



via Barberini 47
00187 Roma, Italia
T + 39 0683022800
F + 39 0683022828

Via Aurelia nord 32
00053 Civitavecchia (RM), Italia
T + 39 0766742111
F + 39 0766742500

P.I./C.F. 07242841000 | REA 1019536 | CAPITALE SOCIALE € 60.516.142,00 I.V.

Trasmessa a mezzo PEC

Spett.le ISPRA

Via Vitaliano Brancati, 48
00144 ROMA
protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

e p.c.

spett.le Ministero della Transizione Ecologica

DG CreSS - Divisione 4
Via Cristoforo Colombo, 44
00147 Roma
CRESS@pec.minambiente.it

Civitavecchia, 10/05/2022

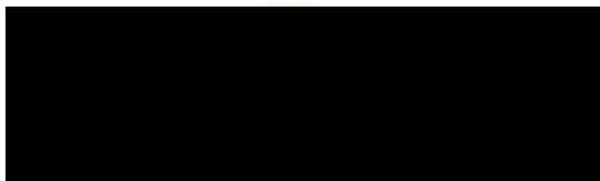
Prot. 1267

Oggetto: Centrale termoelettrica Torrevaldaliga Sud della società Tirreno Power S.p.A. sita nel comune di Civitavecchia (RM) - Decreto di Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) D.M. n.329 del 06/08/2021 – Trasmissione Piano di bio-monitoraggio conoscitivo sugli organismi bentonici nelle acque marine antistanti lo scarico a mare

Con riferimento a quanto disposto dalla prescrizione nr 20 del PIC allegato all'AIA, con la presente il Gestore trasmette in allegato, per le azioni di competenza, la proposta del Piano di bio-monitoraggio conoscitivo sugli organismi bentonici redatta conformemente a quanto indicato al paragrafo 4.4 del PMC.

Si rappresenta che qualora i contenuti del Piano fossero concordati entro giugno 2022 il Gestore potrà dare inizio al bio-monitoraggio richiesto con la campagna prevista dal Piano stesso nella stagione estiva 2022.

Distinti saluti



CERTIQUALITY È MEMBRO DELLA FEDERAZIONE CISQ

tirrenopower.com

RAPPORTO

USO RISERVATO

APPROVATO

C2004397

Cliente Tirreno Power SpA

Oggetto Centrale Termoelettica di Torrevaldaliga Sud
Piano di monitoraggio dell'area marino costiera antistante lo scarico a mare

Ordine OdA chiuso Servizi N. 3000023537 del 25.02.2022

Note Rev. 0 (A1300003756 - Lettera C2007434)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 21 **N. pagine fuori testo** -

Data 05/05/2022

Elaborato STC - Meloni Maria Laura
C2004397 3353 AUT

Verificato EDM - Granata Tommaso
C2004397 3744 VER

Approvato EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio
C2004397 3741 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54
I-20134 Milano - Italy
Tel: +39 02 21251
Fax: +39 02 21255440
e-mail: info@cesi.it
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150
P.I. IT00793580150
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2022 by CESI. All rights reserved

Pag. 1/21

Indice

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | SITO DI INTERESSE | 3 |
| 3 | SINTESI DELLA PRESCRIZIONE AIA SUL MONITORAGGIO MARINO | 7 |
| 4 | COMPARTO ACQUA | 8 |
| 4.1 | Stazioni di monitoraggio..... | 10 |
| 4.2 | Caratterizzazione della colonna d'acqua..... | 13 |
| 4.3 | Bioaccumulo | 14 |
| 4.3.1 | Molluschi bivalvi | 14 |
| 4.3.2 | Fauna ittica | 15 |
| 4.4 | Biomarker | 16 |
| 4.5 | Plancton..... | 17 |
| 5 | COMPARTO SEDIMENTI | 18 |
| 5.1 | Stazioni di monitoraggio..... | 18 |
| 5.2 | Caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica..... | 19 |
| 5.3 | Caratterizzazione della comunità bentonica | 20 |
| 6 | REPORTING | 21 |

STORIA DELLE REVISIONI

| Numero revisione | Data | Protocollo | Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati |
|------------------|------------|------------|--|
| 0 | 05/05/2022 | C2004397 | Prima emissione |

1 PREMESSA

Il Decreto del Ministro della Transizione Ecologica n°329 del 6/08/2021 (*Riesame complessivo del Decreto del Ministro dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare n. DVA-DEC-2011-140del 5/04/2011, di Autorizzazione integrata Ambientale (AIA per l’esercizio della Centra termoelettrica di Tirreno Power S.p.A., situata nel comune di Civitavecchia (RM) – (ID 91/10172)*) prevede, con la prescrizione n. 20 del Parere Istruttorio Conclusivo, quanto segue:

“a valle del rilascio dell’autorizzazione, entro 12 mesi si richiede un piano di bio-monitoraggio conoscitivo degli elementi bentonici nell’intorno dello scarico da concordare con l’Autorità di controllo”

Il presente rapporto costituisce il Piano di Monitoraggio marino predisposto sulla base delle indicazioni riportate nel PMC dell’AIA per la condivisione preliminare con le Autorità.

2 SITO DI INTERESSE

La Centrale Termoelettrica Torrevaldaliga Sud, di proprietà della società Tirreno Power SpA, si trova a circa 6 km a nord ovest di Civitavecchia, tra la linea di costa tirrenica e la linea ferroviaria Roma – Genova e confina a nord con la Centrale Termoelettrica Torrevaldaliga Nord di Enel Produzione SpA.

