

Allegato A26

Procedure di  
Caratterizzazione e Bonifica  
ai sensi del *D.M.471/99*:  
Relazioni Tecniche,  
Notifiche e Autorizzazioni.

**ELENCO DOCUMENTI ALLEGATI**

La Centrale di Fiume Santo è rientrata nella perimetrazione del sito di bonifica di interesse nazionale dell'area industriale di Porto Torres (D.M. 07/02/2003) e nel corso del 2003 è stato avviato il Piano di Caratterizzazione dell'intera area di *Centrale*, approvato il 22/06/2004.

Nel seguito si riportano i seguenti documenti:

- Notifica interventi di Messa in Sicurezza d'Emergenza dell'episodio di sversamento dell'Orimulsion del 09/02/2000 (Episodio Orimulsion);
- Piano di Caratterizzazione del Sito a seguito dell'Episodio Orimulsion;
- Approvazione Piano di Caratterizzazione del Sito a seguito dell'episodio Orimulsion;
- Notifica interventi di Messa in Sicurezza d'Emergenza dell'episodio di infiltrazione di acque contaminate da oli nelle acque di raffreddamento (Episodio acque oleose);
- Notifica Messa in Sicurezza d'emergenza-Piano della Caratterizzazione-Bonifica dell'episodio acque oleose;
- Chiusura dell'episodio acque oleose.

Regione Sardegna – Assessorato ambiente e territorio  
Provincia di Sassari – Assessorato difesa e ambiente  
Sindaco del Comune di Sassari

Fiume Santo (SS), 13 febbraio 2000

Prot. 955

Oggetto: Notifica prot. 946 dell'11 febbraio 2000

**DM 25/10/99 n. 471, art. 7 comma 2: interventi di messa in sicurezza adottati ed in fase di esecuzione**

Con riferimento alla notifica inviata in data 11 febbraio 2000 ed all'art. 7, comma 2 del DM 25/10/99 n. 471, si illustrano nel seguito gli interventi di messa in sicurezza adottati a seguito dell'evento notificato e quelli in corso di esecuzione. I richiami del testo, ove non specificato altrimenti, si riferiscono allo schema generale allegato (fig. 1).

### 1. Antefatto

Alle ore 0,45 circa del 9 febbraio 2000 è stato predisposto per l'alimentazione dei gruppi termoelettrici il serbatoio BM001A, contenente orimulsion, indicato con un cerchio ed identificato con la lettera A nella fig.1. Il serbatoio è racchiuso in un apposito bacino di contenimento la cui funzione è quella di raccogliere eventuali perdite di combustibile. Il bacino è rappresentato in fig.1 con un quadrato ed è identificato anch'esso con la lettera A.

L'operatore addetto ha eseguito un giro di ispezione all'interno del bacino A prima e dopo aver eseguito la predisposizione, non rilevando alcuna anomalia.

Alle ore 1,50 circa, a seguito di un ulteriore controllo, è stata rilevata una perdita di combustibile da una tubazione posta all'interno del bacino di contenimento A, con versamento dello stesso all'interno del bacino. Alle ore 1,55 la perdita è stata intercettata chiudendo le due valvole a monte ed a valle della tubazione in perdita.

### 2. Evento

Nello stesso giorno, a seguito di controllo perimetrale del bacino, sono stati notati rivoli di combustibile all'esterno del muro del bacino verso la strada identificata con la lettera S in fig. 1.

Si è rilevata, inoltre, presenza di modeste quantità di combustibile nel tratto antistante di fogna stradale che convoglia le acque piovane al mare.

### 3. Provvedimenti immediati

Giorno 9 febbraio (rif. fig. 1):

- a) chiusura con malta cementizia di tutte le caditoie presenti nei tratti stradali circostanti il bacino A;
- b) arresto dei sistemi di produzione acqua distillata, i cui reflui vengono normalmente restituiti al mare tramite il collegamento C alla fogna stradale;
- c) intercettazione del tratto fognario nel punto B;
- d) controllo continuo del punto F, in cui il refluo della rete fognaria si congiunge con le acque di raffreddamento delle unità termoelettriche (scarico termico) e realizzazione, a scopo precauzionale e di monitoraggio, di una "trappola" (v. fig. 2) per arrestare eventuali sostanze trascinate;
- e) realizzazione di "trappole" nel punto G (v. fig. 2) di immissione a mare delle condotte inattive predisposte in origine per il raffreddamento di eventuali ulteriori due unità termoelettriche;
- f) inizio operazioni di svuotamento del bacino A;
- g) predisposizione di autospurghi per aspirare l'olio nel tratto fognario S-B isolato;

Giorno 10 febbraio:

- h) fine svuotamento del bacino A, con trasferimento del contenuto nel serbatoio;
- i) consolidamento delle azioni intraprese e monitoraggio.

Giorno 11 febbraio:

- l) rilevamento di movimenti di rivoli di combustibile all'interno del tratto fognario S-B, sebbene intercettato: sospetta infiltrazione nel suolo del combustibile;
- m) disposti scavi nel tratto stradale adiacente al bacino A;
- n) realizzazione di ulteriori "trappole" nei punti E1 ed E2 e di una chiusura ulteriore nel punto D.

### 4. Considerazioni ed ulteriori interventi a breve termine

Gli scavi nel terreno hanno confermato la penetrazione del combustibile al di sotto del manto stradale, attraverso lo strato di ghiaia. La fig.3 mostra la posizione planimetrica degli scavi e la sezione del tratto stradale interessata dalla penetrazione del combustibile. Si è rilevato che la diffusione del combustibile si è sviluppata solo lungo il versante del bacino prospiciente la strada S, in quanto lo scavo D non ha evidenziato segni di contaminazione. Il combustibile (v. fig. 4), filtrando attraverso lo strato di ghiaia sottostante l'asfalto, ha raggiunto il cunicolo fognario situato al centro della strada. Valutando in circa 6-8 cm lo spessore dello strato di combustibile penetrato, in circa 10 m la larghezza della strada ed in circa 50 m la lunghezza del tratto interessato all'inquinamento, si può ipotizzare che il volume di ghiaia contaminata possa essere al massimo di circa 30 mc.

Il combustibile appare stabilmente aderente allo strato di ghiaia, senza flusso né scorrimento. Sono in corso le valutazioni per la rimozione del materiale contaminato.

Il bacino A, dopo le operazioni di pulizia, sarà attentamente ispezionato per individuare i punti di perdita e ripristinarne l'integrità. Il bacino adiacente sarà, nel frattempo, attentamente sorvegliato ed anch'esso accuratamente ispezionato e controllato.

Quanto alla rete fognaria nel suo complesso, con l'assetto realizzato il tratto fognario S-B interessato dall'inquinamento è completamente ed ermeticamente isolato. L'intercettazione nel punto D è stata

Centrale Termoelettrica Fiume Santo  
Località Cabu Aspru - Sassari  
07046 Porto Torres (SS) C.P. 224  
Tel. 079551700 Fax 079551503

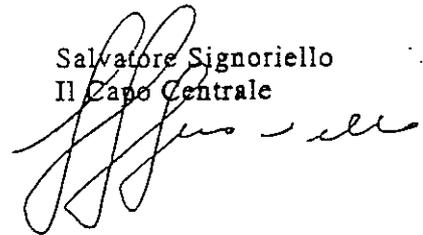
realizzata con mattoni di cemento messi in opera con malta cementizia, per cui non sono possibili trasferimenti di prodotto a valle anche in caso di pioggia.

Modesti residui presenti nel tratto D-E1-E2-F si raccolgono nelle trappole e vengono aspirati.

Per limitare gli apporti di acque meteoriche nel tratto contaminato S-B, si sta valutando la realizzazione di cordoli di sbarramento della strada nei punti T, U, V. Le acque piovane del tratto inquinato S-B confluiranno nella fogna intercettata, da cui verranno recuperate con pompe o mezzi aspiranti.

Distinti saluti,

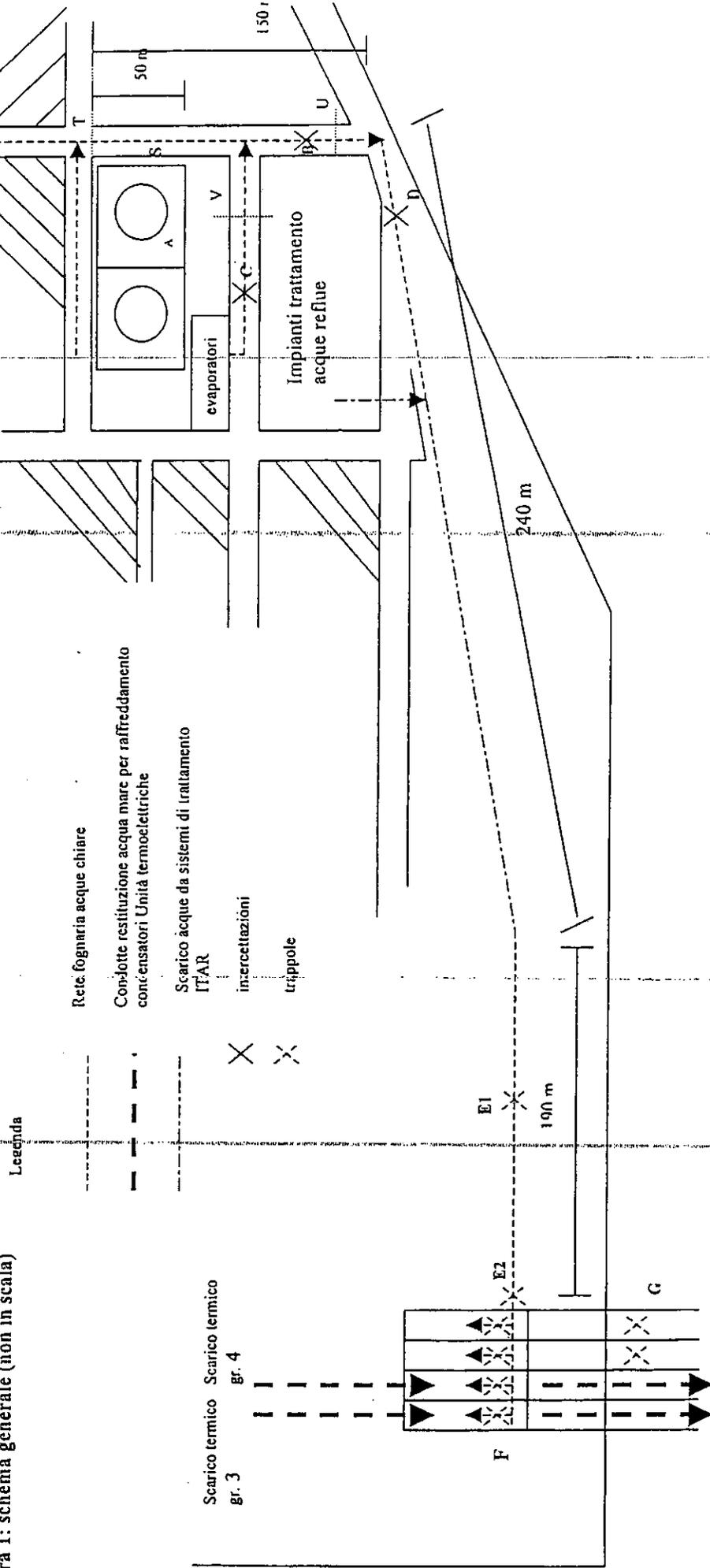
Salvatore Signoriello  
Il Capo Centrale





Centrale Termoelettrica Fiume Santo  
 Località Cabu Aspru - Sassari  
 07046 Porto Torres (SS) C.P. 224  
 Tel. 079551700 Fax 079551503

Figura 1: schema generale (non in scala)



Legenda

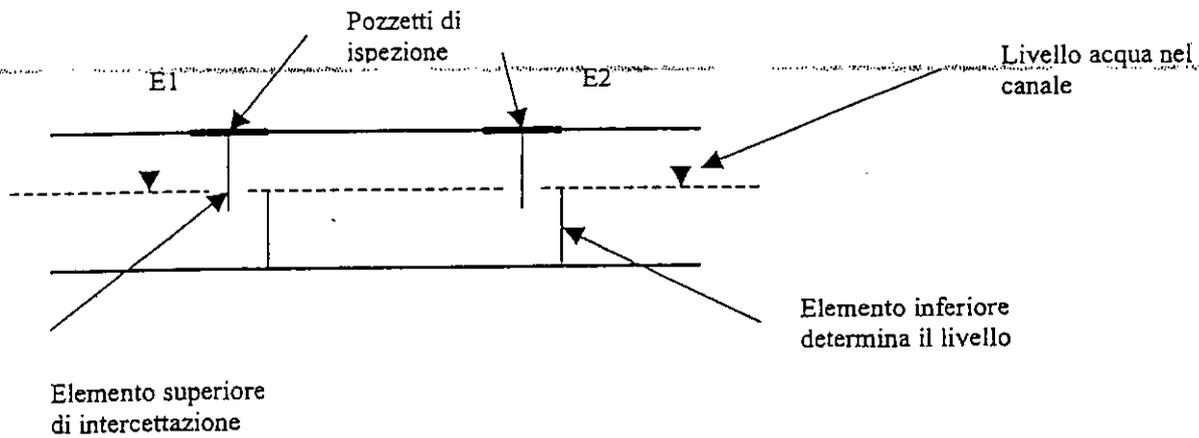
- Rete fognaria acque chiare
- - - Condotte restituzione acqua mare per raffreddamento condensatori Unità termoelettriche
- Scarico acque da sistemi di trattamento ITAR
- × intercettazioni
- × trippole

Mare

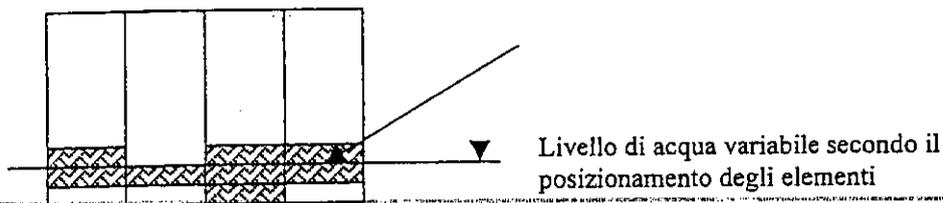
Elettrogen Spa  
 Sede Legale 00198 Roma, via G.B.  
 Reg. Imprese 204365/99 R.E.A. 925...  
 P.I. e C.F. 05848351002  
 Capitale Sociale L. 322.835.867.000 I.v.

