loro morfologia pressoché tabulare e le caratteristiche di permeabilità omogenee, non esistono condizioni particolari per cui il deflusso superficiale possa creare situazioni imprevedibili e pericolose dal punto di vista idraulico; in generale le acque meteoriche defluiscono con una certa tranquillità e regolarità, sia superficialmente che in sottterraneo con destinazione di sensibili aliquote delle precipitazioni a favore della ricarica degli acquiferi.

2.6 IDROGEOLOGIA

L'acqua che riesce ad infiltrarsi nel terreno dalle zone di ricarica, percorre nel sottosuolo un itinerario determinato dalle caratteristiche idrogeologiche delle rocce che attraversa. Una di queste caratteristiche, la permeabilità, è il parametro di cui abbiamo tenuto conto, per classificare i terreni riguardano la nostra area (allegato n°6); secondo questa distinguiamo i complessi litoidi Terziario-Cenozoici dalle coperture sedimentarie quaternarie.

Una stima indicativa di questo parametro è stata possibile attraverso lo studio idrologico quantitativo fatto su tutto il territorio, in particolare attraverso l'interpretazione delle densità di drenaggio; una valutazione più dettagliata è stata operata, per i depositi alluvionali quaternari, con delle prove in situ tratte da letteratura.

2.6.1 Complesso litoide a permeabilità Medio Alta

E' costituito dai lembi riolitici delle Unità di Nuraxi e di Paringianu che appaiono dotate di una buona permeabilità secondaria per fessurazione come palesato da una produttività elevata rispetto ai deboli spessori ed alle limitate superfici affioranti. I corpi riolitici si presentano, a larga scala, molto disturbati da discontinuità strutturali, sulle quali, come già detto, si sono impostati i deflussi superficiali; a piccola scala, risultano praticamente impermeabili, se non nelle immediate vicinanze delle suddette discontinuità, caratterizzate da fasce cataclastiche.

Le fasce suddette, sono però caratterizzate dall'abbondante presenza di matrici argillose che rendono la permeabilità risultante media, infatti, si può verificare che in una zona a permeabilità più alta (rispetto al caso) per fratturazione, l'acqua subisca un rallentamento, dovuto alla fascia milonitizzata, che genera un effetto tamponante, comportandosi come un acquifero permeabile per porosità.

Dove i residui dell'alterazione dell'idrolisi dei minerali, non sono predominanti all'interno delle fratture, le acque trovano delle vie di deflusso preferenziali che intersecando la superficie topografica generano delle risorgive (sorgenti per limiti di permeabilità indefinita).

Queste risorgive sono quasi sempre di piccola entità e secche per la maggior parte dell'anno.

Altre zone, in cui si ha una riduzione drastica della permeabilità, si hanno in corrispondenza di livelli tuffitici, i quali, si presentano con materiali fini più abbondanti addensati e poco coerenti.

2.6.2 Complesso sedimentario a permeabilità Medio Alta

I depositi superficiali del quaternario costituiscono una coltre di ricoprimento più o meno continua, su tutta la piana. Il fatto che la coltre suddetta sia continua implica dal punto di vista della permeabilità, che si comporti in modo omogeneo come un unico acquifero. I depositi della fascia costiera attuale, cioè la spiaggia, le dune e la zona di retro-spiaggia hanno una permeabilità che varia da alta a bassissima procedendo dal mare verso l'interno. La zona di retro-duna costituita da depositi argilloso-limosi, compie un effetto tamponante nei confronti delle acque superficiali (fino a un metro di profondità), generando delle zone di ristagno superficiale (stagni retro-dunari).

Nell'area di indagine in particolare è presente un acquifero superficiale costituito da sabbia e subordinati livelli limosi. Esso è sede di una falda libera la cui quota media è di circa 2,5 metri s.l.m.m.. I depositi costituenti l'acquifero hanno una permeabilità presunta stimata in letteratura dell'ordine di $1 \times 10^{-2} - 1 \times 10^{-3}$ m/s.

L'assenza di livelli impermeabili continui determina la presenza di un unico acquifero libero come è testimoniato dai rilievi piezometrici eseguiti nell'area. La base dell'acquifero è costituita dal tetto delle rocce vulcaniche che ne costituiscono anche un limite di permeabilità.

