



**Conversione a carbone della  
Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord**

**PIANO DI MONITORAGGIO E BIOMONITORAGGIO**

NOVEMBRE 2004

## Indice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>1.1. RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA</b> .....  | <b>4</b>  |
| 1.1.1. Configurazione attuale della rete di monitoraggio della qualità dell'aria .....  | 4         |
| 1.1.2. Interventi previsti sulla rete di monitoraggio della qualità dell'aria .....   | 15        |
| 1.1.2.1. <i>Modifiche della rete di rilevamento della qualità dell'aria</i> .....   | 15        |
| <b>1.2. EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI</b> .....  | <b>21</b> |
| 1.2.1. Misure delle polveri intorno alle banchine carbone e calcare/gesso/ceneri .....  | 21        |
| 1.2.2. Stima delle concentrazioni in atmosfera .....  | 22        |
| 1.2.3. Stima delle deposizioni al suolo .....   | 23        |
| 1.2.4. Emissioni diffuse nella fase di cantiere .....   | 23        |
| <b>1.3. CAMPAGNE DI RILEVAMENTO DEI MICROINQUINANTI</b> .....   | <b>24</b> |
| 1.3.1. Proposta per l'esecuzione di campagne di monitoraggio dell'inquinamento<br>atmosferico da attuare nell'area circostante la Centrale di Torrealvaldiga Nord.... | 24        |
| 1.3.1.1. <i>Lineamenti del piano sperimentale</i> .....   | 24        |
| <b>1.4. BIOMONITORAGGIO</b> .....   | <b>29</b> |
| 1.4.1. Configurazione della rete esistente e risultati ottenuti.....  | 29        |
| 1.4.2. Proposta operativa per l'esecuzione delle nuove campagne di biomonitoraggio. .   | 30        |
| 1.4.2.1. <i>Scelta dei biosensori</i> .....   | 30        |
| 1.4.2.2. <i>Composizione della rete</i> .....   | 33        |
| 1.4.2.3. <i>Progetto definitivo</i> .....   | 34        |
| 1.4.2.4. <i>Norme tecniche esecutive</i> .....  | 36        |
| <b>2. PIANO DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO ANTISTANTE LA CENTRALE DI<br/>TORREVALDALIGA NORD</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>2.1. COMPONENTI AMBIENTALI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO</b> .....  | <b>37</b> |
| <b>2.2. LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE</b> .....   | <b>39</b> |
| 2.2.1. Fitoplancton e Zooplancton .....   | 39        |
| 2.2.2. Macrobenthos e prateria di Posidonia oceanica .....  | 39        |
| <b>2.3. EFFETTI DELL'ESERCIZIO DELLA CENTRALE SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE<br/>DELL'ECOSISTEMA COSTIERO</b> .....  | <b>41</b> |
| 2.3.1. Test ecotossicologico in acqua di mare mediante Artemia franciscana.....   | 42        |
| 2.3.2. Test ecotossicologico mediante Microtox .....  | 43        |
| 2.3.3. BIBLIOGRAFIA MONITORAGGIO AMBIENTE MARINO.....   | 44        |

## **Elenco allegati**

- Allegato 1:** Attuale configurazione della rete di rilevamento della qualità dell'aria
- Allegato 2:** Adeguamento della rete di qualità dell'aria
- Allegato 3:** Rapporto CESI A3/016618 – Studio modellistico della dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera nel caso di 3 gruppi termoelettrici a carbone
- Allegato 4:** Correlazione tra la dislocazione geografica delle postazioni della rete di rilevamento della qualità dell'aria e le curve di isoconcentrazione di NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> e PTS
- Allegato 5:** Estratto dal SIA – paragrafo 4.1.2.7 – Popolazione e attività antropiche
- Allegato 6:** Capitolo 7 del rapporto CESI A2/028217: “Atmosfera – approfondimenti delle tematiche ambientali trattate nel SIA relative all'aggiornamento del progetto di adeguamento ambientale della centrale termoelettrica” (Estratto dalle Integrazioni allo Studio di Impatto Ambientale – Allegato 14.1)
- Allegato 7:** Rapporto CESI A4/511473 – Piano di caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso derivante da traffico veicolare
- Allegato 8:** Rapporto CESI A4509591 – Misura delle concentrazioni di particolato fine ed ultrafine nel comprensorio di Civitavecchia. Rapporto Finale.
- Allegato 9:** Distribuzione delle stazioni della rete di biomonitoraggio rispetto alla griglia di riferimento
- Allegato 10:** Quadro sinottico della cartografia monografica delle stazioni di biomonitoraggio
- Allegato 11:** Stazioni per il bioaccumulo dei Licheni
- Allegato 12:** Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel comprensorio tolfetano attraverso l'uso di Licheni come bioindicatori. Relazione Finale.
- Allegato 13:** Monitoraggio dell'inquinamento atmosferico nel comprensorio tolfetano attraverso l'uso di Licheni come bioindicatori. Appendice 2: Localizzazione stazioni
- Allegato 14:** Indagine sul bioaccumulo di elementi in traccia nelle foglie e nei Licheni