Figura 2 – Conformazione delle trappole

a) trappole E1 ed E2 (sezione longitudinale del canale fognario)



b) trappole F (sezione trasversale)



c) trappola G

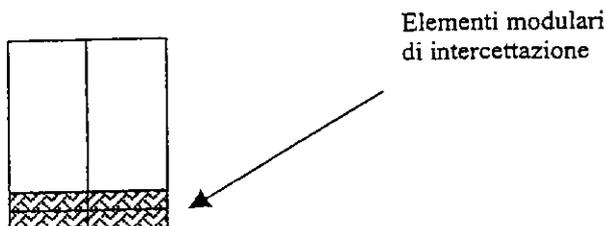
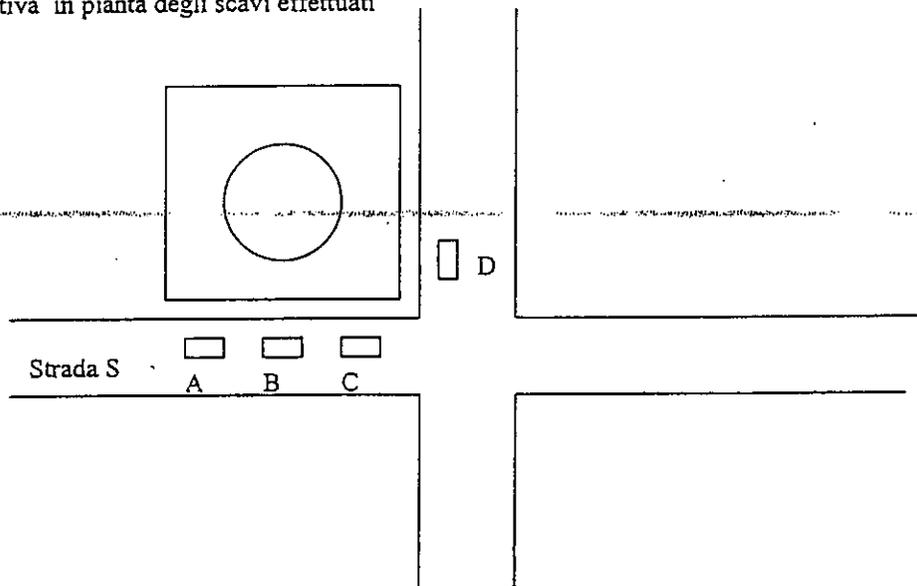
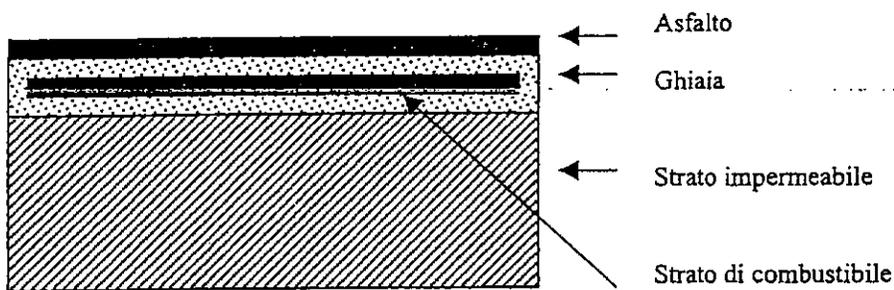


Fig. 3- Rappresentazione degli scavi

a) Posizione indicativa in pianta degli scavi effettuati



b) Sezione di massima degli scavi A, B, C



b) Sezione di massima dello scavo D

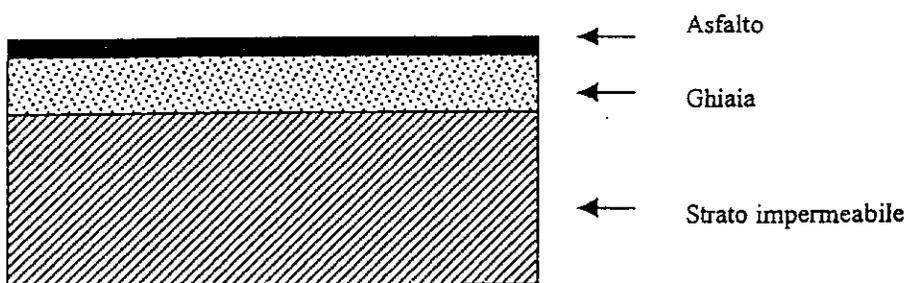
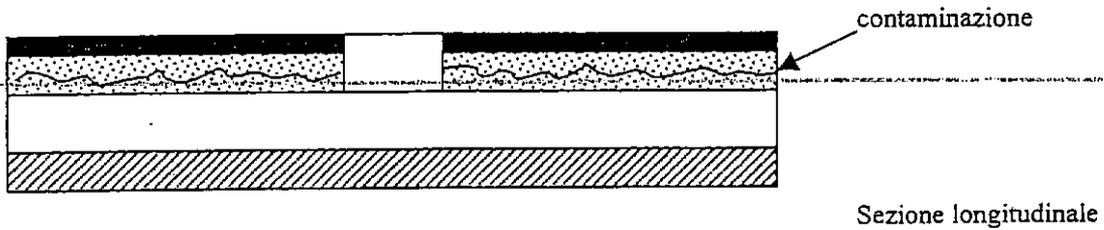
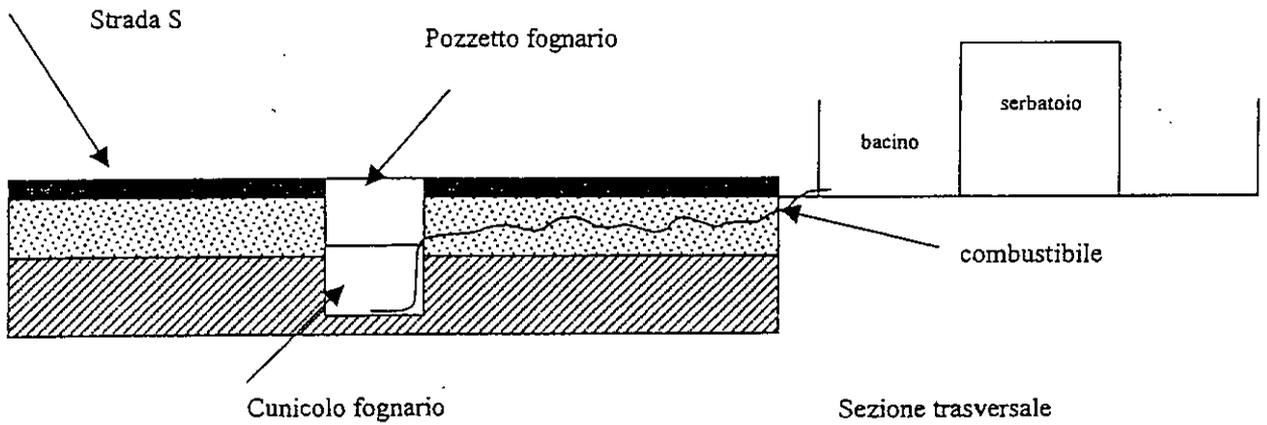


Fig. 4 – Sezioni della strada e modalità di penetrazione del combustibile nella rete fognaria





**Elettrogen**

Centrale Fiume Santo

(7)

Fax

Per / To (\*)

Fax (\*)

Telefono / Phone

Da / From CENTRALE FIUME SANTO - Salvatore Signoriello

Fax 079-551503

Telefono / Phone 079-551522

Data / Date 13 febbraio 2000 (prot. 956)

Pagine, copertina inclusa  
Pages, including cover 8

(\*) Ill.mo Sig. Prefetto di Sassari. Fax n. 079/224477

Ill.mo Signor Sindaco Comune di Porto Torres. Fax n. 079/500867

Spett.le Presidio Multizonale di Prevenzione - AUSL di Sassari - Fax n. 079/2835315

Spett.le Capitaneria di Porto - Porto Torres. Fax n. 079/502090

**OGGETTO: Comunicazione interventi di messa in sicurezza**

Si trasmette per conoscenza la comunicazione, inviata ai sensi dell'art. 7 del D.lf. 471/99, degli interventi di messa in sicurezza a seguito dell'evento notificato in data 11 febbraio 2000.

Cordiali saluti,

Salvatore Signoriello  
Il Capo Centrale

**Centrale Termoelettrica Fiume Santo**  
Località Cabu Aspru - Sassari  
07046 Porto Torres (SS) C.P. 224  
Tel. 079551700 Fax 079551503

## Centrale Fiume Santo

**Perdita di combustibile dal bacino di contenimento del serbatoio BM001A**

**Piano di caratterizzazione ai sensi del D. M. n° 471/99**

Fiume Santo 10/03/2000

## Indice

1	Relazione di sintesi .....	4
2	Premessa .....	5
3	Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti .....	5
3.1	Tipologia del sito .....	5
3.1.1	Caratteristiche generali .....	5
3.1.2	Caratteristiche del bacino e del sito .....	6
3.1.3	Descrizione del circuito del combustibile .....	6
3.1.4	Descrizione del sistema fognario interessato .....	7
3.1.5	Caratteristiche del combustibile .....	8
3.2	Origine dell'inquinamento .....	8
3.2.1	Descrizione della rottura della tubazione .....	8
3.2.2	Descrizione dell'evento .....	9
3.3	Interventi immediati .....	9
3.4	Accertamento delle cause che hanno determinato l'evento .....	11
3.4.1	Tubazione .....	11
3.4.2	Bacino di contenimento .....	12
3.5	Interventi previsti sugli impianti .....	13
3.5.1	Tubazione .....	13
3.5.2	Bacino di contenimento .....	13
3.6	Indagini e prescrizioni effettuate dalle Pubbliche Amministrazioni .....	13
3.7	Elenco del tipo e volume dei rifiuti e dei materiali da dismettere .....	14
4	Caratterizzazione del sito e formulazione del modello concettuale .....	14
4.1	Lineamenti morfologici .....	14
4.2	Lineamenti idrografici .....	15
4.3	Inquadramento geologico ed idrogeologico .....	15
4.3.1	Geologia locale .....	15
4.3.2	Idrogeologia locale .....	16
4.4	Uso del territorio .....	17
4.5	Risultati delle prime verifiche sul sottosuolo .....	18
4.6	Meccanismi di diffusione e movimento dell'Orimulsion nel sottosuolo .....	18
4.7	Potenziali recettori .....	19
4.8	Modello concettuale .....	20
5	Piano di investigazione iniziale .....	21
5.1	Sondaggi meccanici nella zona vadosa .....	21
5.2	Pozzi di monitoraggio .....	22
5.3	Ispezione del fondale marino .....	23
5.4	Prelievo, conservazione e gestione dei campioni .....	24
5.5	Decontaminazione delle attrezzature di perforazione .....	24
5.6	Analisi di laboratorio .....	24
6	Allegati .....	
6.1	Corografia .....	
6.2	Planimetria generale Centrale di Fiume Santo .....	
6.3	Planimetrie di dettaglio .....	
6.3.1	Planimetrie Unità 3 e 4 Centrale Fiume Santo .....	
6.3.2	Sezione bacino di contenimento serbatoio BM001A .....	
6.4	Fluogramma di processo combustibili .....	
6.5	Planimetrie impianti tecnologici .....	

## Centrale Termoelettrica Fiume Santo

Località Cabu Aspru - Sassari  
07046 Porto Torres (SS) C.P. 224  
Tel. 079551700 Fax 079551503

- 6.5.1 Planimetria generale reti fognarie Unità 3 e 4 Centrale Fiume Santo
- 6.5.2 Planimetrie sistema fognario nella zona del versamento
- 6.5.3 Planimetria con impianti antincendio nella zona del versamento
- 6.6 Planimetria ubicazione, verifiche e sondaggi conoscitivi
- 6.7 Principali elementi idrografici
- 6.8 Sezione geologica e idrogeologica schematica
- 6.9 Mappa isofreatica
- 6.10 Stratigrafie dei sondaggi esplorativi
- 6.11 Probabile area con terreno interessato dal versamento
- 6.12 Piano di investigazione iniziale
- 6.13
- 6.14 Analisi sullo stato del sito
  - 6.14.1 Analisi condotta dal PMP di SS in data 12/02/00 sulle acque antistanti la centrale
  - 6.14.2 Fax del PMP del 14/02
  - 6.14.3 Relazione del PMP relativa al sopralluogo del 14/02
- 6.15 Orimulsion 400: "Scheda dati sicurezza e Ambiente"
- 6.16 Sketch Linee ricircolo serbatoio di stoccaggio
- 6.17 Figura. 1: schema generale (non in scala)
- 6.18 Figura 2 - Conformazione delle trappole
- 6.19 Figura. 3- Rappresentazione degli scavi
- 6.20 Figura 4 - Sezioni della strada e mod. di penetrazione del combustibile nella rete fognaria acque bianche
- 6.21 Figura. 5: schema fognature acque bianche e sanitarie in zona evento
- 6.22 Rappresentazione rottura tubazione e primi scavi

## 1 Relazione di sintesi

Il 9 febbraio 2000, nella Centrale Termoelettrica di Fiume Santo, a causa della rottura di una tubazione di ricircolo del serbatoio fuori terra BM001A, si è verificato il versamento accidentale di circa 700 m<sup>3</sup> di combustibile "Orimulsion", all'interno del relativo bacino di contenimento.

