



AGENZIA REGIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE DELLA SARDEGNA

ARPAS

Direzione generale

**PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE  
DELLA LAGUNA DI SANTA GILLA E DELLO STAGNO DI CAPOTERRA**

**RELAZIONE CONCLUSIVA**

**Maggio 2007**

## Indice

|  |    |
|--|----|
| PREMESSA   | 3  |
| 1. METODOLOGIA DI CAMPIONATURA ED ANALISI                  | 4  |
| 1.1. Organismi necto-bentonici                             | 4  |
| 1.2. Colonna d'acqua                                       | 7  |
| 2. RISULTATI DEL MONITORAGGIO: ORGANISMI E COLONNA D'ACQUA | 9  |
| 2.1. Organismi necto-bentonici                             | 9  |
| 2.2. Colonna d'acqua                                       | 10 |
| 3. CONCLUSIONI DEL PIANO DI MONITORAGGIO                   | 11 |
| 4. CARTOGRAFIA   | 13 |



## PREMESSA

Sono illustrati i risultati dell'indagine ambientale condotta da ARPAS nella laguna di Santa Gilla e dello stagno di Capoterra nell'ambito delle attività di studio del territorio finalizzate alla verifica dello stato di qualità delle matrici ambientali, potenziali bersagli della contaminazione, al fine di considerare un possibile inserimento delle succitate aree all'interno del Sito di Bonifica di Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese così come deliberato nel corso della Conferenza di servizi decisoria sul Sito di Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese del 26.05.2005.

Il piano di monitoraggio è stato eseguito dall'ARPAS, in accordo con quanto previsto con l'ICRAM in sede di predisposizione del Piano. Su mandato del Presidente della Regione Autonoma della Sardegna, l'ARPAS, in collaborazione con la PROGEMISA, ha effettuato il presente Piano di monitoraggio coinvolgendo nelle attività di studio, campionamento e di analisi le diverse strutture appartenenti alla costituente rete dei laboratori ARPAS (Dipartimento territoriale - PMP di CA, Dipartimento territoriale - PMP di OR, Dipartimento territoriale - PMP di SS, Istituto Zooprofilattico della Sardegna - sede di Sassari, Laboratorio chimico della Provincia di Cagliari).

La presente relazione, presenta i risultati delle determinazioni analitiche effettuate sugli organismi (pesci e bivalvi), quelle sulla colonna d'acqua e la valutazione dei risultati complessivi ottenuti dal Piano di monitoraggio del compendio lagunare, comprendendo quelli derivanti dalla fase di indagine precedentemente effettuata sui sedimenti.

## 1. METODOLOGIA DI CAMPIONATURA ED ANALISI

Nel presente capitolo vengono riportate le metodiche di campionatura ed analisi relative alle indagini eseguite sugli organismi necto-bentonici e sulla colonna d'acqua, completate in accordo con quanto previsto dal Piano di monitoraggio.

### 1.1. Organismi necto-bentonici

Le indagini sono state eseguite in diversi periodi compresi tra Agosto 2006 e Aprile 2007 per ottimizzare i prelievi degli organismi. Sono stati analizzati:

- Bivalvi, mitili e arselle;
- Pesci, cefali e triglie.

Su tutti gli organismi sono stati determinati i contenuti in metalli (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Zn), IPA e PCB come previsto dal Piano di Monitoraggio.

#### **Impianto dei mitili, campionamento ed analisi**

A causa della difficoltà di reperire mitili in alcune zone del compendio lagunare si è deciso di procedere all'impianto di mitili nei punti di stazione previsti dal piano.

Nella riunione operativa di Oristano, tenutasi il 21/06/2006 alla presenza anche dei tecnici dell'ICRAM, sono state apportate al piano di monitoraggio iniziale, alcune modifiche riducendo il numero di pool di mitili da formare per ciascuna stazione, da 4 a 3.

In data 7 Agosto 2006 è stato quindi effettuato, presso la stazione identificata con N2 (stazione di allevamento interna alla laguna), il prelievo dei mitili da impiantare. Due aliquote di questo campione, una destinata all'Istituto Zooprofilattico Sperimentale della Sardegna (IZS), per l'analisi degli organici e una al Dipartimento ARPAS di Cagliari per le analisi dei metalli sono state messe da parte, mentre il resto è stato suddiviso in n° 7 aliquote ognuna delle quali da impiantare nella relativa stazione prestabilita. In particolare le stazioni scelte sono le seguenti: D2-E2-F2-G3-H2-H3-M1.