## **1. MONITORAGGIO DELL'INQUINAMENTO ATMOSFERICO**

### **1.1. RETE DI MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA**

Il monitoraggio della qualità dell'aria è finalizzato alla caratterizzazione del livello dell'inquinamento atmosferico in un determinato territorio e, nel caso dell'area circostante la Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, alla valutazione dei potenziali effetti sulla componente atmosferica della conversione a carbone dell'impianto.

A tal fine Enel ha elaborato e proposto un progetto di monitoraggio che prevede una serie di azioni integrate di controllo allo scopo di tenere sotto osservazione, sia in termini qualitativi che quantitativi, l'incidenza ambientale indotta dall'esercizio a carbone della Centrale.

Sostanzialmente il piano si basa sull'installazione di postazioni fisse e sull'esecuzione di campagne di misura periodiche per il controllo delle concentrazioni degli inquinanti in aria. Più nel dettaglio il piano prevede:

- l'integrazione della strumentazione della esistente rete di rilevamento della qualità dell'aria;
- l'installazione di una postazione di misura delle polveri e di deposimetri nell'area delle banchine carbone e calcare/gesso/ceneri per la caratterizzazione dell'impatto sulla qualità dell'aria derivante dalle attività di movimentazione dei prodotti;
- l'esecuzione di campagne periodiche di misura dei microinquinanti;
- l'attivazione di una rete di biomonitoraggio terrestre.

Complessivamente, quindi, il piano di monitoraggio ha come obiettivo quello di fornire un quadro completo della situazione ambientale nella cosiddetta "area vasta" (cioè l'ambito di sostanziale estensione delle prevedibili interferenze ambientali della centrale).

#### **1.1.1. Configurazione attuale della rete di monitoraggio della qualità dell'aria**

La Centrale di Torrevaldaliga Nord è dotata di un "Sistema Chimico e Meteorologico per il Rilevamento della Qualità dell'Aria", più semplicemente detto "Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria" (RRQA).

Oggi la rete è costituita da 11 postazioni remote di rilevamento della qualità dell'aria e da 2 postazione meteorologiche, tutte entrate in servizio nel 1981. Ulteriori 3 postazioni (Via Isonzo, Villa Albani e Quattro Porte), collocate recentemente su richiesta del Comune di Civitavecchia, servono per monitorare l'inquinamento urbano (traffico veicolare, porto, etc.).

Nell'**allegato 1** si riporta l'ubicazione planimetrica dell'attuale configurazione della rete di

monitoraggio della qualità dell'aria.

Le postazioni che costituiscono la rete di rilevamento della qualità dell'aria, attualmente in esercizio intorno alla centrale erano state installate, in accordo con le Autorità locali, al fine di monitorare l'influenza dell'impianto sull'area circostante in termini di ricadute, in ottemperanza ai disposti della legge 880/73.

Il posizionamento era stato definito sulla base dei risultati forniti da idonei modelli matematici previsionali di ricaduta relativi alle centrali di Torrevaldaliga Nord, di Torrevaldaliga Sud e Fiumaretta.

L'attuale dotazione strumentale è così strutturata:

Parametri meteorologici rilevati:

- n. 3 direzione del vento
- n. 3 velocità del vento
- n. 1 irraggiamento solare
- n. 3 temperatura ambiente
- n. 1 umidità relativa
- n. 1 pressione atmosferica
- n. 1 precipitazione atmosferica
- n. 3 differenza di temperatura