Il combustibile versato è rimasto contenuto all'interno del bacino di contenimento del serbatoio. Nonostante il bacino sia interamente pavimentato e rivestito in calcestruzzo, una certa quantità di combustibile si è infiltrata negli strati più superficiali del sottosuolo, raggiungendo i tratti della rete fognaria della centrale prossimi al luogo dell'evento.

La Centrale ha introdotto misure urgenti di messa in sicurezza allo scopo di interrompere la fuoriuscita di combustibile dalla tubazione, rimuovere il prodotto accumulato all'interno del bacino, intercettare quello penetrato nella rete fognaria, contenere l'infiltrazione nel sottosuolo.

Una serie di verifiche sul sottosuolo, effettuate successivamente all'evento mediante scavi esplorativi, indica che il combustibile che ha raggiunto il sottosuolo non è migrato in profondità bensì si è diffuso in direzione orizzontale attraverso il sottile strato di ghiaia ad elevata permeabilità che costituisce il sottofondo dei manufatti e che è limitato inferiormente da terreni fini a minore permeabilità. Sulla base di questi primi dati, si è valutato che il versamento di combustibile ha interessato un volume di ghiaia di circa 100 m<sup>3</sup>, disposti nei primi decimetri superficiali di una superficie di approssimativamente 1000 m<sup>2</sup>.

L'assetto geologico ed idrogeologico del sottosuolo e le caratteristiche fisiche del combustibile rendono improbabile che la qualità delle acque della falda superficiale, che peraltro non costituisce una risorsa idropotabile, possa risultare alterata come conseguenza dell'evento. Non si individuano recettori sensibili potenzialmente esposti alla contaminazione del sottosuolo.

Nel presente documento, redatto con la collaborazione tecnica della società Dames & Moore, vengono presentate, oltre alla dinamica dell'evento, le azioni di messa in sicurezza adottate e l'inquadramento del sito nonché il piano delle indagini di caratterizzazione del sottosuolo. Il piano, anch'esso affidato alla Dames & Moore, prevede:

- la realizzazione di sondaggi e l'installazione di piezometri, nel settore della centrale interessato dal versamento, allo scopo di valutare il volume e la geometria del terreno contaminato e di confermare che non vi sia stato impatto sulla falda superficiale;
- l'ispezione subacquea ed il prelievo di campioni di sedimenti del fondale marino antistante lo scarico per confermare che l'evento non ha determinato impatto sull'ambiente marino.

Alcune delle attività sopra citate sono già in corso quali interventi urgenti, necessari per la messa in sicurezza di emergenza.

## 2 Premessa

Il documento è redatto ai sensi del DM 471/99 in seguito alla contaminazione determinata dalla non perfetta tenuta del bacino di contenimento del serbatoio di accumulo BM001A, contenente combustibile Orimulsion utilizzato per l'alimentazione delle unità termoelettriche 3 e 4. Il combustibile si era riversato nel bacino di contenimento a causa della rottura, in un punto situato all'interno del bacino stesso, della tubazione di ricircolo del combustibile al serbatoio.

A seguito dell'evento sono state effettuate le seguenti comunicazioni:

- in data 11/02/2000 prot. 946, la notifica prevista dal D.M. 471/99;
- in data 13/02/2000 prot. 955 una comunicazione inerente gli "interventi di messa in sicurezza adottati ed in fase di esecuzione";
- in data 17/02/2000 prot. 1056 una comunicazione inerente lo "stato di avanzamento degli interventi di messa in sicurezza";
- in data 03/03/2000 prot. 1419 una comunicazione inerente lo "stato di avanzamento degli interventi di messa in sicurezza";
- in data 06/03/2000 prot. 1446 una comunicazione, in risposta alla richiesta del Sindaco del Comune di Sassari, a chiarimento della prot.1419 del 03/03/2000.

Attualmente,

- le unità termoelettriche 3 e 4 sono in servizio con produzione di energia ed erogazione sulla rete elettrica della Sardegna;
- l'alimentazione del combustibile proviene dal serbatoio BM001B;

## 3 Raccolta e sistematizzazione dei dati esistenti

### 3.1 Tipologia del sito

#### 3.1.1 Caratteristiche generali

Il sito in cui si è verificato l'evento è un'area, ricadente nel comune di Sassari, interna alla centrale di Fiume Santo, collocata nella zona industriale che si estende in parte nel comune di Sassari, in località Cabu Aspru, ed in parte nel comune di Porto Torres. In particolare l'area in oggetto è asservita al funzionamento delle unità termoelettriche 3 e 4, da 320 MW elettrici cadauna, alimentate attualmente con Orimulsion. L'allegato 6.1 riporta la Corografia dell'area su cui insiste la centrale e l'allegato 6.2 la planimetria della centrale stessa.

Le unità 3 e 4, la cui localizzazione ed autorizzazione per costruzione ed esercizio è stata data con il decreto MICA del 20/07/83, sono state messe in esercizio rispettivamente nel 1992 e nel 1993, e successivamente, in virtù del Decreto MICA del 16/07/90, sono state

dotate di ulteriori impianti di abbattimento delle emissioni al camino (desolficatori e denitrificatori dei fumi).

La parte di impianto interessata dall'evento è situata all'interno del parco combustibili delle unità 3 e 4, indicata più specificatamente nella planimetrie allegate (allegato 6.3.1 e 6.11). L'area su cui insiste tale parte di impianto è costituita in particolare dal bacino di contenimento del serbatoio BM001A e dalla strada prospiciente.

Il parco combustibili delle unità 3 e 4, autorizzato con decreto MICA n° 15327 del 12/12/91, è composto da due serbatoi di servizio da 8000 t cadauno che consentono, attraverso tubazioni, pompe e valvole, l'alimentazione delle unità termoelettriche 3 e 4 (l'allegato 6.4 riporta il "fluogramma" di processo relativo alla movimentazione dei combustibili nell'area in cui si è verificato l'evento). Tali serbatoi sono, a loro volta, alimentati attraverso pompe e tubazioni, dai serbatoi di stoccaggio ubicati presso il parco combustibili situato in area adiacente alle unità 1 e 2.

Oltre alle unità 3 e 4, la centrale comprende, infatti, anche le unità termoelettriche 1 e 2, da 160 MW elettrici cadauna, alimentate attualmente con olio combustibile denso del tipo BTZ (tenore di zolfo inferiore all'1%).

### 3.1.2 Caratteristiche del bacino e del sito

Il bacino di contenimento è delimitato da muri perimetrali in calcestruzzo ed è interamente rivestito da una soletta anch'essa in calcestruzzo. All'interno è collocato il serbatoio metallico di stoccaggio del combustibile supportato da una fondazione anulare in calcestruzzo. Si riportano in allegato 6.3.1 e 6.3.2 le planimetrie della zona e la sezione del bacino di contenimento.

La parte immediatamente confinante con il bacino è costituita da strade asfaltate in cui sono presenti delle caditoie per la raccolta delle acque "bianche" e le coperture dei cunicoli fognari di convogliamento delle stesse.

La parte immediatamente sottostante l'asfalto è costituita da uno strato di circa 20 centimetri di ghiaia (sottofondo stradale) e quindi da uno strato sabbioso. Al di sotto del manto stradale sono presenti i cunicoli di convogliamento delle acque bianche e quelli di convogliamento delle acque sanitarie.

### 3.1.3 Descrizione del circuito del combustibile

Il circuito si compone di due serbatoi fuori terra cosiddetti "giornalieri" da 8000 t cadauno, denominati BM001A e BM001B, in cui avviene il deposito del combustibile che alimenta le unità termoelettriche.

Un sistema (vedi allegato 6.4) di pompe e tubazioni consente di inviare e ricircolare il combustibile dai serbatoi alle unità termoelettriche e viceversa.

I serbatoi sono in servizio, alternativamente, uno per volta, in modo che si possa provvedere al riempimento del serbatoio scarico mentre è in servizio l'altro. Le pompe che aspirano il combustibile dal serbatoio, inviandolo alle caldaie delle unità termoelettriche, sono le stesse indipendentemente dal serbatoio in servizio. La messa in servizio di un serbatoio e la contestuale esclusione dell'altro si esegue molto semplicemente, aprendo le valvole di aspirazione e di ricircolo del combustibile al serbatoio che si intende mettere in esercizio e, successivamente, chiudendo quelle di aspirazione e ricircolo del serbatoio che si intende porre fuori servizio. Tranne che nei periodi di avviamento delle unità termoelettriche, tutto il combustibile aspirato dal serbatoio è introdotto in caldaia, senza alcun ricircolo al serbatoio. In caso di "scatto" di una delle unità termoelettriche, ovvero di improvviso arresto della combustione in caldaia, si determina il ricircolo del combustibile al serbatoio.

Le condizioni delle unità termoelettriche al momento dell'evento erano di "normale esercizio", per cui le tubazioni di ricircolo non erano interessate da flussi in movimento di combustibile.

La manovra di commutazione dei serbatoi è semplice e frequente, per cui gli operatori addetti sono perfettamente confidenti sulle operazioni da eseguire. Peraltro, anche eventuali errori di manovra, ad esempio nella sequenza di apertura e chiusura delle valvole, non hanno effetti sul circuito. Solo la chiusura della valvola di aspirazione da un serbatoio senza aver preventivamente aperto la valvola dell'altro serbatoio determina la logica conseguenza di mancanza di combustibile alle unità termoelettriche, con conseguente arresto delle stesse ma senza, peraltro, alcun effetto idraulico pericoloso sul circuito di tubazioni e valvole.

Nel caso specifico, prima durante e dopo la manovra, le unità termoelettriche sono rimaste in regolare servizio e la pressione del circuito nel punto di misura è risultata sempre normale (intorno agli 8 Kg/cm<sup>2</sup>).

#### 3.1.4 Descrizione del sistema fognario interessato

Il sistema fognario (allegati 6.17, 6.21, 6.5.1 e 6.5.2) nella zona intorno al serbatoio è costituito sia dal sistema di raccolta e convogliamento delle acque bianche che dal sistema di convogliamento delle acque sanitarie.

Il sistema fognario delle acque bianche raccoglie le precipitazioni atmosferiche e le acque provenienti dai sistemi di produzione di acqua distillata, recapitandole nella condotta di restituzione a mare delle acque di raffreddamento del ciclo termico della centrale.

Il sistema di convogliamento delle acque sanitarie conferisce il refluo all'impianto di trattamento acque sanitarie ubicato presso l'impianto Trattamento Acque Reflue.

### 3.1.5 Caratteristiche del combustibile

Il combustibile attualmente in uso nelle unità 3 e 4, stoccato nei serbatoi BM001A e BM001B, è denominato Orimulsion 400 (si riporta, in allegato 6.15, la "Scheda dati sicurezza e Ambiente"). Consiste in una emulsione in acqua di bitume naturale con contenuto in acqua non superiore al 35 % in peso, avente un contenuto di zolfo non superiore al 3% in peso ed un contenuto di vanadio e nichel, come somma, non superiore a 450 ppm (entrambi i valori sono riferiti alla emulsione tal quale).

Precedentemente (dall'avviamento delle unità 3 e 4 e fino al 1999) le unità erano alimentate ad Olio Combustibile Denso ed anch'esso veniva stoccato all'interno dei serbatoi BM001A e BM001B.

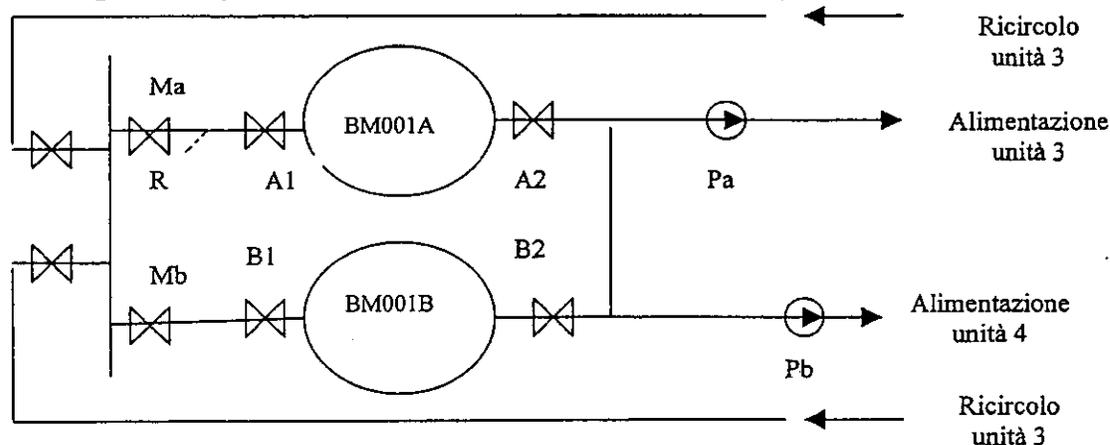
L'Orimulsion è un prodotto classificato R21/22 "Nocivo a contatto con la pelle e per ingestione" nonché R52/53 "Nocivo per gli organismi acquatici, può provocare a lungo termine effetti negativi per l'ambiente acquatico". Non sono segnalati effetti cancerogeni.

### 3.2 Origine dell'inquinamento

L'evento è stato determinato dal trafilamento nel terreno del combustibile riversatosi accidentalmente nel bacino di contenimento del serbatoio BM001A a causa della rottura di una tubazione di ricircolo in un punto situato all'interno del bacino stesso.