Nel corso del presente studio, in piena estate, il livello della falda si è stabilizzato a profondità media di circa 2,5 metri sotto il piano di campagna di conseguenza la falda non interferisce con le opere in progetto.

L'andamento generale della piezometrica, ricostruito a partire dai rilievi eseguiti in vari Pdc, è ben rappresentato nell'allegato n°7 e conferma i dati acquisiti dall'esecuzione dei sondaggi geognostici.

Vi è inoltre da sottolineare come l'andamento generale sia in accordo con l'ipotesi che le aree di ricarica siano nella porzione immediatamente a nord-nord-

ovest del sito, cioè coincidono con l'area industriale di portovesme. Non risulta una evidenza di apporti laterali dal bacino dei fanghi rossi.

2.7 INQUADRAMENTO NATURALISTICO

2.7.1 Vegetazione

Facendo riferimento alla zonizzazione altitudinale della Sardegna (Chiappini), il sito rientra nel cosiddetto Piano Basale, nell'Orizzonte Mediterraneo; lo stadio di climax di riferimento è l'Oleo-Ceratonium costituito da sclerofile sempreverdi e termoxerofile litoranee.

All'interno del sito, a seguito del disturbo antropico intervenuto a modificare l'originario stato dei luoghi, si rinvencono prevalentemente le seguenti tipologie di vegetazione naturaliforme.

- Vegetazione Ruderale e Degradata a Gariga, predominante nell'area di indagine di transizione tra le aree industriali e quelle seminaturali e coltivate. È formata dall'associazione di specie erbacee non inquadrabili in una precisa associazione fitosociologica.
- Vegetazione Igrofila. È rappresentata dagli Ordini Juncetalia e Phragmitalia. Le formazioni a Giuncheto sono presenti nelle aree a S del Bacino Fanghi Rossi, nella vecchia foce del Rio Paringianu ed in vicinanza delle sponde lagunari. I phragmiteti dominano lungo la sponda E della laguna, lungo alcuni tratti del canale Paringianu e nelle zone di ristagno presenti lungo i confini N ed E dell'area in esame.
- Vegetazione Alofitica degli Stagni Costieri, rappresentata dall'Ordine Arthrocnemetalia. Si rinviene tra il confine W dell'area in studio ed il confine S del Bacino Fanghi Rossi, lungo il paleoalveo del Rio Paringianu e nelle sponde lagunari.

2.7.2 Ecosistemi

Il sito di indagine e le aree immediatamente adiacenti sono interessate dai seguenti ecosistemi:

- Ecosistema delle aree umide. Coincide con le aree umide residuali localizzate a S del Bacino Fanghi Rossi e nello “Stagno ‘e Forru”. Tali zone umide sono in stretta continuità ecologica con quelle lagunari. L’ambiente è di tipo lentico con acque poco profonde. Nonostante la ricchezza specifica ed il pregio della popolazione avifaunistica presente l’ecosistema delle aree umide risulta pesantemente compromesso dalle attività antropiche presenti nell’area vasta.
- Ecosistema seminaturale. L’area di interesse è interessata completamente da questo ecosistema, presente anche nelle aree limitrofe al polo industriale interessate da vegetazione a gariga ed in stato di degrado ed in corrispondenza delle aree di imboscamento a *Pinus* sp. ed *Eucaliptus* sp. Il valore intrinseco di questo ecosistema può considerarsi scarso, in relazione alla forte pressione antropica.
- Ecosistema antropico. Comprende le aree edificate e le aree industriali. L’ecosistema antropico interessa ambienti profondamente modificati dall’uomo nei quali le componenti naturali sono assenti o ridotte al minimo, con valori di diversità, naturalità e rarità piuttosto bassi. La fauna è costituita da specie comuni, invasive o infestanti caratterizzate da capacità di adattamento ai frequenti cambiamenti apportati dalle attività umane.

2.8 ATTIVITÀ ANTROPICHE

Di seguito si dà una breve descrizione delle attività antropiche in essere nell’area vasta del sito.