Per l'impianto sono state utilizzate reti di nylon ed è stata seguita la procedura prevista dalla metodica ICRAM compatibilmente con le profondità dello stagno. In data 12/09/2006 si è provveduto al recupero degli organismi impiantati il 7 agosto 2006 e sono stati formati i relativi campioni per l'analisi.

Le aliquote dei campioni prelevati sono state suddivise in n° 3 pool ciascuna identificati, in funzione delle dimensioni, con le lettere A-B-C. Ogni pool, costituito da n° 40 individui, è stato successivamente suddiviso ulteriormente in 4 aliquote identificate con i numeri 1-2-3-4 di 10 individui ciascuna. L'aliquota 4 è stata conservata per eventuali verifiche successive, mentre le aliquote 1, 2 e 3 sono state impiegate per la determinazione analitica.

Da ogni gruppo di 10 individui debitamente misurati e pesati, è stata asportata la parte edibile che, dopo essere stata sottoposta a tutte le operazioni di pretrattamento previste dalla metodica ICRAM è stata omogeneizzata, pesata, mineralizzata con sistema a microonde in presenza di soluzioni fortemente acide e quindi sottoposta ad analisi con ICP-AES.

La metodica analitica per la determinazione di PCB adottata permette la determinazione quantitativa di 18 PCB nei prodotti ittici mediante GC-MS.

La procedura analitica prevede una fase estrattiva con sistema ASE, in condizioni di pressione e temperatura controllata, seguita quindi da una fase di purificazione per cromatografia su colonna di Florisil®. La determinazione strumentale viene eseguita mediante gas-cromatografia rivelatore spettrometria di massa. La concentrazione di ogni congenere viene determinata singolarmente per interpolazione con specifica curva di calibrazione. Il risultato finale viene espresso come sommatoria delle 18 molecole analizzate e può essere riferito sia sul tessuto analizzato che sul grasso estratto. Il metodo d'analisi è stato validato determinando i parametri di: precisione, accuratezza, limite di determinazione (LOD), di quantificazione (LOQ) e linearità di risposta strumentale, inoltre assicurata dall'utilizzo del materiale di riferimento certificato CRM 350 e CRM 682.

La procedura analitica per la determinazione degli IPA, prevede una fase estrattiva con miscela di solvente organico con il sistema ASE seguita quindi da una fase di purificazione per cromatografia su colonna di Gel di Silice®. La determinazione strumentale delle 16 molecole viene eseguita mediante gas-cromatografia rivelatore spettrometria di massa. La concentrazione di ogni singola sostanza viene determinata per interpolazione con specifica curva di calibrazione. Il risultato finale viene espresso come sommatoria delle 16 molecole analizzate, e così riportato nei certificati di prova, dove comunque sono riportate le concentrazioni di ognuna delle singole molecole.

Il metodo d'analisi è stato validato determinando i parametri di: precisione, accuratezza, limite di determinazione (LOD), di quantificazione (LOQ) e linearità di risposta strumentale.

### **Prelievo e analisi delle arselle**

In data 19/04/2007 presso le stazioni G2 e N2 è stato effettuato, alla presenza dei tecnici di ICRAM e del MATT, il campionamento di circa 2 kg di arselle per ciascuna stazione. I campioni formati sono stati suddivisi in diverse aliquote delle quali, alcune sono state prese in consegna dai tecnici di ICRAM, altre 2 sono state utilizzate per le analisi dei metalli presso i laboratori ARPAS. Al momento del prelievo, visto che la pezzatura dei bivalvi era omogenea e data la scarsa quantità di pescato, si è concordato con i tecnici dell'ICRAM di formare un unico pool ed una sola aliquota.

Le analisi dei metalli sono state effettuate sulla parte edibile che, dopo essere stata sottoposta a tutte le operazioni di pretrattamento previste dalla metodica ICRAM è stata omogeneizzata, pesata, mineralizzata con sistema a microonde in presenza di soluzioni fortemente acide e quindi sottoposta ad analisi con ICP-AES.