#### 3.2.1 Descrizione della rottura della tubazione

Il sistema era allineato con aspirazione del combustibile dal serbatoio BM001B. Alle ore 00.45 del 09/02/2000 è stato effettuato il cambio di serbatoio in modo da alimentare le unità dal serbatoio BM001A, avente un livello iniziale di combustibile all'interno pari a 10.80 m (volume corrispondente a circa 7200 m<sup>3</sup>). Tale operazione consiste, con riferimento allo schema molto semplificato sotto riportato, nell'apertura delle valvole A1 e A2 e successiva chiusura delle valvole B1 e B2. Le pompe, indicate con Pa e Pb, erano già in marcia in quanto provvedevano ad alimentare le unità aspirando dal serbatoio BM001B. Come già anticipato, le tubazioni di ricircolo non erano percorse da fluido.



A seguito dei controlli fatti dall'operatore, prima e dopo la messa in servizio della linea, non si è rilevata alcuna anomalia né presenza di combustibile all'interno del bacino di contenimento del serbatoio.

Durante un successivo controllo effettuato alle 01.50 è stata rilevata una consistente perdita di combustibile, dal punto *R* dello schema, che andava a riversarsi all'interno del bacino di contenimento del serbatoio.

L'assetto del sistema era tale per cui le valvole *A1* e *A2* erano aperte, le valvole *B1* e *B2* erano chiuse ed erano in marcia entrambe le pompe.

Si è provveduto, immediatamente, ad isolare la perdita mediante la chiusura della valvola motorizzata *A1* e della valvola manuale *Ma*, allineando il ricircolo delle pompe sull'analogica tubazione del serbatoio BM001B. Dopo la chiusura della valvola *A1* la perdita ha avuto termine.

La perdita originata dalla rottura della tubazione nel punto *R*, interno al bacino di contenimento, è stata alimentata dal livello di combustibile presente all'interno del serbatoio.

Dopo la chiusura delle valvole di cui sopra si è rilevato il livello di combustibile residuo nel serbatoio constatando che lo stesso era sceso a 09.50 m. Considerato il consumo di combustibile delle unità nel periodo in cui sono state alimentate dal serbatoio A (dalle ore 00.45 alle 01.50), il livello del serbatoio prima e dopo la rottura, la geometria del bacino e del serbatoio, si è potuto quantificare in circa 700 m<sup>3</sup> il quantitativo di combustibile versato all'interno del bacino di contenimento.

### 3.2.2 Descrizione dell'evento

Nello stesso giorno, 09/02/2000, durante i controlli perimetrali del bacino sono stati notati modesti rivoli di combustibile sul marciapiede all'esterno del muro del bacino, verso la strada identificata con la lettera *S* (allegato 6.17), che sono stati facilmente bloccati con materiali assorbenti. Controlli sul circuito fognario che percorre la stessa strada non hanno evidenziato tracce di combustibile.

Durante successive ispezioni, effettuate dagli operatori nell'arco della stessa giornata, si rilevava la presenza di combustibile all'interno del suddetto circuito fognario.

### 3.3 Interventi immediati

Sono state attivate le azioni necessarie per il recupero del combustibile dal bacino e per il suo trasferimento all'interno del serbatoio. A seguito del rilevamento dei rivoli di combustibile sul marciapiede sono state messe in atto le misure di emergenza di seguito indicate:

<b>Attività</b>	<b>Note</b>
Chiusura con malta cementizia di tutte le caditoie presenti nei tratti stradali circostanti il bacino A	allegato 6.17
Arresto dei sistemi di produzione acqua distillata, i cui reflui vengono normalmente restituiti al mare tramite il collegamento C alla fogna stradale	Allegato 6.17
Arresto dello scarico degli impianti di trattamento acque reflue	
Intercettazione del tratto fognario contaminato nel punto B	Allegato 6.17
Controllo continuo del punto F, in cui il reflu della rete fognaria si congiunge con le acque di raffreddamento delle unità termoelettriche (scarico termico) e realizzazione, a scopo precauzionale e di monitoraggio, di una "trappola" (v. allegato 6.18) per arrestare eventuali sostanze trascinate	Allegato 6.17
Realizzazione di "trappole" e posa di panne assorbenti nel punto G (v. allegato 6.18) di immissione a mare delle condotte inattive predisposte in origine per il raffreddamento di eventuali ulteriori due unità termoelettriche	Allegato 6.17
Intercettazione linea acque sanitarie	
Sorveglianza dei canali intercettati ed aspirazione con autosurgito	allegato 6.17
Realizzazione di ulteriori "trappole" nei punti E1 ed E2 e di una chiusura superiore nel punto D	allegato 6.17
Costruzione di sbarramenti in muratura su pozzetti acque meteoriche (0, 16, 17)	allegato 6.21
Sorveglianza corpo recettore con barca attrezzata	
Effettuazione scavi nel tratto stradale adiacente il bacino A, tratto stradale S - B	allegato 6.19
Ispezione bacino adiacente (B)	
Muratura pozzetto 3 della linea acque sanitarie	allegato 6.21
Costruzione linea provvisoria per deviazione flussi acque sanitarie e acque da impianti di produzione acqua distillata	

In sintesi si è provveduto immediatamente a porre fuori servizio i sistemi di produzione di acqua distillata e ad arrestare lo scarico degli impianti di trattamento delle acque reflue. In tal modo si è interrotta l'alimentazione del tratto fognario delle acque bianche interessato dalla contaminazione e si è annullato il flusso di acqua nel tratto finale del canale di scarico. Inoltre è stato intercettato il canale fognario delle acque bianche a monte e a valle della zona interessata dalla contaminazione, sono state realizzate "trappole" per arrestare

eventuali sostanze trascinate e si è provveduto a sorvegliare ed aspirare mediante autosurgito i canali intercettati. E' stato posto fuori servizio l'impianto di trattamento delle acque sanitarie ed è stata intercettata la relativa condotta fognaria a monte della zona interessata dal versamento. Con l'assetto realizzato, i tratti fognari interessati dal versamento sono stati isolati.

Inoltre, per limitare gli apporti di acque meteoriche nel tratto interessato dal versamento, sono stati realizzati cordoli di sbarramento della strada nei punti T, U, V (allegato 6.17) in modo da evitare che le acque piovane provenienti dalle aree circostanti possano confluire nei tratti di fognatura contaminati ed isolati.

Sulla base delle ispezioni e dei controlli effettuati a seguito dell'evento e degli interventi di messa in sicurezza di emergenza adottati si ritiene che non si siano verificate diffusioni di combustibile a mare attraverso lo scarico della centrale.

Sono stati realizzati, al fine di identificare la zona interessata dall'evento, verifiche e controlli sul sottosuolo nella zona circostante il bacino, nelle posizioni di cui all'allegato 6.6. Tali scavi hanno confermato la presenza di combustibile al di sotto del manto stradale limitatamente al sottile strato di ghiaia di sottofondo, come meglio specificato nella Sezione 4. Il livello di ghiaia ha operato come elemento drenante, convogliando il combustibile verso i pozzetti fognari.

Sono ancora in corso le attività necessarie per le pulizie ed i ripristini del tratto fognario contaminato ed intercettato. E' inoltre in corso, nell'area in cui si è verificato l'evento e nell'area limitrofa, al fine di meglio definire i confini dell'area interessata, l'esecuzione di carotaggi. Tale attività, iniziata nell'ambito delle azioni di messa in sicurezza di emergenza sarà meglio definita nell'ambito delle attività previste per la caratterizzazione completa dell'area di cui alla Sezione 5.

Per consentire il riavviamento dell'impianto di produzione dell'acqua distillata è stata realizzata una linea provvisoria che recapita le acque, scaricate da tale impianto, in un punto a valle dei pozzetti intercettati.

Per consentire il riavviamento dell'impianto di trattamento acque sanitarie è stata realizzata una linea provvisoria che by-passa il tratto contaminato.

### **3.4 Accertamento delle cause che hanno determinato l'evento**

Dalle analisi ed indagini ad oggi condotte, e tuttora in corso, in merito alle cause che hanno determinato l'evento si sono sviluppate le seguenti ipotesi.

#### **3.4.1 Tubazione**

La tubazione oggetto della rottura è saldata ad un'altra tubazione con un'inserzione ad "Y". Seppure il collegamento sia stato apparentemente eseguito in modo corretto, non è stato

realizzato secondo quanto normalmente previsto dalle Specifiche Tecniche aziendali per questi tipi di collegamento, secondo le quali è ritenuto preferibile utilizzare pezzi "speciali" forgiati "ad hoc", nella fattispecie un raccordo a "T" su cui effettuare la saldatura delle tubazioni.

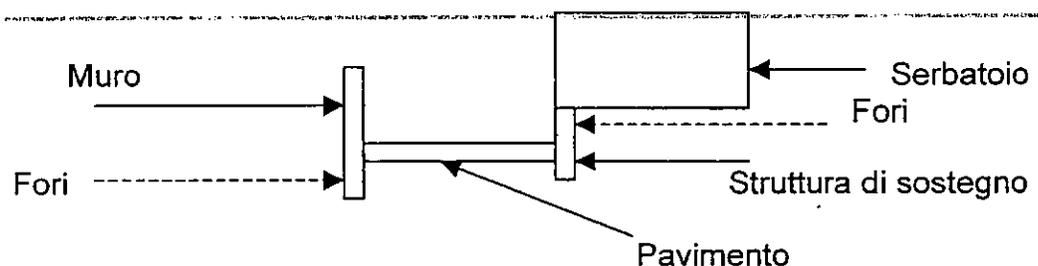
Sono in corso analisi metallografiche mirate a verificare la tipologia di rottura occorsa alla tubazione per comprenderne le cause.

### 3.4.2 Bacino di contenimento

Il bacino, realizzato con pavimentazione e pareti in cemento, risponde ai requisiti del D.M. 31/07/1934 in riferimento ai combustibili di categoria "C" (quale è l'Orimulsion).

Dalle ispezioni eseguite si è appurato che la tenuta non è stata completa per le seguenti probabili ragioni:

- non è stata realizzata una garanzia di tenuta fra il fondo ed i muri di contenimento;
- non è stata realizzata una garanzia di tenuta fra il serbatoio e la struttura su cui lo stesso è appoggiato;
- è stata rilevata la presenza di fori passanti, del diametro di circa 20 mm, la cui sigillatura è stata trascurata durante la fase costruttiva. Tali fori originano dalle strutture provvisorie di carpenteria realizzate in fase di "gettata" del calcestruzzo, e sono stati rilevati sia sulla struttura su cui poggia il serbatoio che sulla fondazione, nella zona sottostante il pavimento del bacino, del muro di cinta.



### **3.5 Interventi previsti sugli impianti**

#### **3.5.1 Tubazione**

Si prevede la sostituzione, su entrambi i complessi di stoccaggio, del tratto di tubazione interessato dalla rottura con un pezzo speciale diverso da quanto realizzato in origine (derivazione a "T" in sostituzione delle derivazione ad "Y" come riportato in allegato 6.16).

#### **3.5.2 Bacino di contenimento**

Al termine delle attività di pulizia, saranno eseguiti i seguenti interventi:

- a) riporto di uno strato di malta cementizia, che raccordi e, dunque, crei continuità tra il pavimento ed il muro di contenimento;
- b) inserzione di una guaina bituminosa, che raccordi e, dunque, crei continuità tra il serbatoio e la struttura su cui è appoggiato;
- c) riempimento, con malta cementizia, dei fori passanti della struttura su cui poggia il serbatoio.

Gli interventi saranno realizzati anche nel bacino del serbatoio BM001B.

### **3.6 Indagini e prescrizioni effettuate dalle Pubbliche Amministrazioni**

Nei giorni immediatamente seguenti l'evento, sono stati rilevati, dapprima sulla spiaggia in prossimità della centrale (spiaggia di Fiume Santo), successivamente sul litorale di Platamona (SS) e quindi sul litorale del comune di Stintino, dei detriti costituiti di materiale bituminoso. Campioni del suddetto materiale bituminoso sono stati prelevati da diversi soggetti e su di essi sono ancora in corso le analisi da parte del PMP dell'Azienda USL di Sassari.

Inoltre,

- in data 12/02/2000, il PMP di Sassari ha effettuato, con la Capitaneria di Porto di Porto Torres, dei campionamenti delle acque prospicienti lo scarico dei reflui delle unità 3 e 4 in punti in cui si sono state rilevate delle iridescenze, rilevando che non ci sono stati avvistamenti di chiazze di materiali bituminosi. In esito a tali campionamenti è stata rilevata una modesta presenza di oli minerali su due dei quattro campioni e nessuna traccia di nichel e vanadio (si riporta in allegato 6.14.1 l'esito dell'analisi condotta dal PMP di SS);
- in data 14/02/2000, lo stesso PMP, con la Capitaneria di Porto di Porto Torres, ha eseguito un ulteriore controllo sul mare antistante la centrale senza peraltro effettuare alcun campionamento per assenza di avvistamento di iridescenze (si riporta in allegato 6.14.2 il fax del PMP del 14/02);

- nello stesso giorno (14/02/2000), il PMP accompagnato da sottufficiali della Capitaneria di Porto, ha effettuato un sopralluogo nel luogo in cui si è verificato l'evento. Il sopralluogo <<"ha evidenziato una situazione definibile "sotto controllo">> (si riporta in allegato 6.14.3 la relazione del PMP relativa al sopralluogo del 14/02);
- in data 23/02/2000 il Sindaco del Comune di Sassari ha richiesto di procedere ad una verifica statica e strutturale dei serbatoi contenenti Orimulsion e dei relativi bacini di contenimento;
- in data 24/02/2000, il competente Comando dei Vigili del Fuoco di Sassari, ha vietato l'uso del serbatoio BM001A fino all'effettuazione di sopralluogo che accerti l'avvenuto ripristino della tenuta del bacino di contenimento;
- in data 29/02/2000 è stata presentata la relazione di un professionista abilitato certificante la sicurezza di esercizio del complesso di stoccaggio B.