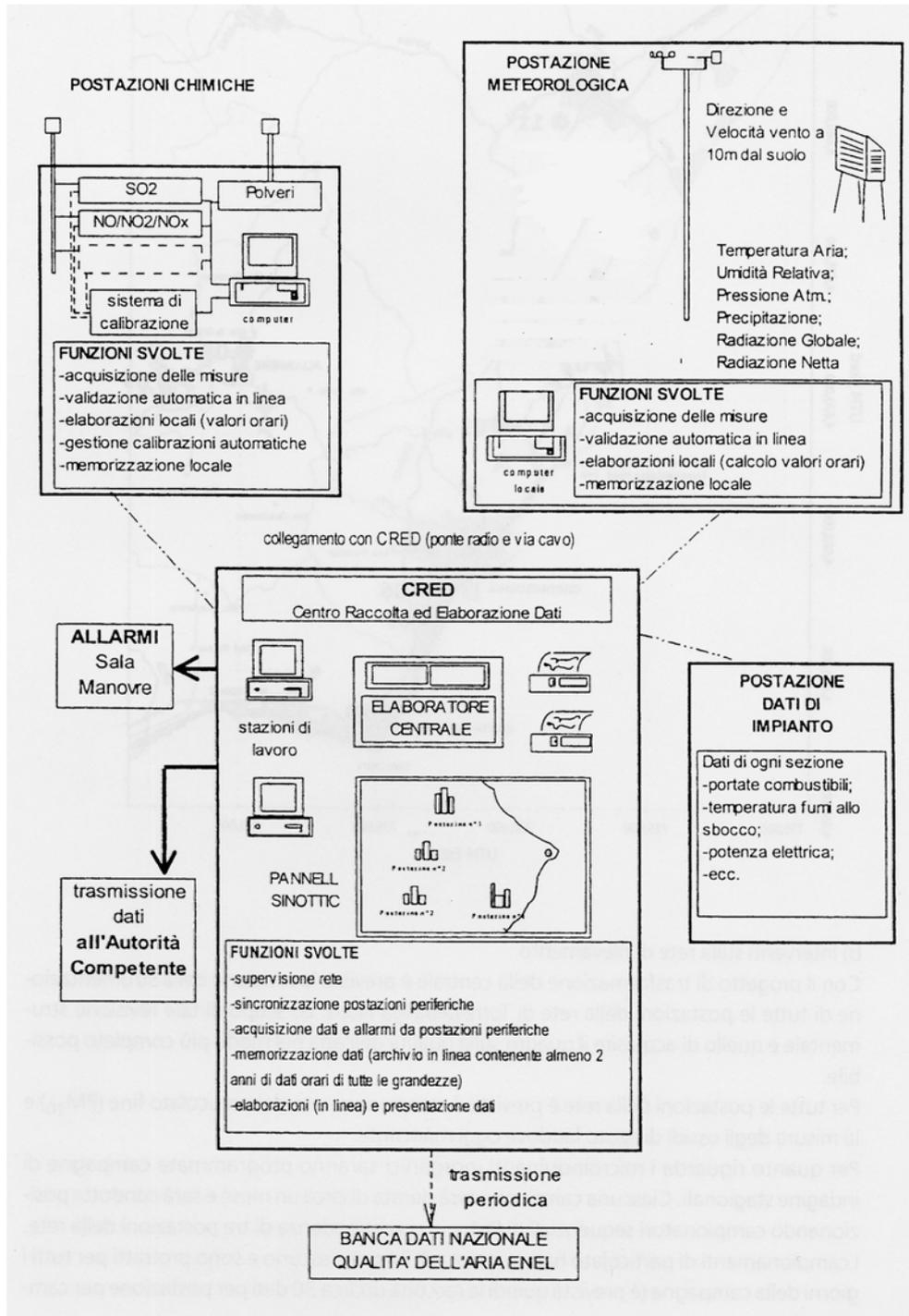
Postazioni chimiche:

**SITUAZIONE ATTUALE**

| <b>ANALIZZATORE</b>                            | <b>Via Isonzo</b> | <b>Villa Albani</b> | <b>Quattro Porte</b> | <b>Aurelia</b> | <b>S. Agostino</b> | <b>Fiumaretta</b> | <b>Faro</b> | <b>Campo dell'Oro</b> | <b>S. Gordiano</b> | <b>Allumiere</b> | <b>Tolfa</b> | <b>S. Marinella</b> | <b>Tarquinia</b> | <b>Monteromano</b> |
|--|-------------------|---------------------|----------------------|----------------|--------------------|-------------------|-------------|-----------------------|--------------------|------------------|--------------|---------------------|------------------|--------------------|
| <b>SO<sub>2</sub></b>                          | X                 |                     |                      | X              | X                  | X                 | X           | X                     | X                  | X                | X            | X                   | X                | X                  |
| <b>NO<sub>2</sub></b>                          | X                 | X                   | X                    | X              |                    |                   |             | X                     | X                  | X                |              |                     |                  |                    |
| <b>POLVERI</b>                                 | PM10              | PM10                | PM10                 |                |                    | PTS               | PTS         | PTS                   |                    |                  |              |                     |                  |                    |
| <b>CO</b>                                      | X                 | X                   | X                    |                |                    |                   |             |                       |                    |                  |              |                     |                  |                    |
| <b>O<sub>3</sub></b>                           | X                 | X                   | X                    |                |                    |                   |             |                       |                    |                  |              |                     |                  |                    |
| <b>IDROCARBURI</b><br>(metanici- non metanici) | X                 | X                   | X                    |                |                    |                   |             |                       |                    |                  |              |                     |                  |                    |
| <b>BTX</b><br>(benzene-toluene-xilene)         | X                 | X                   | X                    |                |                    |                   |             |                       |                    |                  |              |                     |                  |                    |

Le apparecchiature della rete di monitoraggio sono state costantemente aggiornate nel tempo. Lo schema funzionale del sistema nel suo complesso, rappresentato in figura 1, ricalca quello delle più recenti reti installate attorno agli impianti termoelettrici di Enel Produzione e rispetta le indicazioni fornite dalla vigente normativa.