2.8.1 Attività estrattive

Tra le cause di inquinamento non possono essere trascurate le mineralizzazioni naturalmente presenti nell’intero comprensorio del Sulcis e le attività di coltivazione

poste a monte dell'area in esame (Nuraxi Figus – Serucci) nonché il ruolo del porto industriale interessato dal transito dei minerali.

Cause del generale stato di diffuso inquinamento sono quindi:

- la dispersione eolica dei metalli naturalmente presenti negli strati superficiali di terreno;
- la diffusione eolica dalle discariche minerarie;
- la movimentazione dei minerali stoccati.

2.8.2 Attività industriali

L'agglomerato industriale di Portovesme comprende i seguenti insediamenti industriali:

- Portovesme s.r.l.
- ENEL.
- Eurallumina
- Alcoa
- I.L.A.

Portovesme s.r.l.

Negli stabilimenti della Portovesme (ex Enirisorse) si producono, attraverso diversi cicli produttivi, Piombo, Cadmio, acido solforico, Mercurio metallico.

I rifiuti prodotti sono costituiti da oli esausti, scorie di forno, fanghi paragonetite, scorie Waelz – Kw – Is.

Le emissioni sono rappresentate da polveri, Piombo, Zinco, anidride solforosa.

ENEL

Nel sito sono presenti due centrali Enel per la produzione di energia elettrica, denominate rispettivamente “Sulcis” e “Portoscuso”.

Nella centrale “Sulcis” si utilizzano, quali combustibili, olio combustibile BTZ (contenente tenori in zolfo pari al 0,9%), carbone importato (contenente tenori in zolfo pari al 0,7%), carbone proveniente dalle miniere del Sulcis (contenente tenori in zolfo pari al 6%).

I rifiuti prodotti consistono in ceneri leggere, da solfato di calcio, terre miste a ceneri, ferro e acciaio, materiali da costruzione e da demolizione.

Nella centrale “Portoscuso”, invece, per la produzione di energia elettrica si utilizza la combustione del GPL, dando luogo a rifiuti composti da ceneri pesanti, ceneri, scorie e polveri da combustione, rifiuti oleosi.

Per entrambe le centrali le emissioni sono rappresentate da anidride solforosa, ossido di azoto e polveri.

EURALLUMINA

Lo stabilimento Eurallumina, a partire dalla bauxite, produce Allumina (Al_2O_3) la quale è un prodotto intermedio per la produzione di alluminio.

Le materie prime utilizzate sono, principalmente, bauxite e soda caustica (NaOH) e, a seguire, acqua, calce, olio combustibile (contenente zolfo al 3 %).

Il prodotto finale è l'allumina calcinata.

I rifiuti di lavorazione sono costituiti essenzialmente dai cosiddetti “fanghi rossi” e dalle sabbie di processo.

Le emissioni in atmosfera sono rappresentate da polveri, ossidi di azoto e anidride solforosa.

ALCOA

L'ALCOA produce Alluminio primario per mezzo dell'elettrolisi dell'Allumina.

Le materie in ingresso nel processo sono, in primo luogo, l'Allumina e secondariamente criolite (Na_3AlF_6), fluoruri di Al e Ca, coke di petrolio, pece, coke metallurgico, olio combustibile BTZ e olio combustibile fluido contenente zolfo al 1%. Gli scarti di lavorazione sono rappresentati da polveri, soole di carbone e resti delle demolizioni delle celle elettrolitiche, ferro, acciaio e alluminio.

Le emissioni sono costituite da polveri, fluoro, sostanze organiche e anidride solforosa.

I.L.A.

Nello stabilimento I.L.A. si producono laminati di alluminio mediante il processo di fusione di Alluminio primario (prodotto dalla ALCOA), di sfridi di lavorazione interni, rottami.

Le materie prime utilizzate sono Alluminio primario solido, ricircoli di fonderia, leghe madri, olio di laminazione, combustibili BTZ E GPL.

I rifiuti di lavorazione sono formati da terre filtranti, rifiuti urbani misti, rifiuti di materiale da costruzione e demolizione, rifiuti stabilizzati, Ferro e Acciaio.