### **3.7 Elenco del tipo e volume dei rifiuti e dei materiali da dismettere**

I rifiuti ed i materiali da avviare a smaltimento consisteranno sostanzialmente in:

- terre ed altri materiali contaminati da idrocarburi (vedere par. 4.5);
- bitume da pulizia bacino (circa 25 m<sup>3</sup>);
- materiali vari utilizzati per pulizie, messe in sicurezza di emergenza e permanente e bonifiche effettuate e da effettuarsi (trascurabili);
- materiali derivanti da pulizia sistema fognario intercettato ed isolato (circa 30 m<sup>3</sup>).

E' stato possibile stimare i volumi indicati tra parentesi solo in maniera molto indicativa.

## **4 Caratterizzazione del sito e formulazione del modello concettuale**

### **4.1 Lineamenti morfologici**

Il territorio in cui si inserisce la centrale è costituito da un tavolato sub-pianeggiante, con blande ondulazioni, che si raccorda per mezzo di una scarpata a debole pendenza con la piana costiera, ampia circa 150 metri.

Sotto il profilo morfologico si riconoscono tre spianate:

- la "spianata superiore" che si sviluppa tra le quote 33 e 35 metri;
- la "spianata intermedia" compresa tra le quote 26 e 30 metri;
- la "spianata inferiore" che si sviluppa alla quota di 16-17 metri.

Un ulteriore elemento morfologico significativo è costituito dall'incisione in cui si sviluppa il corso meandriforme del Fiume Santo.

La linea di costa è bassa, con fondale prevalentemente roccioso su cui poggia la scogliera frangiflutti posta a protezione della centrale. Ad est della foce del Fiume Santo, che scorre lungo il limite orientale della centrale, si colloca la Spiaggia di Fiume Santo.

Il serbatoio BM001A è situato in corrispondenza del piano principale della centrale, una vasta spianata artificiale che riprende la morfologia originale della piana costiera, sul quale si situano la maggioranza degli impianti della centrale. La quota del piano campagna in corrispondenza del serbatoio è circa 7 m sul livello del mare per degradare dolcemente verso la barriera frangiflutti, posta circa 150 metri a nord del serbatoio stesso.

## **4.2 Lineamenti idrografici**

I corpi idrici nel territorio in oggetto sono il Fiume Santo, il cui corso si sviluppa lungo il confine orientale della Centrale, e lo Stagno di Pilo, posto circa 1 chilometro ad ovest della centrale. La posizione dei due elementi idrografici rispetto alla centrale è riportata nella mappa dell'allegato 6.7.

Il Fiume Santo è un corso d'acqua a regime torrentizio con modesta portata che sfocia nel Golfo dell'Asinara in prossimità della centrale. La portata è massima nel periodo invernale (portata media di 500m<sup>3</sup>/h con punte di 1000m<sup>3</sup>/h a seguito di precipitazioni) e diminuisce in primavera sino a divenire insignificante d'estate.

Lo Stagno di Pilo è un bacino costiero con una superficie di 119 ettari ed una profondità massima di circa 2 metri: la comunicazione con il mare è occasionale. La qualità delle acque è povera a causa delle condizioni eutrofiche determinate sia dallo scarso ricambio con il mare sia dalle attività antropiche del territorio circostante (zootecniche e agricole) che determinano un elevato carico di nutrienti.

## **4.3 Inquadramento geologico ed idrogeologico**

### **4.3.1 Geologia locale**

La struttura geologica ed idrogeologica locale è ben conosciuta grazie ai numerosi dati raccolti negli anni '80 da una serie di campagne di caratterizzazione condotte per la valutazione dell'idoneità del sito alla costruzione della centrale e per la progettazione geotecnica delle opere di fondazione.

Procedendo dagli strati più profondi verso la superficie si riconoscono i seguenti tre gruppi litostratigrafici principali.

- *Substrato roccioso, rappresentato dai complessi carbonatici di età triassica e giurassica:* affiora in superficie unicamente in corrispondenza del lato destro idrografico dell'incisione valliva del Fiume Santo, lo spessore è dell'ordine delle centinaia di metri. Il tetto del substrato presenta una morfologia articolata con depressioni sino a 40 metri sotto il livello del mare lungo la linea di costa. La porzione

superiore del substrato è costituita da calcari marnosi e marne contraddistinti da una permeabilità modesta.

- *Successione sedimentaria di età miocenica e pliocenica:* è costituita da terreni di varia natura e granulometria aventi uno spessore di alcune decine di metri. Predominano i termini a granulometria medio-fine (sabbie e limi) con permeabilità medio-bassa, a cui si alternano strati a granulometria più grossolana (ghiaie, breccie e sabbie) con permeabilità maggiore.
- *Successione sedimentaria di età pleistocenica e olocenica:* è costituita da sedimenti sciolti di varia granulometria con livelli rocciosi calcarei.

La successione stratigrafica locale è esemplificata dalla sezione geologica in allegato 6.8. Da quanto indicato nei punti precedenti, emerge che la forte eterogeneità e l'alternanza di livelli a differente permeabilità aventi anche scarsa continuità in senso orizzontale sono l'elemento caratterizzante dei depositi sedimentari di copertura.

Nell'area occupata dalla centrale, la morfologia topografica originale fu modificata e regolarizzata attraverso la posa di uno strato di materiale di riporto che, nel settore interessato dal versamento di Orimulsion, ha uno spessore di circa 2 metri.

Lo strato di riporto è costituito da sabbie medie e grossolane fortemente addensate mediante vibrocompattazione allo scopo di fornire le caratteristiche di resistenza meccanica idonee a sostenere le strutture della centrale. In corrispondenza dei piani di posa delle fondazioni delle varie strutture e dei sottofondi stradali fu costituito uno strato di "tout venant" potente pochi decimetri e costituito da misto di cava ad elementi carbonatici spigolosi di grossa pezzatura.

L'assetto descritto dei primi metri superficiali di sottosuolo, costituito dallo strato di riporto, è caratterizzato da un forte contrasto di permeabilità: infatti ad una permeabilità relativamente bassa dello strato di sabbia fortemente addensata si contrappongono la permeabilità più elevata della sabbia a contatto con le fondazioni e con altre strutture (dove non è stato possibile ottenere con i mezzi meccanici un elevato grado di addensamento) e la permeabilità estremamente elevata dello strato di "tout venant".

#### 4.3.2 Idrogeologia locale

Nell'area della centrale esistono i seguenti due sistemi di circolazione idrica sotterranea.

- Una *circolazione idrica superficiale* che avviene nei terreni sciolti delle unità sedimentarie di copertura. Nel complesso le unità costituenti la copertura sono dotate di permeabilità bassa ed il flusso idrico si localizza all'interno degli orizzonti con granulometria più grossolana, dotati di maggiore permeabilità, incassati all'interno dei livelli meno permeabili e spesso da questi confinati superiormente. L'alimentazione è perlopiù locale, associata all'infiltrazione efficace delle acque di pioggia: ciò determina

un regime idrico con sensibili fluttuazioni stagionali, diretto verso il mare. Per le caratteristiche di scarsa produttività questo è un acquifero di scarsa importanza che non costituisce una risorsa idrica significativa. Il livello piezometrico si colloca a pochi metri di profondità, funzione anche della morfologia della superficie topografica nonché della geometria degli strati acquiferi permeabili e di quelli incassanti con bassa permeabilità.

- Una *circolazione idrica profonda* che avviene all'interno del substrato roccioso carbonatico. Questo costituisce un acquifero di importanza regionale caratterizzato da permeabilità elevata per fessurazione e carsismo. Tale acquifero risulta confinato superiormente dai terreni di copertura a bassa permeabilità e dai livelli di calcari marnosi e marne che costituiscono pertanto un livello di protezione rispetto a potenziali infiltrazioni dalla superficie. La direzione di deflusso delle acque circolanti nell'ammasso carbonatico è verso il mare che costituisce il recapito principale oltre al Fiume Santo che svolge un effetto drenante nei confronti della falda, testimoniato anche dalle due sorgenti sgorganti in prossimità della foce, immediatamente a monte della centrale.

Nell'allegato 6.9 è riprodotta una mappa isofreatica relativa al 1985 che riproduce le linee di uguale livello freatico della falda contenuta all'interno della copertura sedimentaria di età terziaria e quaternaria e da cui è possibile dedurre le principali direzioni locali di deflusso delle acque sotterranee, orientate verso il mare.

#### **4.4 Uso del territorio**

La centrale è inserita in un territorio destinato principalmente alle attività industriali, in adiacenza al litorale del golfo dell'Asinara, all'estremo occidentale dell'estesa area industriale di Porto Torres. Il territorio circostante la centrale si presenta scarsamente popolato e non interessato da insediamenti urbani o comunque abitativi.

Confina su tutti i lati con insediamenti produttivi o proprietà industriali ad eccezione del confine orientale delimitato dall'incisione valliva del Fiume Santo ad est del quale sono presenti terreni incolti o destinati ad uso agricolo. Localmente sono presenti pozzi utilizzati a scopo irriguo.

La Centrale è utilizzata per la produzione di energia elettrica, fa parte del Comune di Sassari e del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale di Sassari – Porto Torres – Alghero.

- Il Piano Regolatore del Comune di Sassari ne prevede l'inquadramento all'interno delle maglie 37, 38 e 44 delle "Norme di Piano regolatore del Comune di Sassari";

- Il Piano Regolatore Territoriale del Consorzio per l'Area di Sviluppo Industriale di Sassari – Porto Torres – Alghero (Agglomerato Industriale di Porto Torres) lo definisce area per impianti termoelettrici.

#### **4.5 Risultati delle prime verifiche sul sottosuolo**

In alcuni degli scavi esplorativi realizzati a seguito dell'evento nella strada S, adiacente al bacino di contenimento del serbatoio BM001A, è stata riscontrata la presenza di combustibile, limitatamente allo strato di ghiaia ("tout venant") posto inferiormente al manto stradale. Tale strato di ghiaia, dello spessore medio di circa 20 centimetri, risulta inquinato in un intervallo di circa 10 centimetri.

L'elevato contrasto di permeabilità tra il livello ghiaioso (alta permeabilità) ed i sottostanti livelli di sabbia addensata e di limo (bassa permeabilità) ha condizionato il movimento del combustibile unicamente in senso orizzontale impedendone la migrazione in profondità. Nell'allegato 6.10 sono riprodotte le descrizioni stratigrafiche degli scavi conoscitivi.

In base a questi primi dati, il combustibile si è diffuso in direzione ovest, verso la strada S, interessando l'area di circa 1.000 m<sup>2</sup> evidenziata nella planimetria dell'allegato 6.11. Si stima che il volume di ghiaia raggiunta e inquinata dal combustibile sia dell'ordine di 100 m<sup>3</sup>, di cui la parte sottostante la strada S, circa 50 m<sup>3</sup>, è già stata asportata e conferita presso impianto di smaltimento autorizzato.

#### **4.6 Meccanismi di diffusione e movimento dell'Orimulsion nel sottosuolo**

È noto che miscele di idrocarburi contraddistinti da elevata viscosità a temperatura ambiente quali i bitumi e alcuni crudi hanno una mobilità molto bassa nell'ambiente sotterraneo, sia in termini di possibilità di penetrazione e movimento all'interno della porosità del terreno sia in termini di solubilizzazione da parte delle acque di infiltrazione e di presa in carico dalle stesse di sostanze inquinanti quali idrocarburi e metalli pesanti. Come conseguenza di questa scarsa mobilità, i versamenti sul suolo di questo tipo di prodotti non determinano generalmente un impatto significativo sul sottosuolo.

In base alle proprietà fisiche dell'Orimulsion (emulsione di bitume in acqua), alle specifiche caratteristiche del sottosuolo ed alle verifiche sinora condotte, è ragionevole ritenere che la mobilità dell'Orimulsion nel sottosuolo sia modesta. I principali elementi e fattori limitanti la diffusione dell'Orimulsion sono sinteticamente sviluppati nei seguenti punti.

- Orimulsion possiede alle normali temperature di stoccaggio (circa 25 °C) una viscosità elevata che ne limita la propagazione nei pori del terreno. Una volta penetrato nel terreno, la cui temperatura è tipicamente dell'ordine di 14 °C, il prodotto è sottoposto ad un processo di raffreddamento con il conseguente incremento della viscosità e ulteriore rallentamento del movimento. Questo fenomeno si amplifica rapidamente mano a mano che ci si allontana dal volume di prodotto versato, dotato di inerzia

termica, e che si viene a contatto con la matrice solida del terreno, relativamente fredda.

- La struttura particolare del sottosuolo nell'area dell'evento, caratterizzata da forti contrasti di permeabilità, ha favorito la distribuzione orizzontale del prodotto attraverso lo strato di "tout venant". È ragionevole ritenere che lo strato di sabbie addensate di riporto e le sottostanti sabbie limose in posto abbiano costituito un'efficace barriera alla migrazione verticale del combustibile sia in virtù della permeabilità significativamente minore rispetto al soprastante strato di "tout venant" sia per una maggiore capacità di scambio termico (che si riflette in un più rapido raffreddamento del prodotto) associata ad una ben maggiore superficie specifica.
- Orimulsion è un'emulsione di bitume in acqua, per sua natura instabile, stabilizzata mediante additivi disperdenti che inibiscono la coalescenza ed aggregazione delle particelle di bitume. Si ritiene pertanto che Orimulsion in corrispondenza dell'interfaccia con sedimenti medio-fini quali sabbie e sabbie limose sia sottoposto a fenomeni di pressofiltrazione per cui avviene una segregazione delle particelle solide (la cui dimensione media è di 14-20  $\mu\text{m}$ ) dalla componente acquosa. Tale processo comporta che in corrispondenza dell'interfaccia con i sedimenti medio-fini si formi una pellicola ("cake") a bassissima permeabilità che ostacola l'ulteriore movimento del combustibile.
- Una volta che è penetrato nel terreno ed ha perso, peraltro anche per evaporazione, la componente acquosa, Orimulsion riacquista le proprietà e le caratteristiche del bitume, tra cui la bassissima permeabilità che limita l'infiltrazione delle acque superficiali e la conseguente solubilizzazione di sostanze inquinanti impedendone la migrazione verticale verso gli acquiferi.