### **Prelievo ed analisi delle specie ittiche**

In data 09/10/2006 è stato eseguito il prelievo delle specie ittiche al momento presenti nelle stazioni individuate: N2 – E2 e stazione esterna. In quest'ultima, nonostante i ripetuti tentativi, non è stato possibile pescare un numero sufficiente di individui per formare il campione di bianco.

Nelle stazioni E2 ed N2 sono state effettuate n° 2 cale, nella prima cala sono stati pescati i cefali, nella seconda cala le triglie per un totale di circa 120 kg di pesce. Non erano presenti pesci di altre specie (anguille, ghiozzi ecc.) come previsto dal Piano di monitoraggio. I campioni sono stati quindi suddivisi in due aliquote per le analisi dei metalli e per IPA e PCB.

Per i cefali (presenti in quantità maggiore) sono stati formati 3 pool in funzione delle dimensioni, con numero di individui variabile fino ad ottenere, per ciascun pool, una quantità superiore a 1,2 kg mentre per le triglie, assai più piccole e presenti in minore quantità, sono stati formati 2 pool in funzione della lunghezza e del peso fino ad ottenere, per ciascun pool, una quantità superiore a 250 grammi.

Da tutti gli individui formanti il pool, sono stati asportati il fegato e parti del muscolo, per formare i campioni da sottoporre ad analisi.

Sia il fegato che il muscolo sono stati omogeneizzati, mineralizzati con sistema a microonde e successivamente analizzati per i metalli all'ICP-AES, seguendo la metodica ICRAM e dai metodi

sviluppati e validati all'interno del nostro laboratorio che prevedono le seguenti fasi: omogeneizzazione del campione, disgregazione in soluzione acida con sistema a microonde a ciclo chiuso, determinazione del tenore dei metalli in spettrofotometria ICP-AES (ottico). Il tenore di mercurio è stato determinato con la tecnica dello strappaggio a vapori freddi previa riduzione con  $\text{SnCl}_2$ . Il tenore di piombo sui pesci è stato inoltre verificato presso il laboratorio del Dipartimento provinciale di Portoscuso in ICP massa per ottenere migliore sensibilità analitica.

Per quanto riguarda la preparazione e le determinazioni analitiche per IPA e PCB, sono analoghe a quelle soprariportate.

## 1.2. Colonna d'acqua

Nel periodo compreso tra Febbraio e Aprile 2007 sono stati eseguiti i campionamenti e le analisi sulle acque della laguna di Santa Gilla allo scopo di completare il piano di monitoraggio concordato ICRAM e ARPAS.

Le stazioni di prelievo sono quelle identificate nella cartografia predisposta con alcune modifiche dovute alle variazioni stagionali delle maree e delle condizioni meteo-climatiche.

Dei 34 punti di prelievo complessivi uno è stato utilizzato come campione di controllo essendo stato prelevato nel canale di ingresso alla laguna a circa 300 m dal ponte della Scafa.

### Specifiche di campionamento

In accordo con quanto previsto dai metodi APAT-IRSA-CNR e ICRAM il prelievo dei campioni è stato eseguito con l'utilizzo di una bottiglia di NISKIN lungo la colonna d'acqua, prelevando un solo campione nei punti in cui la profondità era inferiore ad 1,5 m, due campioni nei punti con profondità compresa tra 1,5 e 2,0 m e tre campioni in quelli di profondità superiore. I campioni multipli sono stati miscelati fra loro formando il campione medio composito rappresentativo della colonna.

### Trattamento e stabilizzazione dei campioni

Tutti i campioni sono stati suddivisi in 5 aliquote destinate rispettivamente alle analisi di clorofilla, metalli, Carbonio Organico Totale (TOC), nitrati e nutrienti (composti azotati e fosforati). L'aliquota per l'analisi dei metalli è stata filtrata a 0,45  $\mu\text{m}$ , acidificata con acido nitrico di adeguata purezza e successivamente inviata al laboratorio del Dipartimento di Sassari per la determinazione in ICP-Massa. L'aliquota per il TOC dopo essere stata immediatamente filtrata a 0,45  $\mu\text{m}$  è stata conservata in freezer e successivamente inviata al laboratorio del Dipartimento di Oristano.