**Figura 1**



Di seguito si riporta, con maggior dettaglio, la situazione attuale della rete di rilevamento della qualità dell'aria e, per ogni singola postazione, sono fornite le informazioni relative a:

- modello della strumentazione;
- principio di funzionamento;
- fondo scala impostato;
- principio di taratura;
- anno di fornitura;
- giudizio sulla disponibilità di ricambi;
- conformità alla vigente legislazione.

Vengono inoltre indicati i dati relativi a:

- stato generale della conservazione delle capannine;
- stato del condizionatore;
- sistema di trasmissione dati;
- eventuale esistenza di spazi per l'inserimento di nuova strumentazione;
- posizionamento della bombola di taratura;
- idoneità del posizionamento.

**POSTAZIONE DI VIA ISONZO**

| Analizzatore    |                     |                            |                       |                    |                |                            |                               |
|-----------------|---------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|
|                 | Modello Costruttore | Principio di funzionamento | Fondo scala           | Principio Taratura | Anno Fornitura | Disponibilità ricambi      | Conforme legislazione vigente |
| SO <sub>2</sub> | T.E. 43A            | Fluoresc. Pulsata          | 500 ppb               | Tubo a permeazione | 1988           | Buona                      | Si                            |
| NO <sub>2</sub> | T.E. 42             | Chemlum.                   | 500 ppb               | Bombola            | 1988           | Buona                      | Si                            |
| Polveri (PM10)  | APM1                | Att. raggi beta            | 2067ug/m <sup>3</sup> | Interno            | 1988           | Fuori prod./non reperibili | Si                            |
| CO              | H&B URAS 3G         | Infrarosso                 | 100 mg/m <sup>3</sup> | Bombola            | 1988           | Fuori Prod./buona          | Si                            |
| O <sub>3</sub>  | T.E. 49             | U.V.                       | 500 ppb               | Gener. interno     | 1988           | Buona                      | Si                            |
| Idrocarburi     | Byron 302           | Gascromatografia (FID)     | 10 ppm                | Bombola multigas   | 1988           | Fuori Prod./Difficile      | Si                            |
| BTX             | Syntech Spectras    | Gascromatografia (PID)     | 50 mg/m <sup>3</sup>  | Bombol. Multigas   | 2003           | Ottima                     | Si                            |
| Stazione Meteo  | SIAP                |                            |                       |                    | 2000           | Ottima                     | Si                            |

| Postazione                   |  |                        |                              |   |                         |                                  |
|------------------------------|--|------------------------|------------------------------|---|-------------------------|----------------------------------|
| Stato conservazione generale | Condizionatori aria anno installazione o stato | Denuncia messa a terra | Sistema trasmissione dati    | Spazio fisico per implementazione strumenti | Posizione parco bombole | Idoneità posizionamento          |
| Vetresina                    | Ottimo   |                        | GSM per TN e Oss. Ambientale | NO  | Esterno                 | Si condizionato (Stazione meteo) |
| Buona                        |  |                        |                              |   |                         |                                  |
|                              |  |                        |                              |   |                         |                                  |

**POSTAZIONE DI VILLA ALBANI**

| <b>Analizzatore</b> |                                |                                       |   |                               |                           |                                  |  |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|---|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|
|                     | <b>Modello<br/>Costruttore</b> | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>                  | <b>Principio<br/>Taratura</b> | <b>Anno<br/>Fornitura</b> | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b> | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b>               |
| SO <sub>2</sub>     |                                |                                       |   |                               |                           |                                  |  |
| NO <sub>2</sub>     | T.E: 42C                       | Chemilum.                             | 1000 ppb  | Bombola                       | 2002                      | Buona                            | Si   |
| Polveri (PM10)      | OP SIS SM<br>200               | Att.raggi beta                        | 1000 ug/m <sup>3</sup><br>(media sulle<br>24 ore) | Interno                       | 2003                      | Ottima                           | Si (possibilità di<br>taratura con metodo<br>gravimetrico) |
| CO                  | T.E: 48 C                      | Infrarosso                            | 50 mg/m <sup>3</sup>                              | Bombola                       | 2002                      | Ottima                           | Si   |
| O <sub>3</sub>      | T.E. 49                        | U.V.                                  | 500 ppb   | Gener.internq                 | 2003                      | Buona                            | Si   |
| Idrocarburi         | Byron 302<br>rev C             | Gasromatografi<br>a (FID)             | 10 ppm  | Bombola<br>multigas           | 2003                      | Difficile                        | Si   |
| BTX                 | Syntech<br>Spectras            | Gasromatografi<br>a (PID)             | 50 mg/m <sup>3</sup>                              | Bombol<br>Multigas            | 2002                      | Ottima                           | Si   |