#### **4.7 Potenziali recettori**

Non si individuano recettori umani potenzialmente esposti alla eventuale contaminazione del sottosuolo. I lavoratori della centrale non sono esposti al terreno contaminato poiché l'area interessata dal versamento è interamente pavimentata.

Le acque sotterranee della falda superficiale che defluisce all'interno dei depositi di copertura sono la unica componente ambientale potenzialmente esposta a fenomeni d'inquinamento conseguenti al versamento di combustibile. Tali acque non costituiscono una risorsa idrica significativa e non sono utilizzate a scopo potabile o irriguo nell'area della centrale.

L'ambiente marino non è potenzialmente esposto ad impatti significativi poiché il combustibile versato non risulta avere raggiunto lo scarico a mare attraverso la rete fognaria e le acque sotterranee, sebbene abbiano il mare come recapito finale, non costituiscono un significativo percorso di migrazione verso il mare della potenziale contaminazione, date le specifiche condizioni idrogeologiche locali.

#### **4.8 Modello concettuale**

Sulla base dei dati attualmente disponibili è possibile sviluppare il seguente modello concettuale del sottosuolo nell'area del versamento e della dinamica della contaminazione.

- Il sottosuolo è costituito dai sedimenti sciolti di età terziaria che giacciono superiormente al substrato carbonatico. I sedimenti sciolti sono costituiti principalmente da terreni a granulometria fine (limi), con bassa permeabilità, con intercalazioni di strati a granulometria più grossolana (sabbia e ghiaia), con permeabilità più elevata.
- I sedimenti sciolti poggiano sul substrato roccioso di età mesozoica che nella parte superiore è costituito da marne e calcari-marnosi, poco permeabili, e inferiormente da calcari generalmente dotati di buona permeabilità per fessurazione e carsismo.
- La superficie topografica originale è stata regolarizzata nel corso dei lavori di costruzione della centrale. Attualmente, superiormente ai sedimenti sciolti si incontra un livello spesso pochi metri di materiale di riporto, costituito da sabbie compatte ed addensate, su cui è generalmente collocato uno strato di ghiaia che costituisce il sottofondo stradale e dei vari manufatti.
- Gli strati permeabili dei sedimenti sciolti di età terziaria costituiscono dei livelli acquiferi al cui interno è presente una circolazione idrica sotterranea diretta verso il mare che costituisce la falda superficiale. Tale circolazione è modesta e condizionata dal regime delle precipitazioni: non costituisce pertanto una risorsa idrica significativa.
- Il substrato calcareo costituisce un acquifero di importanza regionale, non sfruttato però nell'area della centrale, in cui si sviluppa la circolazione idrica profonda.
- La migrazione verticale di eventuali sostanze inquinanti rilasciate in superficie verso gli strati acquiferi è limitata dagli strati limosi superficiali a bassa permeabilità. La falda profonda è ulteriormente protetta dalle marne e dai calcari-marnosi, poco permeabili, che la isolano dalla falda superiore.
- L'Orimulsion fuoriuscito dal bacino è penetrato nel sottosuolo, migrando secondo una componente principalmente orizzontale all'interno dello strato di ghiaia con funzioni di sottofondo e rimanendo confinato nello strato stesso. La migrazione del combustibile è controllata sia dalle caratteristiche fisiche del combustibile, la cui mobilità si riduce con il ridursi della temperatura, sia dalla natura litologica e dalla geometria degli strati a maggiore permeabilità.

Il modello è sviluppato sulla base delle attuali conoscenze del sito e pertanto passibile di modifiche e affinamenti dipendenti dall'acquisizione di ulteriori dati specifici del sito.

## **5 Piano di investigazione iniziale**

È attualmente in corso di svolgimento uno studio di caratterizzazione finalizzato a:

- definire l'assetto geologico, litostratigrafico ed idrogeologico locale nella zona del serbatoio BM001A ;
- valutare l'estensione della contaminazione nel sottosuolo confermando che le acque sotterranee costituenti la falda idrica superficiale nei terreni di copertura non siano interessate dall'evento;
- confermare che l'evento non abbia determinato alcun impatto sul fondale marino nella zona prospiciente la centrale.

Il programma di lavoro prevede:

- la realizzazione di 7 sondaggi meccanici spinti nella zona vadosa sino alla profondità stimata di 4-5 metri dal piano campagna e che comunque non raggiungeranno la falda acquifera, la cui superficie freatica dovrebbe collocarsi a circa 5 metri di profondità;
- l'installazione di 6 pozzi di monitoraggio per il controllo della dinamica di flusso delle acque sotterranee e della qualità delle stesse;
- il prelievo e l'analisi in laboratorio di campioni di terreno e acque sotterranee;
- l'ispezione visiva dei fondali marini antistanti la centrale;
- il prelievo e l'analisi in laboratorio di campioni di terreno, acque sotterranee e sedimenti marini.

Nei seguenti paragrafi vengono dettagliate le singole attività.

### **5.1 Sondaggi meccanici nella zona vadosa**

Verranno perforati 7 sondaggi meccanici a rotazione con carotaggio a secco, diametro 101/127 mm. Alcuni sondaggi verranno realizzati all'interno del bacino di contenimento del serbatoio BM001A e nel bacino adiacente. I rimanenti verranno realizzati nelle aree circostanti ai bacini, nei punti indicativamente segnalati nella Figura dell'allegato 6.12.

Per la realizzazione dei sondaggi all'interno dei bacini verrà utilizzata una perforatrice con centralina idraulica alimentata con motore diesel separata dall'unità rotary di perforazione.

La centralina verrà collocata all'esterno del bacino mentre il gruppo rotary verrà posizionato all'interno dei bacini per mezzo di una gru.

I sondaggi esterni al bacino potranno essere realizzati dalla perforatrice idraulica tradizionale montata su carro gommato o cingolato con cui verranno anche realizzati i pozzi di monitoraggio.

Le perforazioni verranno realizzate con tecniche idonee ad impedire la veicolazione in profondità della contaminazione eventualmente presente negli strati superficiali, conformi alle indicazioni ASTM (norma D4700-91), EPA e D.M. 471/99; saranno spinte sino ad una profondità massima di 4-5 metri dal piano campagna e comunque non raggiungeranno la superficie freatica. L'attraversamento dei terreni sciolti avverrà senza l'utilizzo di fluidi di perforazione: qualora vengano incontrati orizzonti litoidi o cementati si valuterà se sospendere la perforazione o utilizzare fluidi di perforazione in modo limitato e controllato.

Le perforazioni avverranno sotto la supervisione di un geologo specializzato in contaminazione del sottosuolo che provvederà ad annotare la successione stratigrafica, la natura dei terreni attraversati e le eventuali evidenze di potenziale contaminazione. Il terreno verrà campionato ad intervalli di un metro di profondità o in corrispondenza dei livelli potenzialmente contaminati: un'aliquota di terreno verrà sottoposta ad uno screening in sito per la presenza di sostanze organiche volatili utilizzando un fotoionizzatore portatile, la parte rimanente verrà conservata per le analisi chimiche di laboratorio. I reperti di terreno verranno riposti in cassette catalogatrici e fotografati.

Nel corso dei sondaggi verranno prelevati campioni di terreno anche per la determinazione in laboratorio della distribuzione granulometrica dei grani e della permeabilità.

Al termine della perforazione i fori verranno sigillati con miscela ternaria autorindurente dotata di bassa permeabilità.

## **5.2 Pozzi di monitoraggio**

Si prevede l'installazione di 6 pozzi per il monitoraggio della qualità delle acque sotterranee appartenenti alla falda superficiale che circola nei terreni sciolti della copertura sedimentaria. I pozzi di monitoraggio verranno ubicati all'esterno del bacino di contenimento del serbatoio BM001A, a valleflusso dello stesso, come indicato nella Figura dell'allegato 6.12.

I pozzi di monitoraggio saranno realizzati secondo la procedura operativa indicata nei seguenti punti, in linea con la norma ASTM D5092-90.

1. Perforazione a carotaggio continuo a secco con diametro finale di 130 mm. La perforazione raggiungerà una profondità tale da penetrare per almeno cinque metri all'interno dell'acquifero. La penetrazione nel corpo acquifero potrà essere minore

laddove per ragioni di assetto stratigrafico non si voglia attraversare orizzonti basali a bassa permeabilità.

2. Prelievo di campioni di terreno in corso di perforazione ad intervalli di 1 metro (fino a 3 metri sotto la superficie freatica) ed esecuzione dell'analisi di spazio di testa (Head Space Analysis) con fotoionizzatore portatile per la misura della concentrazione totale dei composti organici volatili presenti nel gas interstiziale.
3. Rilievo della stratigrafia ed esame organolettico dei terreni attraversati a cura di un geologo specializzato e conservazione delle carote estratte in apposite cassette catalogatrici che verranno riposte in sito. Verrà posta particolare attenzione a riconoscere evidenze di potenziale contaminazione.
4. Prelievo di campioni di terreno da destinare ad analisi di laboratorio. Il campionamento verrà effettuato immediatamente a seguito dell'estrazione del terreno dal carotiere.
5. Completamento del foro di sondaggio con piezometro a tubo aperto in PVC microfessurato in corrispondenza della falda e cieco nel tratto rimanente, avente diametro 2". Nel tratto fessurato sarà costituito un dreno nello spazio anulare compreso tra il piezometro e il foro con ghiaia lavata. Il tratto cieco sarà isolato con un sigillo di bentonite e superiormente riempito con materiale di risulta; a testa pozzo il piezometro verrà cementato per evitare infiltrazioni di acqua dalla superficie. Particolare attenzione verrà posta nella realizzazione del sigillo bentonitico qualora la falda risulti in pressione, confinata superiormente da livelli a bassa permeabilità.
6. Sviluppo del pozzo mediante elettropompa sommersa o air-lift fino a chiarificazione delle acque e determinazione della quota della testa pozzo riferita allo "zero" di stabilimento. La testa pozzo verrà protetta con un idoneo manufatto.

### **5.3 Ispezione del fondale marino**

Verrà condotta una ispezione del fondale marino nell'area antistante la centrale, allo scopo di confermare l'assenza di idrocarburi riconducibili all'evento.

L'ispezione sarà principalmente di tipo visivo e sarà effettuata da sommozzatori professionali, supportati da un'imbarcazione d'appoggio.

Nel corso dell'ispezione verranno prelevati sia reperti di materiale potenzialmente contaminato da idrocarburi, eventualmente rinvenuti, sia sedimenti di fondo per le successive analisi di laboratorio.

Si prevede il campionamento dei sedimenti in 10 punti disposti secondo transetti posti a distanza crescente dallo scarico della centrale, la cui ubicazione verrà determinata con strumentazione GPS o DGPS.

#### **5.4 Prelievo, conservazione e gestione dei campioni**

Il campionamento dei terreni avverrà utilizzando una spatola in acciaio inox che verrà opportunamente decontaminata dopo ogni singola operazione. Il tecnico incaricato dei campionamenti indosserà guanti monouso che provvederà a sostituire dopo ogni singola operazione di campionamento.

Il campionamento delle acque sotterranee avverrà dopo avere provveduto allo spurgo del pozzo, rimuovendo un volume di acqua pari a circa 3 volte il volume saturo del pozzo. Contestualmente si procederà alla determinazione in sito dei parametri chimico-fisici (pH, temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, potenziale RedOx) con strumenti portatili. Lo spurgo ed il campionamento verranno effettuati utilizzando una pompa centrifuga sommergibile o un campionatore tipo "bailer" monouso in polietilene. Il tecnico incaricato dei campionamenti indosserà guanti monouso che provvederà a sostituire dopo ogni singola operazione di campionamento.

I reperti di materiale ed i sedimenti verranno prelevati dal fondale marino direttamente mediante i contenitori all'interno dei quali verranno inviati al laboratorio d'analisi.

Tutti i campioni verranno conservati all'interno di contenitori in vetro o polietilene, nuovi, forniti direttamente dal laboratorio di analisi chimiche a cui verrà affidata l'esecuzione delle analisi. I contenitori destinati alla conservazione dei campioni di acqua verranno forniti dal laboratorio già con gli idonei conservanti atti a prevenire l'alterazione dei campioni.

~~Ogni campione verrà contrassegnato con un codice identificativo, la data e l'ora di prelievo, il nome dell'incaricato. I dati verranno inoltre riportati su una scheda ("Chain of Custody") che accompagnerà i campioni sino alla consegna al laboratorio d'analisi.~~

I contenitori dei campioni destinati alle determinazioni relative alle sostanze organiche verranno mantenuti ad una temperatura di  $4^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  sino alla consegna al laboratorio d'analisi.

#### **5.5 Decontaminazione delle attrezzature di perforazione**

Le attrezzature di perforazione verranno decontaminate dopo avere attraversato livelli contaminati e comunque al termine di ogni sondaggio. La decontaminazione avverrà mediante getto di vapore ed acqua ad alta pressione (idropulitrice) in una zona della centrale specificamente dedicata: i reflui di risulta verranno raccolti ed adeguatamente trattati e smaltiti.