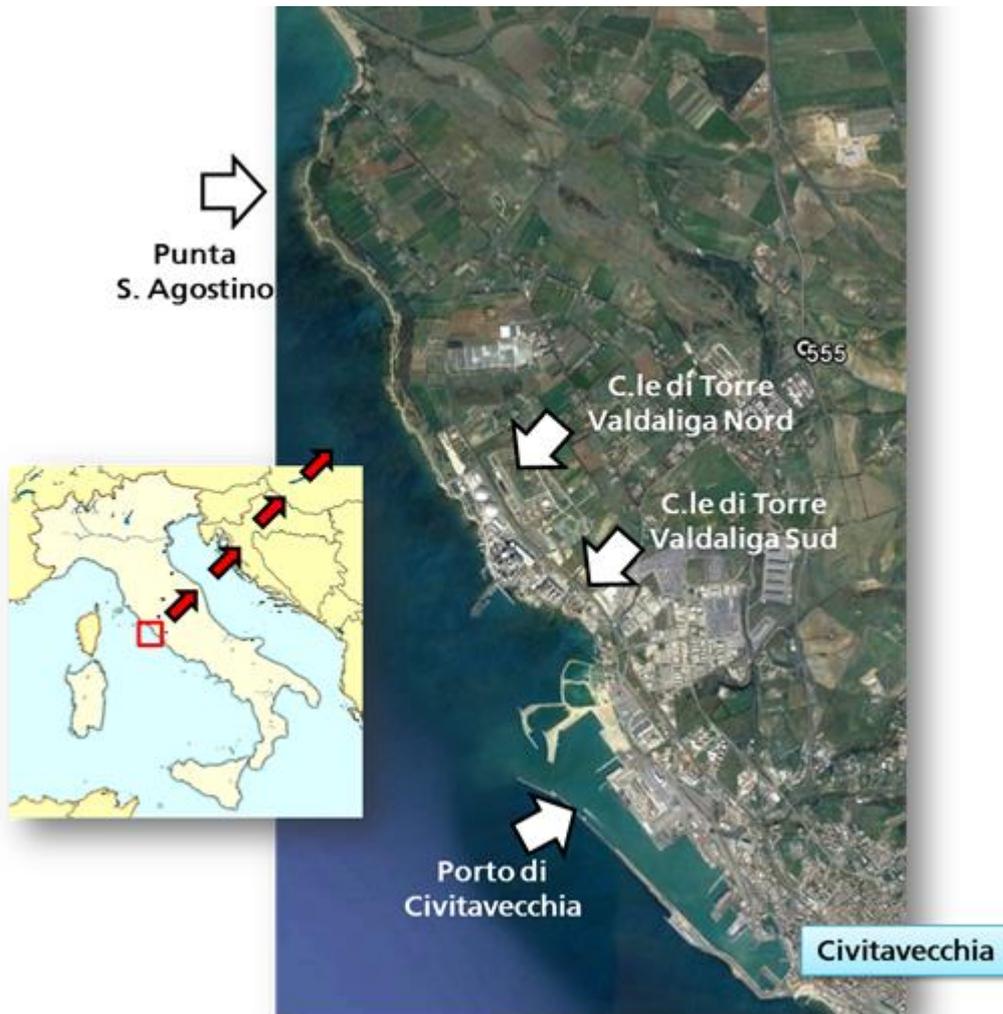


Figura 1 Inquadramento dell'area di interesse

La superficie complessivamente occupata è di circa 220.000 m² di cui 44.000 m² coperti e 20.000 m² di aree verdi. L'impianto, progettato per un funzionamento di tipo continuativo, contribuisce alla copertura della richiesta di base di energia elettrica della rete.

La zona circostante la Centrale, per un raggio di circa 10 km, è in massima parte pianeggiante. L'assetto geologico-strutturale generale dell'area è la risultante di movimenti tettonici attribuibili a diverse fasi evolutive. Le aree edificate, che coprono complessivamente circa il 10% della zona, sono costituite principalmente dai centri abitati, dalla zona industriale (lungo la SS n.1), dal porto di Civitavecchia, da autostrade e dalla ferrovia.



Figura 2 Centrale di Torrevaldaliga Sud

La parte in esercizio della Centrale Torrevaldaliga Sud è costituita da 2 moduli a ciclo combinato (TV5 e TV6) della potenza elettrica lorda complessiva pari a circa 1.140 MWe.

Lo schema del ciclo combinato delle sezioni TV5 e TV6 prevede l'utilizzo di tre gruppi turbogas, di cui due (TGA e TGB) per la sezione TV5 e uno (TGC) per la sezione TV6. Il calore contenuto nei gas di scarico dei turbogas è utilizzato in appositi generatori di vapore a recupero (GVRA, GVRB, GVRC) per produrre vapore a tre livelli di pressione.

Il vapore saturo in uscita dai corpi cilindrici dei GVR è inviato ai rispettivi surriscaldatori e successivamente nelle turbine a vapore TV5 (GVRA e GVRB) e TV6 (GVRC) dalle quali è infine scaricato ai condensatori raffreddati ad acqua mare.

La sezione TV5 è costituita da due linee turbogas-generatore di vapore a recupero. Ogni turbogas genera circa 250 MWe, mentre ogni generatore di vapore recupera il calore dei fumi del proprio turbogas, per un equivalente di circa 130 MWe ciascuno. Il vapore prodotto da entrambi i generatori a recupero è utilizzato in un'unica turbina a vapore per un totale di 260 MWe. La sezione TV5 ha una capacità produttiva totale pari a 760 MWe, equivalenti a un carico termico di 1.472 MW. La sezione TV5 è alimentata esclusivamente a gas naturale.

La sezione TV6 è costituita da una linea turbogas-generatore di vapore a recupero-turbina a vapore. Il turbogas genera circa 250 MWe. Il vapore prodotto dal generatore di vapore a recupero è utilizzato nella turbina a vapore per produrre circa 130 MWe. La potenza elettrica totale della sezione TV6 ammonta a 380 MWe, equivalenti ad un carico termico di 750 MW. La sezione TV6 è alimentata esclusivamente a gas naturale.