| <b>Postazione</b>                           |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|---|---|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b> | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |
|   | Ottimo/ 2003  |                                   | GSM per TN e<br>Oss. Ambientale          | NO   | Esterno                            | Si                                 |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |

**POSTAZIONE DI QUATTRO PORTE**

| <b>Analizzatore</b>  |                                |                                       |  |                               |                           |                                  |  |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|
|                      | <b>Modello<br/>Costruttore</b> | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala</b>                           | <b>Principio<br/>Taratura</b> | <b>Anno<br/>Fornitura</b> | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b> | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b>               |
| SO <sub>2</sub>      |                                |                                       |  |                               |                           |                                  |  |
| NO <sub>2</sub>      | T.E: 42C                       | Chemilum.                             | 1000 ppb   | Bombola                       | 2002                      | Buona                            | Si   |
| Polveri (PM10)i      | OP SIS SM<br>200               | Att.raggi beta                        | 1000ug/m <sup>3</sup><br>(media sulle<br>24 ore) | Interno                       | 2003                      | Ottima                           | Si (possibilità di<br>taratura con metodo<br>gravimetrico) |
| CO                   | T.E: 48 C                      | Infrarosso                            | 50 mg/m <sup>3</sup>                             | Bombola                       | 2002                      | Ottima                           | Si   |
| O <sub>3</sub>       | T.E. 49                        | U.V.                                  | 500 ppb  | Gener.interno                 | 2003                      | Buona                            | Si   |
| Idrocarburi<br>rev C | Byron 302                      | Gasromatografi<br>a (FID)             | 10 ppm   | Bombola<br>multigas           | 2003                      | Difficile                        | Si   |
| BTX                  | Syntech<br>Spectras            | Gasromatografi<br>a (PID)             | 50 mg/m <sup>3</sup>                             | Bombola<br>multigas           | 2002                      | Ottima                           | Si   |

| <b>Postazione</b>                           |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|---|---|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b> | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |
| Ottima / 2003                               | Ottimo/2003   |                                   | GSM per TN e<br>Oss. Ambientale          | NO   | Esterno                            | Si                                 |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |

**POSTAZIONE DI AURELIA**

| <b>Analizzatore</b> |                                |                                       |                        |                               |                           |                                  |  |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|
|                     | <b>Modello<br/>Costruttore</b> | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala</b> | <b>Principio<br/>Taratura</b> | <b>Anno<br/>Fornitura</b> | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b> | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>     | T.E: 43 A                      | Fluorescenza                          | 500 ppb                | Tubo a perm.                  | 1988                      | Difficile                        | SI   |
| NO <sub>2</sub>     | T.E: 42C                       | Chemilum.                             | 500 ppb                | Bombola                       | 1995                      | Buona                            | SI   |
| Polveri             |                                |                                       |                        |                               |                           |                                  |  |

| <b>Postazione</b>                           |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|---|---|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b> | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |
| Metallica                                   | Buono stato dotato di split                                   |                                   | Ponte radio + GSM per TN                 | 2-3  | Interna                            | SI                                 |
| Buona                                       |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |

**POSTAZIONE DI S. AGOSTINO**

| <b>Analizzatore</b> |                                |                                       |  |                               |                           |                                  |  |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|
|                     | <b>Modello<br/>Costruttore</b> | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>       | <b>Principio<br/>Taratura</b> | <b>Anno<br/>Fornitura</b> | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b> | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>     | T.E: 43 A                      | Fluorescenza                          | 500 ppb                                | Tubo a perm.                  | 1988                      | Difficile                        | SI   |
| NO <sub>2</sub>     |                                |                                       |  |                               |                           |                                  |  |
| Polveri             | Verewa F701                    | Att.raggi bet                         | 1000ug/m <sup>3</sup><br>(media 8 ore) | Interno                       | 2003                      | Ottima                           | SI condizionato<br>Lamina calibrata          |

| <b>Postazione</b>                           |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|---|---|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b> | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |
| Metallica                                   | Buono stato dotato di split                                   |                                   | Ponte radio + GSM per TN                 | 2-3  |                                    | SI                                 |
| Buona                                       |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |

**POSTAZIONE DI FIUMARETTA**

| <b>Analizzatore</b>                         |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|---|---|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
|   | <b>Modello<br/>Costruttore</b>                                | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>         | <b>Principio<br/>Taratura</b>                              | <b>Anno<br/>Fornitura</b>          | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b>   | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>                             | T.E: 43 A   | Fluorescenza                          | 500 ppb                                  | Tubo a perm.   | 1988                               | Difficile                          | SI   |
| NO <sub>2</sub>                             |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| Polveri                                     | Verewa F701   | Att.raggi bet                         | 1000ug/m <sup>3</sup><br>(media 8 ore)   | Interno  | 2001                               | Ottima                             | SI condizionato<br>Lamina calibrata          |
| <b>Postazione</b>                           |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b>     | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |  |
| Metallica                                   | Buono stato dotato di split                                   |                                       | Ponte radio + GSM per TN                 | 2-3  |                                    | SI                                 |  |
| Buona                                       |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|   |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |

**POSTAZIONE FARO**

| <b>Analizzatore</b>                         |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|---|---|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
|   | <b>Modello<br/>Costruttore</b>                                | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>         | <b>Principio<br/>Taratura</b>                              | <b>Anno<br/>Fornitura</b>          | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b>   | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>                             | T.E: 43 A   | Fluorescenza                          | 500 ppb                                  | Tubo a perm.   | 1988                               | Difficile                          | SI   |
| NO <sub>2</sub>                             |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| Polveri                                     | Verewa F701   | Att.raggi beta                        | 1000ug/m <sup>3</sup><br>(media 8 ore)   | Interno  | 2003                               | Ottima                             | SI condizionato<br>Lamina calibrata          |
| <b>Postazione</b>                           |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b>     | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |  |
| Metallica                                   | Buono stato dotato di split                                   |                                       | Ponte radio + GSM per TN                 | 2-3  |                                    | SI                                 |  |
| Buona                                       |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|   |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |

*POSTAZIONE DI CAMPO DELL'ORO*

| Analizzatore                 |  |                            |                           |   |                         |                         |                               |
|------------------------------|--|----------------------------|---------------------------|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|                              | Modello Costruttore                            | Principio di funzionamento | Fondo scala (ppb)         | Principio Taratura                          | Anno Fornitura          | Disponibilità ricambi   | Conforme legislazione vigente |
| SO <sub>2</sub>              | T.E: 43 A                                      | Fluorescenza               | 500 ppb                   | Tubo a perm.                                | 1988                    | Difficile               | Si                            |
| NO <sub>2</sub>              | T.E: 42C                                       | Chemilum.                  | 500 ppb                   | Bombola                                     | 1995                    | Buona                   | Si                            |
| Postazione                   |  |                            |                           |   |                         |                         |                               |
| Stato conservazione generale | Condizionatori aria anno installazione o stato | Denuncia messa a terra     | Sistema trasmissione dati | Spazio fisico per implementazione strumenti | Posizione parco bombole | Idoneità posizionamento |                               |
| Metallica                    | Buono stato dotato di split                    |                            | Ponte radio + GSM per TN  | 2-3   | Interno                 | Si                      |                               |
| Buona                        |  |                            |                           |   |                         |                         |                               |
|                              |  |                            |                           |   |                         |                         |                               |

*POSTAZIONE DI S. GORDIANO*

| Analizzatore    |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
|-----------------|---------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|----------------|-----------------------|-------------------------------|
|                 | Modello Costruttore | Principio di funzionamento | Fondo scala (ppb) | Principio Taratura | Anno Fornitura | Disponibilità ricambi | Conforme legislazione vigente |
| SO <sub>2</sub> | T.E: 43 A           | Fluorescenza               | 500 ppb           | Tubo a perm.       | 1988           | Difficile             | Si                            |
| NO <sub>2</sub> | T.E: 42C            | Chemilum.                  | 500 ppb           | Bombola            | 1995           | Buona                 | Si                            |
| Polveri         |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
| CO              |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
| O <sub>3</sub>  |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
| Idrocarburi     |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
| BTX             |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |
| Stazione Meteo  |                     |                            |                   |                    |                |                       |                               |

| Postazione                   |  |                        |                           |   |                         |                         |
|------------------------------|--|------------------------|---------------------------|---|-------------------------|-------------------------|
| Stato conservazione generale | Condizionatori aria anno installazione o stato | Denuncia messa a terra | Sistema trasmissione dati | Spazio fisico per implementazione strumenti | Posizione parco bombole | Idoneità posizionamento |
| Metallica                    | Buono stato dotato di split                    |                        | Ponte radio + GSM per TN  | 2-3   | Interno                 | Si                      |
| Buona                        |  |                        |                           |   |                         |                         |
|                              |  |                        |                           |   |                         |                         |