#### **5.6 Analisi di laboratorio**

Si prevede il seguente programma di analisi e test di laboratorio:

**Centrale Termoelettrica Fiume Santo**  
Località Cabu Aspru - Sassari  
07046 Porto Torres (SS) C.P. 224  
Tel. 079551700 Fax 079551503

- 30 analisi chimiche su campioni di terreno,
- 6 analisi chimiche su campioni di acqua di falda,
- 10 analisi granulometriche (setacciatura e sedimentazione) su campioni di terreno,
- 10 analisi chimiche su campioni di sedimenti marini,
- 5 prove di permeabilità (permeometro o edometro) su campioni indisturbati di terreno prelevati in corrispondenza di strati a bassa permeabilità.

Si prevede la determinazione dei seguenti parametri attraverso analisi chimiche di laboratorio:

- idrocarburi leggeri C<12 e pesanti C>12;
- metalli (Cu, Pb, As, Cd, Cr, Ni, Zn, Hg, V);
- idrocarburi aromatici;
- idrocarburi policiclici aromatici.

Le analisi verranno effettuate da un laboratorio d'analisi chimiche italiano accreditato, adottando metodologie CNR-IRSA e EPA o comunque in linea con le indicazioni del D.M. 471/99 anche per quanto attiene ai limiti di rilevabilità.



*Regione Autonoma della Sardegna*  
*Il Direttore del Servizio Gestione Rifiuti e Bonifica Siti Inquinati*

Determinazione n° 1531/III

Oggetto: Approvazione del Piano di Caratterizzazione del sottosuolo e indagine a mare a seguito della perdita di Orimulsion dal bacino di contenimento del serbatoio BM001A.

VISTO lo Statuto speciale per la Sardegna e le relative norme di attuazione.

VISTE le norme in materia di tutela dell'aria, dell'acqua e del suolo.

VISTO il D.Lgs n° 22/97 e in particolare l'art.17 ;

VISTO il decreto dell'Assessore Regionale degli Affari Generali n.879/p in data 17.05.2000 con il quale al dirigente Ing. Francesco Ullu sono conferite le funzioni di Direttore ad interim del Servizio gestione Rifiuti e Bonifica dei Siti Inquinati presso l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente

VISTO il DM 25/10/1999 n° 471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'art.17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n° 22 e successive modificazioni ed integrazioni;

CONSIDERATO che il 9 febbraio 2000, nella Centrale Termoelettrica di Fiume Santo (SS), di proprietà della Società Elettrogen, a seguito della rottura di una tubazione all'interno del bacino di contenimento del serbatoio BM001A contenente Orimulsion 400, si è verificata la fuoriuscita del prodotto all'interno del bacino stesso per una quantità stimata intorno ai 700 m<sup>3</sup>. Il combustibile, per una trafilatura della parete del bacino di contenimento, scorrendo al di sotto della superficie di calpestio e muovendosi parallelamente alla stessa aveva interessato il circuito fognario adiacente al serbatoio.



*Regione Autonoma della Sardegna*

- RILEVATO** che la Società Elettrogen ha trasmesso, ai sensi dell'art. 7 del D.M. 25/10/99 n. 471 in data 11.02.2000 e protocollata in data 14.02.2000 con Prot. n. 3505, la Notifica comunicante la perdita di Orimulsion e, in data 13.02.2000 e protocollata in data 15.02.2000 con Prot. n. 3753, la Comunicazione degli interventi di messa in sicurezza.
- RILEVATO** che la Società Elettrogen ha trasmesso, in data 17.02.2000 comunicazione sullo Stato di avanzamento degli interventi di messa in sicurezza di cui al D.M. 471/99.
- RILEVATO** che la Società Elettrogen ha trasmesso, in data 03.03.2000 comunicazione sullo Stato di avanzamento degli interventi di messa in sicurezza di cui al D.M. 471/99.
- RILEVATO** che la Società Elettrogen ha trasmesso in data 10.03.2000 e protocollato in data 14.03.2000 con Prot. n° 7286 il Piano di caratterizzazione redatto, con la consulenza tecnica della Società Dames & Moore, ai sensi del D.M. n° 471/99; nella stessa data, del 10.03.2000, con Prot. n. 7148 del 13.03.2000, veniva anticipata via fax copia del frontespizio, dell'indice e della relazione di sintesi del suddetto documento.
- RILEVATO** che la Società Elettrogen ha presentato in data 7.09.2000, protocollato il 12.09.2000 con Prot. 24480, il documento conclusivo nel quale la Società incaricata Dames & Moore riassume i risultati delle indagini analitiche condotte nel sottosuolo e nell'ambiente marino antistante la Centrale. Al suddetto documento conclusivo, intitolato "Caratterizzazione del sottosuolo e indagine a mare a seguito della perdita di Orimulsion dal bacino di contenimento del serbatoio BM001A", sono allegati una videocassetta e un CD-Rom contenenti le riprese subacquee condotte nel tratto di mare antistante la Centrale e lo stato di avanzamento attività.
- CONSIDERATO** che, in seguito alla riunione tenutasi il 14 marzo 2000, il Sottosegretario di Stato al Ministero dell'Ambiente On. Valerio Calzolaio incaricava l'ICRAM di compiere accertamenti in merito all'eventualità che residui di combustibile Orimulsion 400 avessero inquinato le acque, i fondali e le coste del Golfo dell'Asinara.
- VISTA** la relazione di sopralluogo effettuato presso la Centrale Termoelettrica di Fiume Santo nelle giornate del 23 e 24 marzo 2000 dal Servizio IAR del



*Regione Autonoma della Sardegna*

Ministero dell'Ambiente, come da invito del Sottosegretario di Stato al Ministero dell'Ambiente On. Valerio Calzolaio.

VISTA

la relazione dell'ICRAM, datata 30.03.2000 con la quale si rimane in attesa di disporre dei risultati delle analisi di laboratorio, volte a determinare la sussistenza di relazioni tra i campioni di bitume prelevati sulle coste ispezionate e il combustibile sversato in mare attraverso lo scarico dei reflui termici e delle acque piovane della Centrale Termoelettrica.

VISTA

la relazione del Presidio Multizonale di Prevenzione della A.U.S.L. n. 1 di Sassari, protocollata l'11.04.2000 con n. 10512, sulle indagini analitiche svolte per accertare:

1. la relazionabilità tra i residui bituminosi nei reperti ambientali dei litorali di Fiume Santo, Platamona, Stintino, Badesi ed Asinara ed il combustibile Orimulsion 400 fuoriuscito dal bacino di contenimento;
2. lo sversamento in mare del combustibile attraverso l'impianto fognario interessato dalla perdita;
3. il superamento dei limiti normativi dello scarico a mare delle acque di raffreddamento della CTE- gruppi 3 e 4.

RILEVATO

che i contenuti del Piano di Caratterizzazione possono essere così riassunti:

la Centrale di Fiume Santo è inserita in un territorio destinato principalmente alle attività industriali, in adiacenza al litorale del golfo dell'Asinara, all'estremo occidentale dell'estesa area industriale di Porto Torres. Il territorio è costituito da un tavolato sub-pianeggiante che si raccorda con la piana costiera, ampia circa 150 metri.

La linea di costa è bassa, con fondale sabbioso. Ad est della foce del Fiume Santo, che scorre lungo il limite orientale della centrale, si colloca la Spiaggia di Fiume Santo.

Il serbatoio BM001A è situato in su una vasta spianata artificiale, con quota del piano di campagna in corrispondenza del serbatoio di circa 7 m s.l.m.

Lo studio di caratterizzazione è stato finalizzato a stabilire se il versamento di combustibile ha determinato un impatto sul sottosuolo della centrale e sui sedimenti marini del tratto di mare antistante la



## Regione Autonoma della Sardegna

centrale stessa, in particolare attraverso il conseguimento di specifici obiettivi:

- definire dell'assetto geologico, litostratigrafico ed idrogeologico locale nella zona dell'evento accidentale;
- valutare l'estensione della contaminazione nella zona vadosa con riferimento alle indicazioni del D.M. 471/99, stimando il volume di terreno contaminato;
- valutare la qualità delle acque sotterranee con riferimento alla normativa sopra indicata, installando una rete di pozzi di monitoraggio che consenta di effettuare controlli periodici;
- verificare che l'incidente non abbia determinato alcun impatto sul fondale marino nella zona prospiciente la centrale;
- definire le linee guida per le azioni correttive eventualmente necessarie fornendo una stima di massima dei costi associati.

Tale studio di caratterizzazione ha compreso:

- la realizzazione di 9 (in un primo studio erano stati previsti 7) sondaggi meccanici attraverso la porzione insatura del terreno;
- l'installazione di 8 (inizialmente se ne prevedevano 6) pozzi di monitoraggio per il controllo della dinamica di flusso e della qualità delle acque sotterranee;
- l'ispezione visiva dei fondali marini antistanti la centrale;
- il prelievo e l'analisi in laboratorio di campioni di terreno, acque sotterranee e sedimenti marini.

Dall'esame dello studio si possono evincere in sintesi i seguenti elementi:

### STIMA DEI VOLUMI DI TERRENO CONTAMINATO E INTERVENTI DI EMERGENZA

Da una prima stima il terreno contaminato è stato valutato in circa 1500-2000 m<sup>3</sup>. Di questi circa 50 m<sup>3</sup> erano costituiti da terreno situato sotto la strada che costeggia il lato ovest del bacino e sono stati rimossi nell'ambito degli interventi urgenti di messa in sicurezza e conferiti presso centri di smaltimento autorizzati. Una parte, circa 25 m<sup>3</sup> era



## Regione Autonoma della Sardegna

costituita da bitume da pulizia del bacino e altri 30 m<sup>3</sup> circa provenivano dalla pulizia del sistema fognario intercettato e isolato.

### CARATTERIZZAZIONE DEL SITO E FORMULAZIONE DEL MODELLO CONCETTUALE

Sulla base dei dati raccolti il combustibile si è diffuso nel sottosuolo, in direzione ovest, verso la strada S, interessando un'area di circa 1000 m<sup>2</sup>. Poiché il combustibile in questione ha, a temperatura ambiente, elevata viscosità e dunque scarsa mobilità nell'ambiente sotterraneo si conclude che l'impatto sul sottosuolo non è significativo. L'Emulsione, avendo perso la componente acquosa una volta penetrato nel terreno, riacquista le proprietà di bitume e dunque una bassissima permeabilità, fatto questo che limita l'infiltrazione delle acque superficiali e la conseguente solubilizzazione di sostanze inquinanti impedendone la migrazione verticale verso gli acquiferi.

Non si individuano recettori umani esposti alla contaminazione del sottosuolo; non si individuano impatti significativi sull'ambiente marino, né attraverso la rete fognaria, né attraverso le acque sotterranee. La falda profonda non risulta essere stata contaminata.

Le analisi sui sedimenti marini e l'ispezione visiva non hanno evidenziato contaminazioni in atto.

### VISTA

la comunicazione dell'Amministrazione Provinciale di Sassari, datata 21.06.2000 si evince che gli interventi immediati attivati sono stati il recupero del combustibile dal bacino di contenimento e il suo trasferimento all'interno del serbatoio. Sostituzione del tratto di tubazione interessato dalla rottura con un pezzo speciale diverso da quello realizzato in origine. Pulizia con attrezzature alta pressione delle superfici interne al bacino; bonifica del tratto di strada circostante il bacino con asportazione della terra interessata dallo versamento nella strada limitrofa per una profondità di circa 70 cm ed una superficie di circa 1600 m<sup>2</sup>. Tutte le terre e i materiali contaminati quantificati in Kg 643.540 come rilevato dai registri, sono stati smaltiti in discarica 2B per rifiuti speciali Ecosesto S.p.A.



*Regione Autonoma della Sardegna*

**VISTA**

la comunicazione del 5.01.2001 Prot. 199 dell'Amministrazione Provinciale di Sassari risulta che sono state eseguite le verifiche sui lavori di bonifica del tratto di strada interna il cui sottosuolo è interessato dal passaggio del combustibile proveniente dalle perdite verificatesi nel bacino. Tali lavori hanno comportato lo smantellamento dello strato di asfalto e la scarificazione delle terre inquinate, controllati con diversi successivi carotaggi, fino alla quota corrispondente al primo strato di terreno che è risultato integro. Successivamente sono state ripristinate con del nuovo materiale le quote al livello originario, escluso lo strato di asfalto. I tecnici provinciali hanno accertato l'asportazione, in tempi diversi, determinati dalle varie fasi di carotaggio ed analisi, inizialmente di 68 tonnellate ed in seguito di 33 tonnellate di terreno risultante inquinato. Queste terre sono state conferite in discarica 2B.

I dati riportati nella suddetta comunicazione circa il volume di terreno asportato sono in seguito risultati errati, e sono stati rettificati in sede di conferenza servizi dal rappresentante dell'Amministrazione Provinciale di Sassari; il dato corretto è di 643 tonnellate.

**VISTE**

le risultanze della conferenza dei servizi ai termini dell'art 14 della legge 241/90 convocata dall'Amministrazione Regionale con nota n.º34471 in data 20/12/2000 alla quale hanno partecipato l'Amministrazione Regionale, l'Amministrazione Provinciale di Sassari, il PMP della ASL n.º 1 di Sassari, l'Amministrazione Comunale di Sassari, la Società Elettrogen S.p.A. e la Società Dames & Moore, dalla quale è emerso che appariva necessario integrare il Piano di Caratterizzazione con la descrizione dettagliata delle operazioni di messa in sicurezza d'emergenza con i dati e le informazioni circa le iniziative ed i risultati delle indagini condotte dalle Autorità nello stesso periodo, e, infine, che occorreva indagare tutte le ipotesi di intervento, come previsto dal D.M. 471/99 al fine di adottare tra le ipotesi considerate quella tecnicamente migliore ed economicamente compatibile. Nel caso in cui fosse stato previsto l'intervento di messa in sicurezza appariva necessaria un'analisi di rischio secondo quanto previsto dal D.M. 471/99.