### **Metodologie analitiche di laboratorio**

Sono state utilizzate le seguenti metodologie analitiche: Azoto Ammoniacale APAT-IRSA n. 4050 A1; Azoto Nitroso APAT-IRSA n. 4050; Azoto nitrico APAT-IRSA n. 4040 a2; PO4 – P tot APAT-IRSA n. 4110; Metalli EPA200.8 rev. 5.5:1999.

### **Attività di misura sul campo**

Per l'attività di misura sul campo si è utilizzata una sonda multiparametrica HYDROLAB modello DS5 che ha consentito la lettura diretta dei seguenti parametri: pH, Temperatura, Conduttività elettrica specifica (CES), potenziale Redox (ORP), torbidità, salinità, profondità Ossigeno Disciolto (OD), saturazione di ossigeno e clorofilla. Quest'ultimo parametro è stato anche confermato in laboratorio con il metodo APAT IRSA CNR 9020 Quad. 29/2003.



## 2. RISULTATI DEL MONITORAGGIO: ORGANISMI E COLONNA D'ACQUA

### 2.1. Organismi necto-bentonici

I valori dei metalli pesanti riscontrati negli organismi sono stati calcolati sul campione tal quale (peso fresco) come peraltro previsto nell'allegato, parte terza, al regolamento CE 466/2001 come modificato dal regolamento CE 1881/2006, che definisce i tenori massimi ammissibili di alcuni contaminanti nei prodotti alimentari. Il regolamento CE 1881/2006 per i metalli pesanti riporta i seguenti tenori massimi:

| Metallo  | u.m.       | Muscolo di triglia | Muscolo di cefalo | Molluschi bivalvi |
|----------|------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| Piombo   | mg/kg t.q. | 0.30               | 0.30              | 1.5               |
| Cadmio   | mg/kg t.q. | 0.05               | 0.10              | 1,0               |
| Mercurio | mg/kg t.q. | 1.0                | 0.50              | 0.50              |

Lo stesso regolamento non riporta alcun riferimento per il fegato dei pesci.

L'esame del quadro analitico, vedi tabelle da 2.1.1 a 2.1.9, riscontrato sulle specie ittiche sottoposte ad indagine, permette di evidenziare che per quanto riguarda i mitili e le arselle i tenori di piombo, cadmio e mercurio rilevati sono tutti inferiori ai limiti previsti.

Per quanto riguarda i pesci (muscolo) tutti i valori di piombo, cadmio e rame ottenuti sono inferiori ai limiti ai limiti previsti nel regolamento CE, mentre nel fegato si evidenziano concentrazioni superiori, rispetto al muscolo, dei tre metalli soprariportati.

Per quanto riguarda le concentrazioni di IPA non sono stati riscontrati livelli superiori ai limiti tabellari del predetto regolamento, che prende in considerazione la sola specie Benzo(a)pirene, in nessuna delle specie analizzate.

Per i PCB-NDL il regolamento sopra riportato non prevede limite tabellare ma i risultati ottenuti, su tutti gli organismi analizzati, sono rapportabili al contenuto medio riscontrato nei prodotti ittici a livello europeo ed inferiori comunque a quelli considerati un rischio per i consumatori.

## 2.2. Colonna d'acqua

I risultati delle determinazioni analitiche sono riportati nelle tabelle da 2.2.1 a 2.2.5.

I campioni di acque nelle stazioni campionate risultano ben ossigenati, con scarsa presenza di clorofilla, e conducibilità compatibili con l'ambiente lagunare, con l'esclusione di quelle prospicienti agli immissari dei bacini scolanti.

L'apporto di nutrienti è compatibile con le caratteristiche del bacino d'indagine, ad eccezione delle stazioni prossime alle foci dei principali corsi d'acqua afferenti. Le concentrazioni rilevate, delle forme azotate, evidenziano che nella stazione C1, foce del rio G. Meloni, il componente principale è dato dall'azoto ammoniacale, che denota un apporto puntuale di origine antropica prossimo alla stazione di campionatura.

Nelle stazioni B3 e B4, bacino del Cixerri, si riscontra un apporto di nutrienti principalmente in forma ossidata, nitrati, come nella stazione D4-D5 dove confluiscono le acque canalizzate del settore nord ovest dell'area lagunare.