I fumi derivanti dalla combustione dei tre turbogas sono immessi all'atmosfera attraverso tre camini alti 90 m; il vapore esausto in uscita dalle turbine viene scaricato in condensatori raffreddati ad acqua di mare in circuito aperto.

L'acqua di raffreddamento per il ciclo termico è prelevata dal Mar Tirreno attraverso due opere di presa e restituita a mare attraverso due canali di scarico.

I tre alternatori dei turbogas ed i due alternatori delle turbine a vapore convertono l'energia meccanica in energia elettrica, che subisce un innalzamento di tensione mediante trasformatori collegati agli alternatori e viene quindi immessa nella rete elettrica nazionale a 380 kV.

All'interno della Centrale sono inoltre presenti due gruppi elettrogeni di emergenza e delle motopompe antincendio alimentate a gasolio.

L'area marina indagata sarà quella prospiciente la Centrale, come da immagine seguente.

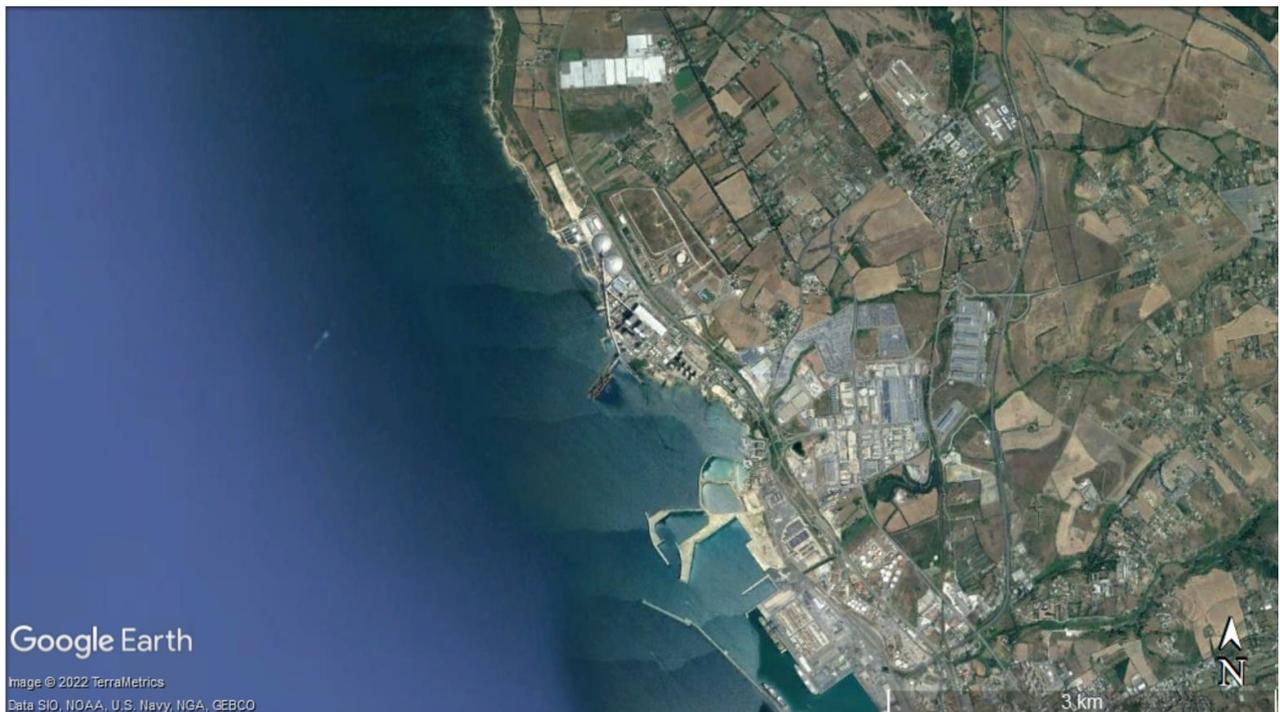


Figura 3 Area di indagine

Di seguito si riporta il dettaglio sulla posizione delle opere di presa dei Moduli 1 e 2 (OP MOD 1 e OP MOD 2) e degli scarichi (SF1 ÷ SF5). Si fa presente che il punto SF1 non è interessato da scarichi industriali.



Figura 4 Posizione di opere di presa e scarichi

3 SINTESI DELLA PRESCIZIONE AIA SUL MONITORAGGIO MARINO

Il PMC riportato nell'AIA di riferimento richiede la predisposizione e l'applicazione di un piano di monitoraggio che riguardi i seguenti elementi minimi:

| Comparti ambientali | Linee di evidenza principali | Linee di evidenza specifiche |
|---------------------|----------------------------------|--|
| Colonna d'acqua | Caratterizzazione chimico-fisica | Parametri chimico-fisici Nutrienti Analisi principali inquinanti |
| | Ecotossicologia | Bioaccumulo Mussel Watch e organismi significativi per metalli e parametri organici critici Biomarker mitili e rete trofica |
| | Biologia | Comunità fito- e zooplanctoniche |
| Sedimenti | Caratterizzazione chimico-fisica | Granulometria, pH, Eh, metalli e parametri organici critici |

| | | |
|--|-----------------|--|
| | Ecotossicologia | Batteria saggi biologici Bioaccumulo/biomarker* |
| | Biologia | Comunità macrozoobentonica |

*Il PMC riporta "parametri da valutare se effettivamente significativi nel caso di studio".

In riferimento all'indicazione in merito a bioaccumulo e biomarker su organismi bentonici si ritiene che lo studio di tali fenomeni associati alla matrice sedimento non fornisca informazioni utili in questo caso specifico, considerando la tipologia di impatto associabile all'esercizio della Centrale e la probabile scarsa significatività dei dati ottenibili. Di conseguenza, in questa fase, tali indicatori non vengono previsti nel presente Piano di monitoraggio; sarà eventualmente rivalutata la possibilità in seguito ai risultati complessivi del monitoraggio stesso.

Il Piano deve essere concordato con le Autorità e successivamente applicato per tre anni.