Le emissioni sono costituite da polveri e sostanza organiche volatili.

3. PIANO DELLE INDAGINI

3.1 INDAGINI PRELIMINARI

Lo studio preliminare è stato condotto attraverso l'esecuzione di 26 POZZETTI esplorativi ricadenti all'interno di altrettante maglie quadrate di lato 50 m x 50 m.



Fig. 5 Ubicazione pozzetti esplorativi

In particolare:

- le maglie numerate dal 1 al 13 appartengono all'area del depuratore consortile (allegato 8a e 8b);
- le maglie numerate dal 16 al 19 e dal 29 al 30 appartengono all'area destinata al raddoppio dell'impianto di depuratore consortile (allegato 10);
- le maglie numerate dal 14 al 15 appartengono all'area dell'impianto wahoo (allegato 8b);

- le maglie numerate dal 24 al 28 appartengono all'area destinata all'impianto di trattamento della falda (allegato 9);

I pozzetti hanno permesso di elaborare la ricostruzione stratigrafica del sito e di valutare grossolanamente la non presenza di materiali inquinanti.

Nei pozzetti esplorativi la quota di scavo è stata spinta sino ad una profondità di circa 3,0 metri dal piano di campagna.

Gli scavi hanno messo in evidenza (vedi allegato fotografico 8a, 8b, 9 e 10) uno strato superficiale, con spessore variabile da qualche centimetro sino a circa 40 cm, di terreno di riporto di varia natura, seguito da un livello successivo di sabbie pulite con varie intercalazioni argillose.

I pozzetti hanno inoltre permesso di intercettare la falda superficiale e confermare la tendenza delle isofreattiche (allegato n°7).

3.2 ATTIVITA' DI INDAGINE

La metodologia operativa che si propone, in termini di modalità e densità di campionamento, consiste nel suddividere la totalità dell'area da caratterizzare di circa 65.000 mq in n° 26 maglie 50 x 50 mt (allegato 11):

$$\text{N° maglie} = 65.000 \text{ mq} / 2500 \text{ mq} = 26 \text{ maglie}$$

L'attività di indagine viene quantificata in:

- N° 26 sondaggi ambientali di lunghezza pari a circa 3 m, che indagheranno la parte superficiale costituita da materiale di riporto e da sabbie;
- N° 78 campionamenti (n° 3 per sondaggio) di terreno;
- N° 78 Analisi chimiche del terreno sui seguenti parametri: Fluoruri, Al, As, Cd, Cr tot., Fe, Hg, Ni, Pb, Se, Cu, V, Zn, benzo(a)antracene, benzo(a)pirene, benzo(B)fluorantene, pirene, sommatoria IPA, idrocarburi C<12 e C>12, benzene, etilbenzene, stirene, toluene, xilene;
- Le analisi dei campioni di suolo risultanti dai sondaggi dovranno essere effettuate sulla frazione granulometrica passante per il vaglio dei 2 mm e ad essa soltanto riferiti i dati analitici con cui effettuare il confronto con i valori limite del D.M. 471/99;
- In n°3 dei campioni superficiali (top soil) che interessano i primi 0-10 cm si dovranno ricercare diossine, furani ed amianto (qualora si evidenzi la presenza di contaminazione l'analisi dovrà essere estesa sino ad interessare la totalità dei sondaggi);
- N° 6 piezometri di profondità pari a circa 5 mt, eseguiti approfondendo ed alesando il foro di 3 sondaggi ambientali precedentemente eseguiti;
- N° 6 campionamenti di acqua di falda superficiale, nelle analisi chimiche dell'acqua dovranno essere ricercati, oltre agli analiti previsti per i suoli, anche il benzene, etilbenzene, stirene, toluene, xilene.

3.2.1 Operazioni e modalità d'esecuzione dei sondaggi e dei piezometri

Le attrezzature ed i macchinari utilizzati nelle operazioni di perforazione dovranno essere di potenza e caratteristiche funzionali, adeguate a garantire che lo svolgimento delle attività stesse corrispondano ai criteri qui indicati:

- eseguire manovre di perforazione di dimensioni omogenee, al fine di evitare l'immissione di contaminanti dalla superficie a profondità maggiori;
- procedere nella perforazione sostenendo le pareti del foro mediante una tubazione di rivestimento provvisoria (camicia in acciaio);
- approfondire il rivestimento al procedere della perforazione (perforazione a seguire)

In nessun caso dovranno essere utilizzati fluidi per la perforazione.