Considerazioni analoghe si evidenziano anche per il contenuto in fosforo totale, con i valori più elevati che coincidono con le stazioni sopra segnalate.

Le analisi eseguite sui metalli dei 34 campioni, mostrano concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale (ICP Massa) per tutti gli analiti.

### 3. CONCLUSIONI DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio della laguna di S Gilla e dello Stagno di Capoterra, finalizzato alla verifica dello stato di qualità delle matrici ambientali, come deliberato nel corso della Conferenza di servizi decisoria sul Sito di Interesse Nazionale del Sulcis-Iglesiente-Guspinese del 26.05.2005, è stato completato come da programma concordato tra l'ARPAS e ICRAM.

Il piano è consistito nella esecuzione di campionature di sedimenti, organismi e acque su 35 stazioni distribuite nell'are di 35 km<sup>2</sup> del compendio lagunare, vedi tavola cartografica.

Per la valutazione dei dati relativi al monitoraggio delle acque e delle sue relazioni con le altre matrici ambientali si riassumono le condizioni generali dell'area indagata.

La laguna è caratterizzata dalla presenza di diversi immissari provenienti dai bacini idrografici del Rio Cixerri, Flumini Mannu e Rio Mannu ed una serie di canali artificiali realizzati per la regimazione delle acque provenienti dai bacini scolanti minori che confluiscono nella laguna. Tutti i canali sono collettati nel canale di guardia, che si sviluppa nel confine orientale e sbocca nel bacino portuale di Cagliari.

La laguna ha una ragguardevole apertura a mare di circa 500 metri di larghezza che consente un ricambio di acqua marina in quasi tutta l'area lagunare in tempi molto brevi, testimoniati dai valori di conducibilità elettrica specifica registrati durante le periodiche attività di controllo, dal Dipartimento Provinciale dell'ARPAS.

I risultati ottenuti dalle indagini eseguite con l'analisi sui sedimenti, vedi Relazione Fase 1, hanno evidenziato che a fronte di una situazione di scarsa o nulla presenza di nutrienti, contaminanti organici e indici di contaminazione microbiologica, nei sedimenti degli stagni di Santa Gilla e Capoterra esistono alcune aree con contenuti anomali di mercurio, piombo e zinco. Il confronto di questi dati con quelli delle indagini pregresse, (studio CNR 1989, Progetto Life Gilla 2002-2005) non mostra variazioni significative sia nella distribuzione areale che nei livelli di concentrazione dei metalli totali.

Una delle aree con maggiori concentrazioni di metalli risulta essere quella immediatamente prospiciente alla colmata, eseguita alla fine degli anni '80, per la messa in sicurezza di residui solidi contaminati del sito Rumianca, in corrispondenza dei transetti D, E ed F; in questi stessi transetti sono stati rilevati livelli medio-alti di tossicità, esclusivamente con *Vibrio fischeri* in fase solida.

Al fine di valutare la potenziale disponibilità nell'ambiente acquatico dei metalli totali sono stati eseguiti test di lisciviazione sui sedimenti superficiali (livello 0-20 cm), i cui risultati mostrano un bassissimo rischio di diffusione dei contaminanti dal sedimento all'acqua. La stabilità del sistema è quindi elevata sotto il profilo della disponibilità di metalli pesanti.

Per quanto riguarda gli organismi necto-bentonici i risultati ottenuti, dalle campionature eseguite, evidenziano che non vi sono superamenti per nessuno degli analiti determinati rispetto alle norme ed i regolamenti vigenti a livello europeo sia per quanto riguarda i metalli pesanti che per gli IPA ed i PCB.

Va comunque evidenziato che tali limiti sono riferiti alle normative sanitarie in relazione alla qualità del "pescato" e la sua commercializzazione, e non in relazione ad indagini di tipo ambientale.

Per quanto riguarda la colonna d'acqua si sottolinea l'assenza di contaminazioni ad esclusione dei punti situati in prossimità delle foci degli immissari nella laguna, in relazione agli apporti di nutrienti.

Sulla base del monitoraggio eseguito i risultati mostrano che nelle matrici ambientali indagate sedimenti, acque e biota, non sono presenti elementi, chimico-batteriologici ed ecotossicologici, tali da considerare l'area del compendio lagunare contaminata.