4 COMPARTO ACQUA

Le indagini chimico-fisiche sulla colonna d'acqua hanno lo scopo di descrivere e verificare eventuali alterazioni dei parametri in funzione degli impatti attesi e di fornire una base interpretativa ai risultati delle indagini biologiche ed ecotossicologiche. Pur essendo una matrice non conservativa, l'acqua riveste una notevole importanza in quanto veicola i contaminanti negli altri comparti marini attraverso i processi di diluizione, dispersione e ripartizione.

Le indagini dei parametri fisici e chimici permettono quindi di valutarne lo stato di qualità ma anche di fornire una base conoscitiva essenziale per lo studio del destino degli inquinanti immessi nell'ambiente e pertanto il controllo degli impatti.

Saranno effettuate le seguenti tipologie di indagine:

- caratterizzazione della colonna d'acqua
- bioaccumulo
- biomarker
- plancton

Di seguito si riporta un prospetto delle attività previste, i cui dettagli vengono illustrati nei paragrafi seguenti.

| Attività | Parametri | Stazioni/aree | Campioni | Frequenza annuale/periodo |
|---|--|--|---|--|
| Profilo colonna d'acqua | Temperatura, torbidità, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla <i>a</i> , potenziale redox | <ul style="list-style-type: none"> • 1 stazione nelle vicinanze dello scarico • 1 stazione di controllo | 2 profili | 2, campagna invernale ed estiva |
| Prelievo di campioni a due quote diverse | solidi sospesi, clorofilla <i>a</i> | <ul style="list-style-type: none"> • 1 stazione nelle vicinanze dello scarico • 1 stazione di controllo | 4 campioni (superficie/fondo) | |
| Prelievo di campioni superficiali | nutrienti (NH ₄ , NO ₂ , NO ₃ , PO ₄) metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) benzo(a)pirene solidi sospesi | <ul style="list-style-type: none"> • 1 stazione nelle vicinanze dello scarico • 1 stazione di controllo • 3 stazioni su transetto 500-1000-2000 m | 10 campioni per i nutrienti (disciolti e totali) 5 campioni per gli altri parametri | |
| Bioaccumulo Mussel Watch | metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) benzo(a)pirene | <ul style="list-style-type: none"> • 1 entro 200 m dallo scarico • 3 su transetto 400-600 - 800 m • 1 controllo | 5 campioni bianco (tempo zero) 5 campioni di organismi esposti (T 6 settimane) | 2, installazione e ritiro dopo sei settimane |
| Bioaccumulo fauna ittica specie stanziali | metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn) benzo(a)pirene | <ul style="list-style-type: none"> • area di influenza dello scarico • area di controllo | 10 pesci (5 per ciascuna area) | 1, campagna estiva |
| Biomarker mitili | metallotioneine, danni al DNA | <ul style="list-style-type: none"> • 1 entro 200 m dallo scarico • 3 su transetto 400-600 - 800 m • 1 controllo | 5 campioni di organismi esposti (T 6 settimane) | 2, installazione e ritiro dopo sei settimane |
| Biomarker fauna ittica | metallotioneine, EROD | <ul style="list-style-type: none"> • area di influenza dello scarico • area di controllo | 10 pesci (5 per ciascuna area) | 1, campagna estiva |
| Plancton | caratterizzazione comunità fito- e zooplanctonica | <ul style="list-style-type: none"> • 1 stazione nelle vicinanze dello scarico • 1 stazione di controllo • 3 stazioni su transetto 500-1000-2000 m | 15 campioni fitoplancton 15 campioni zooplancton (campionamento in tre giorni consecutivi) | 2, campagna estiva e invernale |

4.1 Stazioni di monitoraggio

Per quanto riguarda le acque sono state individuate le seguenti stazioni/aree di monitoraggio:

- chimico-fisica delle acque e plancton: 5 stazioni, 1 stazione entro 200 m dallo scarico, 1 stazione di controllo, altre tre posizionate su un transetto perpendicolare alla costa con distanze 500, 100 e 2000 m dalla costa
- bioaccumulo e biomarker nella fauna ittica: 2 aree (area di influenza dello scarico e area di controllo)
- bioaccumulo e biomarker nei mitili: 5 stazioni, una stazione entro 200 m dallo scarico, tre stazioni su un transetto perpendicolare alla costa e una stazione di controllo. Le stazioni sul transetto sono state posizionate a 400, 600 e 800 m dalla costa: la stazione di controllo si trova più a nord a 800 m dalla costa.

Di seguito sono riportate le coordinate delle stazioni previste per i rilievi e il campionamento dell'acqua di mare e del plancton.

| Stazione | Distanza dalla costa (m) | Coordinate | |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| TVS 1w | 200 | 42° 7'16.40"N | 11°45'35.07"E |
| TVS 2w | 500 | 42° 7'8.36"N | 11°45'28.24"E |
| TVS 3w | 1000 | 42° 6'54.67"N | 11°45'16.49"E |
| TVS 4w | 2000 | 42° 6'27.00"N | 11°44'53.09"E |
| TVS 5w (controllo) | 2000 | 42° 8'30.44"N | 11°43'17.07"E |



Figura 5 Stazioni di campionamento dell'acqua di mare e del plancton

Nella tabella seguente sono riportate le coordinate del centro delle due aree in cui sarà effettuata la cattura della fauna ittica.

| Area | Coordinate | |
|---|---------------|---------------|
| TVS Area 1 area di influenza dello scarico | 42° 7'6.87"N | 11°45'26.99"E |
| TVS Area 2 Area di controllo | 42° 8'42.14"N | 11°43'52.68"E |



Figura 6 Aree di campionamento della fauna ittica

Nella tabella seguente sono riportate le coordinate delle stazioni in cui verranno posizionate le gabbie contenenti i mitili.

| Stazione | Distanza dalla costa (m) | Coordinate | |
|--------------------|--------------------------|---------------|---------------|
| TVS 1m | 200 | 42°7'16.40"N | 11°45'35.07"E |
| TVS 2m | 400 | 42°7'10.86"N | 11°45'30.42"E |
| TVS 3m | 600 | 42°7'5.38"N | 11°45'25.66"E |
| TVS 4m | 800 | 42°7'0.06"N | 11°45'21.21"E |
| TVS 5m (controllo) | 800 | 42° 8'45.45"N | 11°44'2.98"E |

Si precisa che la collocazione esatta delle stazioni verrà definita in campo, anche sulla base di eventuali ostacoli presenti, difficoltà di navigazione e di posizionamento dei corpi morti per le gabbie contenenti i mitili.