Particolare attenzione dovrà essere posta durante la perforazione, al fine di garantire un'adeguata conoscenza degli eventuali processi di diffusione di sostanze contaminanti.

In galleggiamento alla superfici dell'acquifero, i fori di sondaggio dovranno essere spinti fino alla profondità corrispondente alla zona di oscillazione della falda, se raggiungibile.

I sondaggi saranno eseguiti mediante carotaggio continuo a rotazione a secco con carotiere $\Phi=101$ mm e colonna di manovra a seguire $\Phi =127 - 152$ mm. Quelli da attrezzare a piezometro saranno realizzati ugualmente a carotaggio continuo a rotazione a secco con carotiere $\Phi =101$ mm e colonna di manovra a seguire $\Phi =127$ mm ed alesati successivamente con diametro $\Phi = 177$ mm. Il completamento dei piezometri verrà realizzato mediante tubi ciechi e filtri in PVC (Φ int. 103,4 mm, Φ est 120 mm, spessore 5,3 mm).

Nell'intercapedine tra il foro/tubo, verrà realizzato un manto drenante con ghiaietto lavato ($\Phi = 2 - 6$ mm) da circa 1 m sopra il "top" del tratto filtrato sino a fondo foro.

Nella parte superiore al dreno, fino al p.c. sarà quindi effettuata la cementazione con malta cementizia di densità 1,8 Kg/l, per isolare il manto drenante ed evitare l'eventuale infiltrazione e percolazione d'acque dalla superficie. La parte basale del tubo sarà chiusa con un tappo avvitato e in superficie sarà inoltre sistemato un

chiusino metallico protettivo, carrabile o fuori terra, munito di coperchio con lucchetto.

Preliminarmente al campionamento, si dovranno eseguire le operazioni di spurgo dell'acqua presente nei piezometri, che costituisce una matrice non rappresentativa della qualità delle acque sotterranee.

Per eseguire tale operazione si utilizzano delle piccole pompe sommerse di portata non superiore ai 10 l/min, per evitare il trascinamento di materiale fine che intorpidirebbe l'acqua. Tali manovre devono continuare sino all'eliminazione di 3-5 volumi d' acqua contenuta nel pozzo.