Alla luce di quanto precedentemente descritto le puntuali forme di contaminazione riscontrate sono ben localizzate, e pertanto su tali punti si ritiene opportuno intensificare le attività di controllo o prevedere interventi specifici.

## 4. CARTOGRAFIA

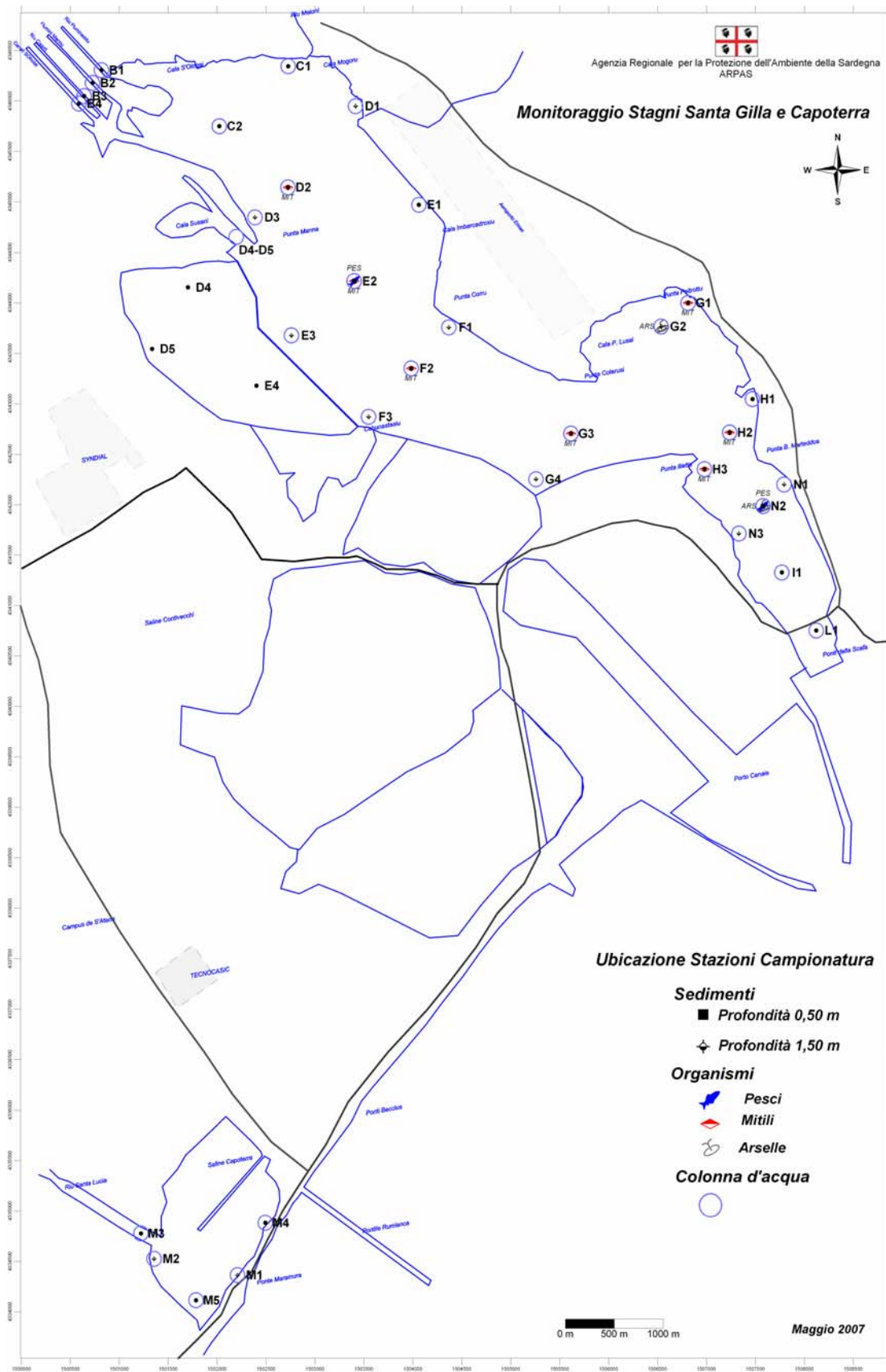


Tavola cartografica: Ubicazione stazioni di campionatura