**CONSIDERATO** che la società Elettrogen ha trasmesso in data 10.01.2001 con Prot.nº 702 del 15.01.2001 il documento "Appendice al Piano di Caratterizzazione" con i seguenti allegati:



*Regione Autonoma della Sardegna*

- Bollettini di analisi delle acque pozzi di monitoraggio.
- Relazione del PMP della A.U.S.L. N° 1 inerente le sostanze bituminose rinvenute sulle spiagge del litorale nord-occidentale.
- Comunicato della Procura della Repubblica di Sassari del 17.03.2000.
- ~~Verbale della riunione straordinaria dell'11.05.2000 della~~  
Commissione Tecnica di Controllo.

**VISTE**

le risultanze della conferenza dei servizi convocata con nota n.11 del 3.01.2000 ai termini dell'art 14 della legge 241/90 in data 19/01/2001 alla quale hanno partecipato l'Amministrazione Regionale, l'Amministrazione Provinciale di Sassari, il PMP della ASL n° 1 di Sassari, l'Amministrazione Comunale di Sassari, l'Amministrazione Comunale di Porto Torres, la Società Elettrogen S.p.A. e la Società Dames & Moore, nel corso della quale i partecipanti hanno espresso parere favorevole sull'approvazione del piano di caratterizzazione relativamente alla caratterizzazione dell'area interna dello stabilimento. Nella suddetta conferenza è stato inoltre determinato che, per quanto riguarda la spiaggia di Fiumesanto, appare necessario acquisire i risultati delle analisi dell'ICRAM ai fini della valutazione dell'esigenza o meno di un supplemento di indagine circa la presenza di Orimulsion nell'area limitrofa allo stabilimento e si rimanda alla fase di approvazione del Progetto Preliminare l'analisi dei possibili interventi di bonifica e di messa in sicurezza permanente.

**VISTA**

la relazione istruttoria predisposta dall'Ufficio Gestione Rifiuti in data 22.01.2001.

**RITENUTO**

~~conseguentemente di poter provvedere alla formalizzazione del relativo~~  
provvedimento.

**CONSIDERATO**

che il presente atto lascia impregiudicata l'adozione di ulteriori provvedimenti prescrittivi, in dipendenza di successive norme e regolamenti, anche regionali, più restrittivi che dovessero intervenire.

**RITENUTO**

di far salve le eventuali autorizzazioni, prescrizioni e concessioni di competenza di altri enti.

**PER QUANTO**

di competenza in materia di bonifica siti inquinati in relazione al fatto che il sito inquinato è di interesse di più Comuni.



## Determina

Art.1: Sulla base delle conferenze dei servizi tenutesi in data 20/12/2000 e 19/01/2001 presso l'Assessorato della Difesa dell'Ambiente è approvato il progetto presentato dalla Società Elettrogen e redatto dalla società Dames & Moore "Piano di Caratterizzazione del sottosuolo e indagine a mare a seguito della perdita di Orimulsion dal bacino di contenimento del serbatoio BM001A".

Art.2. All'atto della progettazione preliminare dovranno esser approfonditi tutti gli aspetti evidenziati nel corso delle conferenze dei servizi e riportati in premessa.

Art.3. L'approvazione del Progetto Preliminare è legata ai risultati delle analisi dell'ICRAM al fine di stabilire la necessità di approfondire lo studio con la caratterizzazione della spiaggia di Fiume Santo e decidere in merito a eventuali interventi di ulteriore indagine e monitoraggio.

Il presente provvedimento dovrà essere pubblicato per estratto sul Buras.

04 LUG 2001

Il Direttore del Servizio ad interim

Ing. Francesco ULLU

*Amelia Ullu*

Ing. C.C./Sett.G.R. *CC*

Dr.ssa F.L./Coord. Sett.G.R. *FL*



endesa Italia

Notifica episodio acqua sporca

Recomendato R.A.

→ **Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio**  
Via Cristoforo Colombo, 44  
00147 ROMA

**Regione Autonoma Sardegna**  
*Assessorato della Difesa dell'Ambiente*  
Via Roma, 84  
09100 CAGLIARI

**Prefetto di Sassari**  
Piazza d'Italia, 31  
07100 SASSARI

**Provincia di Sassari**  
*Settore Ambiente e Risorse del Territorio*  
Piazza d'Italia, 31  
07100 SASSARI

**Sindaco del Comune di Sassari**  
Piazza del Comune  
07100 SASSARI

**Sindaco del Comune di Porto Torres**  
Piazza Umberto I  
07046 PORTO TORRES

**A.S.L. n°1**  
*Direzione Sanitaria*  
Via Monte Grappa, 82  
07100 SASSARI

**A.S.L. n°1**  
*Presidio Multizonale di Prevenzione*  
Via Rockefeller, 56/58  
07100 SASSARI

**Capitaneria di Porto**  
Via del Mare, 1  
07046 PORTO TORRES

ENDESA - C.le Fiume Santo	
Data	Protocollo N°
DIR	El. Dati
V. dir	Prog.
ESE	Mec.
MMC	Carp.
MER	Civ.
Amm.	Elet.
Acq.	Calc.
Pers.	Reg.
Sic.	Log.
Comb.	CET 1-2
Chim.	CET 3-4

Fiume Santo 13 novembre 2003

Prot. n° 1974

Oggetto: Notifica ai sensi del DM 25/10/99 n°471

Il 12 novembre 2003, alle ore 11,10 circa, durante un giro di ispezione è stata notata una macchia di sostanza oleosa nella canale di scarico all'interno della centrale.

Centrale Termoelettrica Fiume Santo  
Località Cabu Aspru - Sassari  
C.P. 224 - 07046 - Porto Torres  
Tel. 079/551.700 - Fax 079/551.503

ENDESA ITALIA S.r.l. - Sede Legale - Roma - Via Mandili, 9 - C.F. e R.I. n° 13239230107 - R.E. 373 - P.I. n° 06765031007 - Capitale Sociale € 859.900.000,00

Sono state subito promosse le necessarie verifiche ed i piani di intervento; è stata data immediata informativa a Capitaneria di Porto, ASL, Comune di Porto Torres, Comune di Sassari e Provincia di Sassari; contemporaneamente è stato predisposto un servizio preventivo di sorveglianza in mare con imbarcazioni antinquinamento.

La presenza delle iridescenze di olio combustibile, nelle acque di raffreddamento, è stata causata da una infiltrazione di acqua sporca di olio combustibile accumulata in una condotta di ispezione, passante sotto il piano della sala macchine.

Alle 11,30 circa, onde evitare problemi di contaminazione delle acque di mare si è proceduto a:

- 1) spegnere il gr.2 riducendo il flusso delle acque di raffreddamento (il gr.1 non era in servizio)
- 2) posizionare delle barriere fisse lungo il canale di scarico per il trattamento delle sostanze oleose
- 3) posizionare barriere su più livelli di panne assorbenti
- 4) predisporre un servizio di ispezione per il controllo ed eventuale recupero in mare di olii surnatanti anche tramite battelli della Società Sarda Antinquinamento
- 5) aspirare tramite autospurgo l'acqua sporca di olio contenuta nel canale di scarico e delimitata dalle panne.
- 6) Individuare la causa del rilascio anomalo di olio combustibile nell'acqua di raffreddamento condensatori.

La presenza delle iridescenze di olio combustibile, nelle acque di raffreddamento, è stata causata da una infiltrazione di acqua sporca di olio combustibile accumulata in una condotta di ispezione, passante sotto il piano della sala macchine

L'incidente si è rivelato di dimensioni modeste e l'area comunque continua a restare delimitata con barriere fisse e galleggianti per evitare qualsiasi dispersione della sostanza.

Nel dare la piena disponibilità di ulteriori chiarimenti Vi informiamo che la presente sarà integrata in maniera esaustiva al termine di tutti gli accertamenti.

Il Capo Centrale  
*Francesco Capriotti*



endesa Italia

Fiume Santo, 11 dicembre 2003

Prot. n° 2143

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela del  
Territorio**

Via Cristoforo Colombo, 44  
00147 ROMA

**Regione Autonoma Sardegna**  
*Assessorato della Difesa dell'Ambiente*

Via Roma, 84  
09100 CAGLIARI

**Prefetto di Sassari**

Piazza d'Italia, 31  
07100 SASSARI

**Provincia di Sassari**

*Settore Ambiente e Risorse del Territorio*  
Piazza d'Italia, 31  
07100 SASSARI

**Sindaco del Comune di Sassari**

Piazza del Comune  
07100 SASSARI

**Sindaco del Comune di Porto Torres**

Piazza Umberto I  
07046 PORTO TORRES

**A.S.L. n°1**

*Direzione Sanitaria*  
Via Monte Grappa, 82  
07100 SASSARI

**A.S.L. n°1**

*Presidio Multizonale di Prevenzione*  
Via Rockefeller, 56/58  
07100 SASSARI

**Capitaneria di Porto**

Via del Mare, 1  
07046 PORTO TORRES

**Oggetto: Incidente del 12/11/03 - Piano di caratterizzazione -  
Messa in sicurezza di emergenza - Bonifica - ai sensi del DM  
25/10/99 n°471**



endesa Italia

Si trasmette, in allegato, la relazione relativa all'oggetto.

Come più dettagliatamente riportato nella suddetta relazione e negli allegati prodotti, avallati dalle analisi del PMP e dalle note degli Enti che hanno presenziato alla messa in sicurezza di emergenza ed alla successiva bonifica, si ritiene che l'incidente sia stato da subito controllato e che lo stesso non abbia apportato particolari situazioni all'ambiente marino né al tratto costiero limitrofo alla Centrale e non ha interessato il terreno circostante, essendo rimasto confinato all'interno del canale di scarico e della Centrale.

Si richiede pertanto che l'evento sia da ritenersi concluso nel suo iter e si possa procedere all'archiviazione.

Si fa anche presente che, come concordato con l'ing. Emilio Tassoni nell'incontro del 28/10/03, stiamo per procedere alla presentazione del piano di caratterizzazione dell'intero sito di proprietà della Centrale.

*Cordiali saluti*

Il Capo Centrale  
Francesco Capriotti  
*Francesco Capriotti*

All. c.s.

Chiamata inaudita segue disce

**REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE  
AZIENDA UNITA' SANITARIA LOCALE N° 1**

Via Monte Grappa 82 - 07100 Sassari  
Tel. 079 2061000      Codice Fiscale 92005870909      Casella postale 132

**PRESIDIO MULTIZONALE DI PREVENZIONE**

Via Rockefeller n° 58 - 07100 SASSARI  
Tel. 079/2835384.5 - fax. 079/02835315  
"Laboratorio Riconosciuto ISS ORL N° 021"

Prot. n. 11767/PMP/03  
Rif. Prot. 1974 del 13.11.03 Soc. ENDESA

Sassari, 09 DIC. 2003

All' **Assessorato Regionale Difesa dell'Ambiente**  
**Via Roma, 80**  
**09125 CAGLIARI**

All' **Amministrazione Provinciale di Sassari**  
**Piazza d'Italia**  
**07100 SASSARI**

All' **Sindaco del Comune di Porto Torres**  
**Piazza del Comune**  
**07046 PORTO TORRES**

All' **Sindaco del Comune di Sassari**  
**Piazza del Comune**  
**07100 SASSARI**

All' **Dipartimento di Prevenzione**  
**Azienda U.S.L. n° 1 Sassari**  
**07100 SASSARI**

Alla **Società ENDESA**  
**Località Fiume Santo**  
**07100 SASSARI**

ENDESA - C.le Fiume Santo	
Data	Protocollo N°
10 DIC. 2003	2138
DIR	El. Dati
V. dir	Prog.
ESE	Mecc.
M/MC	Carp.
MER	Civ.
Amm.	Elet.
Acq.	Calc.
Pers.	Reg.
Sic.	Log.
Comb.	ICET 1-2
Chim.	ICET 3-4



50 Copie x lettere Post. p<sup>o</sup>

e p.c. **Ministero dell'Ambiente**  
**Divisione Gestione Rifiuti e Siti Inquinati**  
**c.a. Dott. Mascazzini**  
**ROMA**

e p.c. **Capitaneria di Porto di Porto Torres**  
**07046 PORTO TORRES**

Oggetto : sversamento olio combustibile - incidente del 12.11.03 - DM 25/10/99 n°471.

Per gli atti di pertinenza di ciascuna Amministrazione si trasmettono in allegato le certificazioni analitiche relative ai controlli effettuati dal 12 al 25 Novembre u.s. relativi alla perdita di olio combustibile nelle acque di raffreddamento della C.T.E Gruppi 1 e 2 della Società Endesa di Fiume Santo.

Come si può evincere dalle certificazioni allegate, pur non essendo previsto il parametro oli minerali in uno scarico termico, gli accertamenti effettuati, finalizzati alla ricerca e quantificazione di tali composti, stante l'incidente verificatosi e segnalato a norma del DM 471/99, non hanno evidenziato il superamento del valore limite previsto per il corpo recettore (mare) dal D.Lgs 152/99 e successive modificazioni. Si fa notare inoltre che nei campioni di sabbia prelevati in data 12 novembre, non si sono riscontrati valori del parametro *oli minerali* al di sopra del limite di rilevabilità del metodo.

Per quanto prima espresso, si ritiene che l'incidente non abbia apportato particolari situazioni all'ambiente idrico marino né al tratto costiero limitrofo alla Centrale Termoelettrica.

Distinti Saluti



IL RESPONSABILE P.M.P.  
(Dr. Giuseppe De Luca)

A handwritten signature in black ink, appearing to read "G. De Luca", written over the typed name of the responsible official.