Figura 7 Stazioni di posizionamento delle gabbie per i mitili (mussel watch e biomarker)

4.2 Caratterizzazione della colonna d'acqua

Per la valutazione del comparto acqua sono state individuate le tipologie di indagine, le stazioni e le frequenze sulla base delle indicazioni previste del PCM dell'AIA.

La caratterizzazione della colonna d'acqua sarà effettuata nelle stazioni riportate in fig. 1 attraverso:

- profili mediante sonda multi multiparametrica in due stazioni (1 stazione nelle vicinanze dello scarico e 1 stazione di controllo) dove saranno valutati temperatura, torbidità, salinità, ossigeno disciolto, pH, clorofilla *a* e potenziale redox
- prelievi a due profondità nelle stesse stazioni per la verifica dei solidi sospesi e della clorofilla (per un totale di 4 campioni)
- prelievi di campioni superficiali nelle stesse stazioni e in altre tre posizionate su un transetto perpendicolare alla costa a 500, 1000 e 2000 m di distanza dalla costa (per un totale di 5 campioni) per la determinazione di:
 - nutrienti (NH₄, NO₂, NO₃, PO₄) (sia totali sia disciolti)
 - metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
 - IPA (con particolare riferimento al benzo(a)pirene)
 - solidi sospesi

Ove possibile, i valori ottenuti saranno confrontati con i limiti riportati nel Dlgs 13 ottobre 2015, n. 172 "Attuazione della direttiva 2013/39/Ue, che modifica le direttive 2000/60/Ce per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque" - Tabella 1/A — Standard di qualità ambientale nella colonna d'acqua e nel biota per le sostanze dell'elenco di priorità.

4.3 Bioaccumulo

Il biomonitoraggio consente di valutare, mediante specie indicatrici, il grado di contaminazione di un'area con una misura integrata nel tempo, non riferibile al solo momento in cui è stato effettuato il rilievo, evidenziando quindi eventuali gradienti di inquinamento in senso spaziale e temporale. Attraverso queste tipologie di indagine inoltre è possibile stimare la biodisponibilità delle sostanze tossiche presenti nell'ambiente marino e di valutare il rischio legato al trasferimento nella rete trofica.

4.3.1 Molluschi bivalvi

L'impiego dei molluschi bivalvi nel monitoraggio della contaminazione chimica degli ambienti costieri è piuttosto diffuso a livello internazionale attraverso l'applicazione del protocollo *Mussel Watch*.

Tale tipologia di indagine si basa sui processi di bioaccumulo attuati dai bivalvi, tramite filtrazione dell'acqua di mare, e parallelamente su quelli di conversione ed eliminazione per escrezione.

Il mitilo comune (*Mytilus galloprovincialis*) rappresenta la specie più utilizzata allo scopo, anche in considerazione delle evidenze sperimentali e dei numerosi studi di letteratura condotti negli ultimi decenni.

Mediante l'applicazione del protocollo *Mussel Watch* si sfrutta il principio secondo il quale il mitilo accumula gli elementi o i composti nei tessuti proporzionalmente alle concentrazioni presenti nell'acqua, consentendo quindi di:

- integrare le informazioni sull'eventuale contaminazione dell'area attraverso l'esposizione di tali organismi per tempi definiti,
- evidenziare eventuali gradienti in senso spaziale o differenze tra aree esposte e non esposte,
- stimare la biodisponibilità degli elementi considerati nell'acqua di mare e del loro trasferimento attraverso la catena alimentare.

Nello specifico, dato che nell'area è nota la difficoltà di reperimento di popolazione di mitili naturali, verranno utilizzati individui provenienti da una mitilicoltura appartenente alla stessa area geografica applicando la tecnica degli organismi trapiantati.

A tale proposito verrà acquisito, dall'impianto selezionato, un numero opportuno di mitili adulti di taglia omogenea da utilizzare per il monitoraggio in questione, che saranno suddivisi in aliquote di peso simile ubicate in sacchetti di contenimento.

Tali sacchetti saranno assemblati e posizionati all'interno di apposite gabbie, avvolte a loro volta in reti per la protezione dei mitili da possibili fenomeni di predazione.

In ogni gabbia saranno posti tre sacchetti dal peso di 2 kg circa l'uno.

I mitili saranno esposti per un periodo di sei settimane, come da indicazioni del protocollo *Mussel watch* e dai Programmi di Monitoraggio della Strategia Marina.

Le stazioni sono riportate nella figura 7.

Sui campioni di mitili al tempo zero (bianco e dopo sei settimane di esposizione) saranno effettuate le seguenti determinazioni:

- metalli (Al, As, Cd, Cr, Cr VI, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
- idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

Per le metodiche analitiche si farà riferimento al documento MATTM – ICRAM “Programma di monitoraggio per il controllo dell’ambiente marino-costiero (triennio 2001-2003)”.