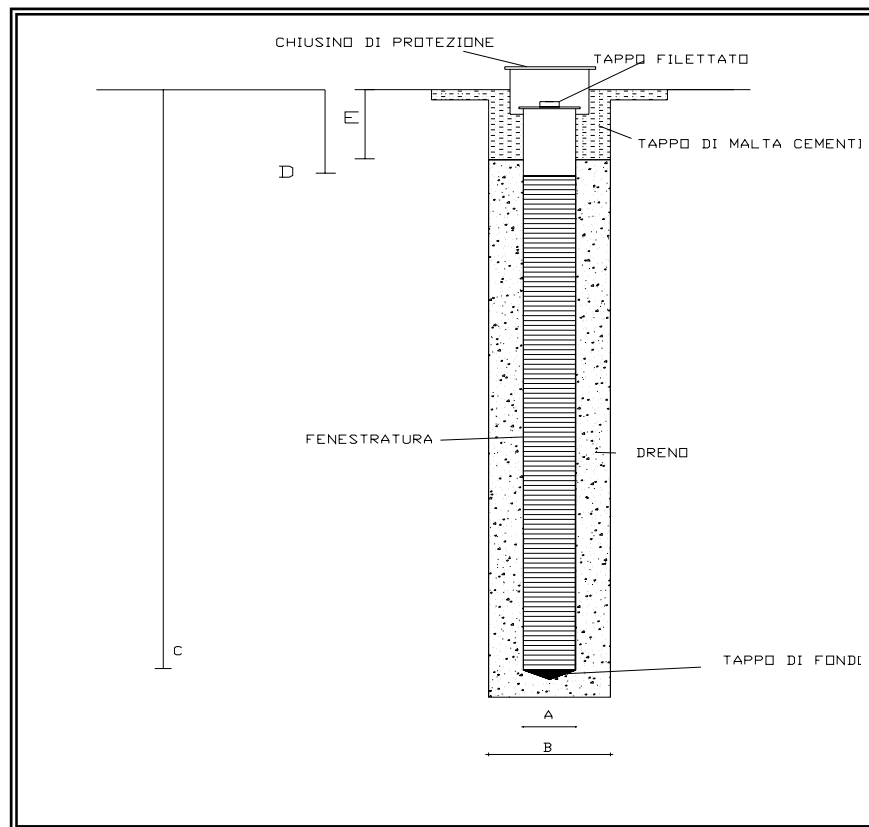


Fig. 6 Specifica tecnica Piezometri

3.2.2 Operazioni e modalità d'esecuzione dei campionamenti e delle analisi

Il Prelievo di campioni di terreno e le successive analisi chimiche avverranno attraverso la realizzazione di n°26 sondaggi a carotaggio continuo per una profondità media di 3 metri dal piano di campagna. Nel caso in cui si riscontrino tracce evidenti di inquinamento, la perforazione verrà spinta a profondità maggiori sino al raggiungimento di un livello di terreno “apparentemente non contaminato”.

Per ciascun sondaggio si ritiene sufficiente, vista l'esigua profondità della falda dal piano di campagna e l'uniformità della litologia in esame, il prelievo di 3 campioni puntuali da prelevare in corrispondenza dello strato superficiale, intermedio e a fondo foro; su questi successivamente verranno eseguite le analisi di laboratorio. I campionamenti dei singoli carotaggi verranno aumentati in caso ci siano evidenze di contaminazione nei prelievi.

Pertanto, dal sondaggio, i campioni dovranno essere formati come segue:

- campione 1(superficiale): da 0,0 a -1,0 metri dal piano campagna;
- campione 2 (intermedio): da -1,0 a -2,0 metri dal piano campagna;
- campione 3 (fondo foro): da -2,0 metri sino al livello che comprenda la zona di fluttuazione della falda.

L'attività d'indagine prevede un numero complessivo di campionamenti pari a n° 78. Ogni campione è suddiviso in due aliquote, una per l'analisi, da condurre ad opera dei soggetti privati, ed una a disposizione dell'ente di controllo.

Le tecniche di campionamento per la matrice sottosuolo consistono nel prelievo di un campione che sia il più rappresentativo possibile delle caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche degli orizzonti attraversati ed indicatore dell'eventuale presenza di sostanze inquinanti.

Per questo motivo il carotaggio verrà eseguito tramite idonea sonda con metodi di perforazione a rotazione con diametro 101 mm a secco senza fluido, usando un carotiere in grado di prelevare dei campioni indisturbati e di evitare i fenomeni di surriscaldamento.

Il prelievo dei campioni dovranno essere effettuati evitando la diffusione di un'eventuale contaminazione nell'ambiente circostante e del terreno campionato, verificando anche l'assenza di perdite di oli, lubrificanti e altre sostanze dai

macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento.

Durante le singole fasi delle operazioni sopra descritte, il personale deve essere dotato di tutto il materiale di sicurezza opportuno, secondo quanto prescritto dalle normative in materia di sicurezza.

Dopo ogni gradino di perforazione dal carotiere verrà estratto il terreno raccolto che sarà sistemato in una cassetta catalogatrice che permetta l'alloggio delle carote prelevate senza disturbarne la posizione stratigrafica.

Tale contenitore dovrà essere di un materiale idoneo ad evitare la contaminazione dei campioni prelevati, preferibilmente polietilene (PE).

Dalla carota estratta dal carotiere, disposta nelle cassette catalogatrici, si potrà ricostruire la colonna stratigrafica del terreno perforato.

Le attività sopracitate dovranno essere verificate da un tecnico specializzato, il quale provvederà ad annotare la descrizione del materiale recuperato ed i caratteri stratigrafici principali; i dati così raccolti potranno essere eventualmente integrati con documentazione fotografica.