In particolare, saranno utilizzate le seguenti schede della parte “Bioaccumulo in bivalvi”:

- ✓ SCHEDA 1 Utilizzo dei molluschi bivalvi nel programma di monitoraggio dell’ambiente costiero (Protocollo Mussel Watch)
- ✓ SCHEDA 2 Raccolta e preparazione dei molluschi
- ✓ SCHEDA 5 Analisi di idrocarburi policiclici aromatici
- ✓ SCHEDA 6 Analisi del contenuto di alcuni elementi chimici in *Mytilus galloprovincialis*

Inoltre, si farà riferimento anche a quanto riportato nel “MODULO 5 Contaminazione” delle SCHEDE METODOLOGICHE per l’attuazione delle Convenzioni stipulate tra Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare e Agenzie Regionali per la protezione dell’Ambiente nel dicembre 2017 - Programmi di Monitoraggio per la Strategia Marina Art. 11, D.lgs. 190/2010.

Sarà valutato il bioaccumulo in seguito all’esposizione attraverso il confronto con il bianco; inoltre, ove possibile, i valori ottenuti saranno confrontati con i limiti riportati nel Dlgs 13 ottobre 2015, n. 172 “Attuazione della direttiva 2013/39/Ue, che modifica le direttive 2000/60/Ce per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque” - Tabella 1/A — Standard di qualità ambientale nella colonna d’acqua e nel biota per le sostanze dell’elenco di priorità.

4.3.2 Fauna ittica

Per lo studio del bioaccumulo nella fauna ittica si procederà a una pesca selettiva in due aree, una di influenza dello scarico termico e una di controllo. Saranno esaminati 10 esemplari (5 per ciascuna area) in una campagna estiva.

Nel muscolo degli esemplari raccolti, di taglia e peso omogeneo, sarà determinato il contenuto totale di:

- metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
- benzo(a)pirene

I valori ottenuti saranno confrontati, ove possibile, con i limiti riportati nel Dlgs 13 ottobre 2015, n. 172 “Attuazione della direttiva 2013/39/Ue, che modifica le direttive 2000/60/Ce per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque” - Tabella 1/A — Standard di qualità ambientale nella colonna d’acqua e nel biota per le sostanze dell’elenco di priorità.

4.4 Biomarker

Per la valutazione della presenza di effetti di fonti di stress in una fase precoce di disturbo, sono stati individuati alcune tipologie di biomarker che indicano l'esposizione a specifiche classi di contaminanti, l'alterazione del sistema antiossidante o un danno al DNA.

In particolare, sulle ghiandole digestive dei mitili esposti come indicato nel par 4.3.1 saranno effettuate le seguenti determinazioni, sulla base dei riferimenti bibliografici riportati in tabella:

| Determinazione | Tipologia biomarker | Metodica |
|--------------------------------------|---|--|
| Danno al DNA (Fast Micromethod®) | biomarker di danno al materiale genetico | Schröder HC, Batel R, Schwertner H, Boreiko O, Müller WE. 2006. Fast micromethod DNA single-strand-break assay. <i>Methods Mol Biol.</i> 2006; 314:287-305. |
| Determinazione delle metallotioneine | biomarker di esposizione a metalli in traccia | Viarengo, A., Ponzano, E., Dondero, F., Fabbri, R. 1997. A simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: an application to Mediterranean and Antarctic molluscs, <i>Marine Environmental Research</i> , 44, 1, 69-84, |

Nel fegato degli esemplari di pesce prelevati come indicato nel par. 4.3.2 saranno effettuate le seguenti determinazioni, sulla base dei riferimenti bibliografici riportati in tabella:

| Determinazione | Tipologia biomarker | Metodica |
|--------------------------------------|--|--|
| Determinazione delle metallotioneine | biomarker di esposizione a metalli in traccia | Viarengo, A., Ponzano, E., Dondero, F., Fabbri, R. 1997. A simple spectrophotometric method for metallothionein evaluation in marine organisms: an application to Mediterranean and Antarctic molluscs, <i>Marine Environmental Research</i> , 44, 1, 69-84 |
| Attività EROD | biomarker di esposizione a IPA, PCB e diossine | Stagg, R., McIntosh, A., and Gubbins, M. J. 2016. Determination of CYP1A-dependent mono-oxygenase activity in dab by fluorimetric measurement of EROD activity in S9 or microsomal liver fractions. <i>ICES Techniques in Marine Environmental Sciences</i> No. 57. 21 pp. |

4.5 Plancton

Sarà analizzata la composizione della comunità planctonica (fito- e zooplancton) nelle cinque stazioni riportate in fig. 1, per verificare le eventuali differenze dovute alla presenza dello scarico termico. Le indagini saranno condotte in due campagne, una invernale e una estiva.

In ogni stazione il campionamento di fitoplancton sarà effettuato tramite bottiglia campionatrice da 1 litro alla profondità di 0.5 m; immediatamente dopo il prelievo i campioni saranno fissati con reattivo di Lugol.

Il campionamento di zooplancton sarà effettuato su un profilo verticale fino alla profondità di 20 m, tramite retino provvisto di armatura conica, imboccatura da 30 cm e maglia da 80 μm , in modo da consentire il filtraggio di un volume d'acqua totale 1.4 m³ per ciascuna stazione. Il materiale sarà raccolto in un volume finale di 250 ml e ciascun campione sarà fissato in alcool etilico.

I campionamenti saranno replicati per 3 giorni consecutivi, per un totale di 15 campioni di fitoplancton e 15 campioni di zooplancton per ciascuna campagna.

In seguito alle determinazioni tassonomiche delle specie rinvenute, saranno descritte le comunità individuate nelle diverse stazioni nell'ambito delle due stagioni di campionamento

Per la valutazione relativa alla struttura di comunità saranno effettuati confronti su scala sia spaziale (variabilità intra ed entro stazioni) sia temporale (variabilità intra ed entro stagioni). Tali valutazioni saranno eseguite tramite l'applicazione di parametri strutturali e indici ecologici:

- dominanza
- abbondanza totale
- ricchezza specifica totale
- indice di ricchezza specifica di Margalef
- indice di diversità specifica di Shannon-Wiener
- equitabilità di Pielou
- indice di Diversità di Simpson

I dati di abbondanza saranno elaborati con tecniche di statistica multivariata sulla matrice quantitativa "taxa x stazioni" (nMDS/MDS, Cluster Analysis) e i contributi percentuali delle singole specie alla dissimilarità tra raggruppamenti e le similarità medie all'interno dello stesso gruppo tramite la procedura SIMPER (Similarity Percentage). Tali elaborazioni verranno effettuate mediante appositi software, quali Primer o equivalenti.

5 COMPARTO SEDIMENTI

I sedimenti giocano un ruolo fondamentale per la qualità degli ecosistemi acquatici in quanto costituiscono l'habitat di molti organismi e il sostegno della flora e fauna marina. Essi rappresentano, altresì, il comparto dove si depositano molti contaminanti pericolosi in quanto tossici, persistenti e bioaccumulabili. Tali contaminanti, oltre a produrre effetti diretti sugli organismi bentonici, comportano un rischio a lungo termine per la vita acquatica e per l'uomo a causa del loro trasferimento attraverso la rete trofica e la loro diffusione e risospensione nella colonna d'acqua.

Inoltre, i sedimenti rappresentano una matrice conservativa in grado di fornire informazioni su eventuali alterazioni presenti e passate.

Di conseguenza, la caratterizzazione chimico-fisica, ecotossicologica e biologica dei sedimenti consente una definizione della valutazione della qualità e dello stato di salute del corpo idrico.

Sulla base delle indicazioni riportate nel PMC dell'AIA sono state previste le seguenti indagini:

- caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica
- caratterizzazione della comunità bentonica

Di seguito si riporta una tabella con le attività previste, i cui dettagli vengono illustrati nei paragrafi seguenti.

| Attività | Parametri | Stazioni | Campioni | Frequenza |
|--|---|---|-----------------------------------|--------------------|
| Caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica | granulometria, pH, potenziale redox metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn), IPA, PCB, composti organostannici | 8 totali <ul style="list-style-type: none"> • 2 entro 200 m dallo scarico • 6 stazioni su 2 transetti | 8 | 1, campagna estiva |
| | batteria tre test ecotossicologici (su sedimento tal quale ed elutriato) per tossicità acuta e cronica | | | |
| Macrobenthos | Caratterizzazione comunità | | 16 (due repliche per stazione) | |

5.1 Stazioni di monitoraggio

Per quanto riguarda i sedimenti sono state individuate otto stazioni: 2 stazioni entro 200 m dallo scarico e 6 stazioni posizionate su 2 transetti (uno presumibilmente influenzato dallo scarico e uno di controllo). Le stazioni sui transetti sono posizionate alle tre batimetrie -4, -8 e -16 m.

| Stazione | Distanza dalla costa/profondità (m) | Coordinate | |
|--------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| TVS 1s | 200 | 42° 7'15.41"N | 11°45'37.16"E |
| TVS 2s | 200 | 42° 7'17.32"N | 11°45'33.11"E |
| TVS 3s | -4 | 42° 7'14.37"N | 11°45'33.33"E |
| TVS 4s | -8 | 42° 7'8.43"N | 11°45'28.28"E |
| TVS 5s | -16 | 42° 7'0.61"N | 11°45'21.59"E |
| TVS 6s (controllo) | -4 | 42° 8'49.29"N | 11°44'14.90"E |
| TVS 7s (controllo) | -8 | 42° 8'41.10"N | 11°43'50.11"E |
| TVS 8s (controllo) | -16 | 42° 8'35.34"N | 11°43'31.87"E |

Di seguito è riportata l'immagine relativa alle stazioni previste per il campionamento dei sedimenti.

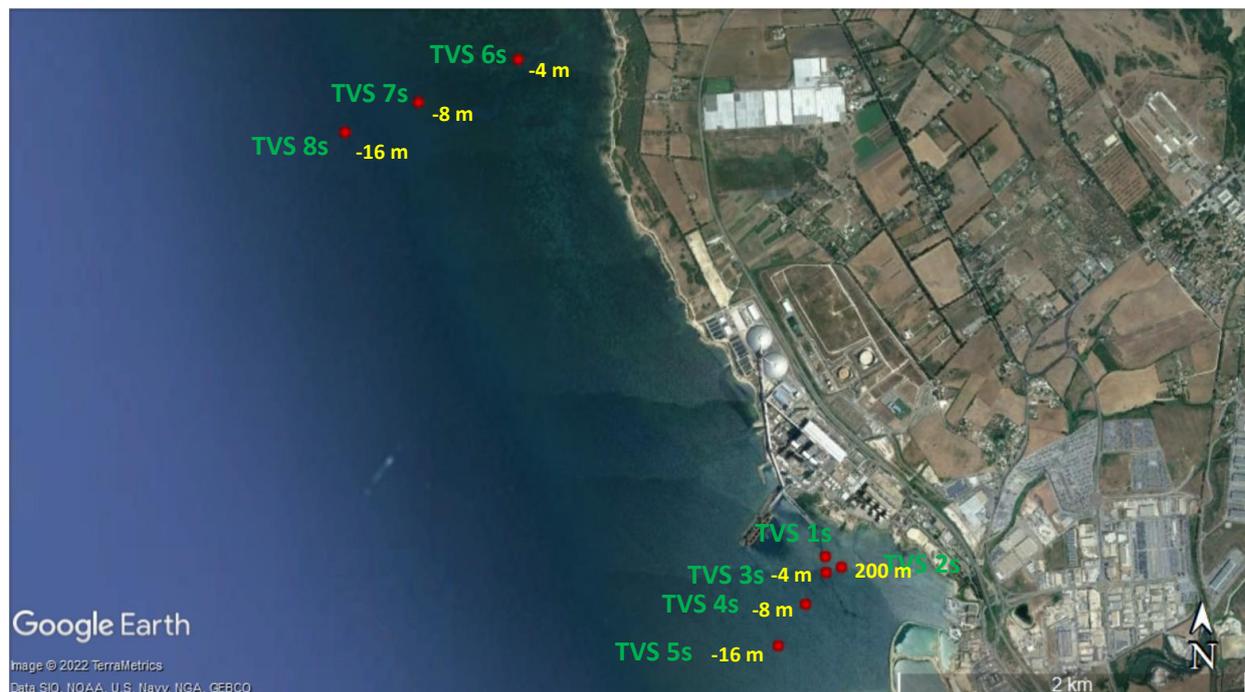


Figura 8 Stazioni di campionamento dei sedimenti

5.2 Caratterizzazione chimico-fisica ed ecotossicologica

Nelle stazioni sopra indicate si procederà al campionamento dei sedimenti mediante operatori subacquei, avendo cura di raccogliere materiale fine in quantità sufficiente per le successive caratterizzazioni.

Sugli otto campioni di sedimento, subito dopo il prelievo, saranno misurati il pH e il potenziale redox; il materiale sarà quindi suddiviso in diverse aliquote per le successive determinazioni:

- granulometria
- metalli (As, Cd, Cr, Cr VI, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn)
- IPA
- PCB
- composti organostannici

Inoltre, saranno condotti saggi ecotossicologici che consentono una valutazione integrata della presenza di inquinanti, della loro biodisponibilità e delle possibili interazioni.

Per ogni campione sarà applicata una batteria composta dai seguenti test:

- test di inibizione della bioluminescenza con *Vibrio fischeri* su tal quale
- test di tossicità di inibizione della crescita con *Phaeodactylum tricornutum* su elutriato
- test di embriotossicità con *Paracentrotus lividus* su elutriato

Nel caso in cui non fosse possibile effettuare uno o più tra i test indicati saranno utilizzati altri organismi bersaglio per l'esecuzione di tre test di cui almeno uno sul sedimento tal quale e almeno uno su elutriato. Gli organismi e la tipologia di end-point saranno in ogni caso individuati sulla base di quanto riportato nell'Allegato Tecnico del DM 173/2016 "Autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini - Attuativo dell'art. 109, Dlgs 152/2006".

Per la valutazione della qualità dei sedimenti i dati analitici ottenuti saranno confrontati, ove possibile, con:

- Livelli Chimici di riferimento nazionali L1 e L2, previsti dal DM Ambiente 15 luglio 2016, n.173 "Autorizzazione all'immersione in mare dei materiali di escavo di fondali marini – Attuativo dell'art. 109, Dlgs 152/2006" (Tabella 2.5 dell'Allegato Tecnico al DM).
- Standard di Qualità Ambientale dei sedimenti marino-costieri inclusi nelle Tab. 2/A e 3/A del DM 172/2015 "Attuazione della Direttiva 2013/39Ue, che modifica le direttive 2000/60Ce per quanto riguarda le sostanze prioritarie nel settore della politica delle acque";
- Concentrazioni Limite del D.Lgs. n. 152/06 Tabella 1, Allegato 5 al Titolo V alla parte Quarta – Colonna A: siti ad uso verde pubblico residenziale; Colonna B: siti ad uso commerciale e industriale;
- Livello Chimico Limite e Livello Chimico Cautelativo - Manuale ICRAM per la movimentazione dei sedimenti marini (2007)

5.3 Caratterizzazione della comunità bentonica

Nelle stesse stazioni sopra indicate si procederà al campionamento del sedimento per la caratterizzazione della comunità macrobentonica. Per ogni stazione saranno prelevate due repliche, al fine di garantire la significatività statistica in fase di elaborazione dei dati.

Gli organismi saranno separati dal sedimento mediante risciacquo con acqua marina corrente su un setaccio con maglia di 1 mm, raccolti in appositi contenitori, fissandoli poi in formaldeide al 4% in acqua di mare.

In laboratorio ogni campione di macrobenthos sarà lavato in acqua corrente e conservato in etanolo al 75-80%. Successivamente si procederà con:

- smistamento e divisione degli organismi nei principali taxa animali;
- determinazione sistematica fino a livello di specie, quando possibile, mediante stereomicroscopio da dissezione, microscopio ottico e test per il riconoscimento;
- registrazione delle abbondanze relative di ogni singolo taxon.

Sulla base delle determinazioni tassonomiche eseguite sarà predisposta una lista specie completa e una matrice taxa x stazioni.

La struttura della comunità macrobentonica sarà descritta tramite i seguenti parametri strutturali ed indici ecologici: dominanza, abbondanza totale, ricchezza specifica totale, indice di ricchezza specifica di Margalef, indice di diversità specifica di Shannon-Wiener, Equitabilità di Pielou, indice di Diversità di Simpson, indice M-AMBI.

I dati di abbondanza saranno elaborati con tecniche di statistica multivariata sulla matrice quantitativa "taxa x stazioni" (nMDS/MDS, Cluster Analysis) e i contributi percentuali delle singole specie alla dissimilarità tra raggruppamenti e le similarità medie all'interno dello stesso gruppo tramite la procedura SIMPER (Similarity Percentage). Tali elaborazioni verranno effettuate mediante appositi software, quali Primer o equivalenti.

6 REPORTING

Al termine di ogni anno di monitoraggio verrà predisposto un rapporto contenente, per ogni comparto ambientale considerato, i risultati ottenuti e le relative valutazioni in merito alla qualità e all'eventuale presenza di alterazioni associabili all'esercizio della Centrale di Torrevaldaliga Sud.

Le valutazioni saranno effettuate sulla base dei riferimenti normativi utilizzati e per confronto tra area di influenza dello scarico termico e aree di controllo attraverso la verifica di eventuali gradienti su transetti costa-largo.

Al termine dei tre anni di monitoraggio verrà presentato un rapporto conclusivo in merito ai risultati ottenuti nell'intero periodo di indagine.