**POSTAZIONE DI ALLUMIERE**

| <b>Analizzatore</b> |                            |                                   |                          |                           |                       |                              |  |
|---------------------|----------------------------|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|--|
|                     | <b>Modello Costruttore</b> | <b>Principio di funzionamento</b> | <b>Fondo scala (ppb)</b> | <b>Principio Taratura</b> | <b>Anno Fornitura</b> | <b>Disponibilità ricambi</b> | <b>Conforme legislazione vigente</b>     |
| SO <sub>2</sub>     | RANCON 8850                | Fluorescenza                      | 500 ppb                  | Tubo a perm.              | 1988                  | Difficile                    | SI                                       |
| NO <sub>2</sub>     | T.E: 42C                   | Chemilum.                         | 500 ppb                  | Bombola                   | 1990                  | Buona                        | SI                                       |
| Polveri             |                            |                                   |                          |                           |                       |                              |  |
|                     |                            |                                   |                          |                           |                       |                              |  |
|                     |                            |                                   |                          |                           |                       |                              |  |
|                     |                            |                                   |                          |                           |                       |                              |  |
| Stazione Meteo      |                            |                                   |                          |                           |                       |                              | Provvista di sensori vento e temperatura |

| <b>Postazione</b>                   |   |                               |                                  |  |                                |                                |
|-------------------------------------|---|-------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| <b>Stato conservazione generale</b> | <b>Condizionatori aria anno installazione o stato</b> | <b>Denuncia messa a terra</b> | <b>Sistema trasmissione dati</b> | <b>Spazio fisico per implementazione strumenti</b> | <b>Posizione parco bombole</b> | <b>Idoneità posizionamento</b> |
| Vetroresina                         | Da sostituire tipo monoblocco                         |                               | Ponte radio                      | 1-2 strumenti                                      | Interno                        | SI                             |
| Buona                               |   |                               |                                  |  |                                |                                |
|                                     |   |                               |                                  |  |                                |                                |

**POSTAZIONE DI TOLFA**

| <b>Analizzatore</b>                 |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |
|-------------------------------------|---|-----------------------------------|---|--|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
|                                     | <b>Modello Costruttore</b>                            | <b>Principio di funzionamento</b> | <b>Fondo scala (ppb)</b>  | <b>Principio Taratura</b>                          | <b>Anno Fornitura</b>          | <b>Disponibilità ricambi</b>   | <b>Conforme legislazione vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>                     | RANCON 8850   | Fluorescenza                      | 500 ppb   | Tubo a perm.                                       | 1988                           | Difficile                      | SI                                   |
| NO <sub>2</sub>                     |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |
| Polveri                             |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |
| <b>Postazione</b>                   |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |
| <b>Stato conservazione generale</b> | <b>Condizionatori aria anno installazione o stato</b> | <b>Denuncia messa a terra</b>     | <b>Sistema trasmissione dati</b>                                    | <b>Spazio fisico per implementazione strumenti</b> | <b>Posizione parco bombole</b> | <b>Idoneità posizionamento</b> |                                      |
| Vetroresina                         | Buono stato dotato di split                           |                                   | Doppino telefonico fino ad Allumiere poi tramite ponte radio per TN |  |                                |                                |                                      |
| Buona                               |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |
|                                     |   |                                   |   |  |                                |                                |                                      |

*POSTAZIONE DI S. MARINELLA*

| <b>Analizzatore</b>                         |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|---|---|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
|   | <b>Modello<br/>Costruttore</b>                                | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>         | <b>Principio<br/>Taratura</b>                              | <b>Anno<br/>Fornitura</b>          | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b>   | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>                             | RANCON<br>8850  | Fluorescenza                          | 500 ppb                                  | Tubo a<br>perm.  | 1988                               | Difficile                          | SI   |
| NO <sub>2</sub>                             |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| Polveri                                     |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Postazione</b>                           |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b>     | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |  |
| Vetroresina                                 | Da sostituire tipo<br>monoblocco                              |                                       | Ponte radio                              | 1-2 strumenti  |                                    | SI                                 |  |
| Buona                                       |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|   |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |

*POSTAZIONE DI TARQUINIA*

| <b>Analizzatore</b>                         |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|---|---|---------------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|--|
|   | <b>Modello<br/>Costruttore</b>                                | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala<br/>(ppb)</b>         | <b>Principio<br/>Taratura</b>                              | <b>Anno<br/>Fornitura</b>          | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b>   | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>                             | RANCON<br>8850  | Fluorescenza                          | 500 ppb                                  | Tubo a<br>perm.  | 1988                               | Difficile                          | SI   |
| NO <sub>2</sub>                             |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| Polveri                                     |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Postazione</b>                           |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b>     | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |  |
| Vetroresina                                 | Da sostituire tipo<br>monoblocco                              |                                       | Ponte radio                              | 1-2 strumenti  |                                    | SI                                 |  |
| Buona                                       |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |
|   |   |                                       |  |  |                                    |                                    |  |

**POSTAZIONE DI MONTEROMANO**

| <b>Analizzatore</b> |                                |                                       |                        |                               |                           |                                  |  |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------------|---------------------------|----------------------------------|--|
|                     | <b>Modello<br/>Costruttore</b> | <b>Principio di<br/>funzionamento</b> | <b>Fondo<br/>scala</b> | <b>Principio<br/>Taratura</b> | <b>Anno<br/>Fornitura</b> | <b>Disponibilità<br/>ricambi</b> | <b>Conforme<br/>legislazione<br/>vigente</b> |
| SO <sub>2</sub>     | RANCON<br>8850                 | Fluorescenza                          | 500 ppb                | Tubo a<br>perm.               | 1988                      | Difficile                        | SI   |
| NO <sub>2</sub>     |                                |                                       |                        |                               |                           |                                  |  |
| Polveri             |                                |                                       |                        |                               |                           |                                  |  |

| <b>Postazione</b>                           |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|---|---|-----------------------------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Stato<br/>conservazione<br/>generale</b> | <b>Condizionatori aria<br/>anno installazione<br/>o stato</b> | <b>Denuncia<br/>messa a terra</b> | <b>Sistema<br/>trasmissione<br/>dati</b> | <b>Spazio fisico per<br/>implementazione<br/>strumenti</b> | <b>Posizione parco<br/>bombole</b> | <b>Idoneità<br/>posizionamento</b> |
| Vetroresina                                 | Da sostituire tipo<br>monoblocco                              |                                   | Ponte radio                              | 1-2 strumenti  |                                    | Si                                 |
| Buona                                       |   |                                   |  |  |                                    |                                    |
|   |   |                                   |  |  |                                    |                                    |

Complessivamente lo stato di conservazione delle postazioni è buono, anche se possono essere necessari piccoli interventi manutentivi.

### **1.1.2. Interventi previsti sulla rete di monitoraggio della qualità dell'aria**

Con il progetto di conversione a carbone della centrale è prevista la revisione della strumentazione di tutte le postazioni della rete di monitoraggio.

Lo scopo della revisione strumentale è quello di acquisire un quadro della qualità dell'aria il più completo possibile; infatti il monitoraggio contemporaneo di inquinanti di origine primaria e secondaria è lo strumento con il quale interpretare correttamente i fenomeni di inquinamento atmosferico e le diverse dinamiche delle sorgenti di emissione correlate.

Sostanzialmente tutte le postazioni dell'attuale rete saranno dotate di strumenti tali da assicurare la misura di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e polveri PM<sub>10</sub> (attualmente la misura delle polveri riguarda il particolato totale e non tutte le postazioni misurano gli NO<sub>x</sub>).

Saranno inoltre installati due misuratori di ozono (O<sub>3</sub>) e tre misuratori di polveri PM<sub>2,5</sub> (polvere di frazione granulometrica inferiore a 2,5 micron).

Per quanto riguarda le misure chimiche si evidenzia come i parametri misurati si riferiscano alla tipologia delle emissioni dell'insediamento.

Le grandezze SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e polveri rappresentano infatti i "marker" emissivi dell'impianto.

Oltre alla strumentazione chimica, saranno messe in servizio due nuove postazioni meteo complete.

L'aggiornamento della rete di monitoraggio della qualità dell'aria seguirà quanto riportato nelle specifiche indicate nel SIA e secondo quanto concordato con ARPA Lazio sia per la tipologia degli interventi sia per la nuova strumentazione da installare, così come prescritto nell'articolo 2 dell'allegato 2 al decreto MAP n°55/02/2003 del 24 dicembre 2003.

Di seguito si riporta nel dettaglio il proposto progetto di aggiornamento della rete di qualità dell'aria.

#### **1.1.2.1. Modifiche della rete di rilevamento della qualità dell'aria**

Il piano di aggiornamento delle rete di qualità dell'aria è suddiviso in due distinte fasi:

- Fase 1: riqualificazione e integrazione della strumentazione di misura secondo le indicazioni previste dal decreto MAP n. 55/02/2003 del 24 dicembre 2003;
- Fase 2: revisione del sistema informatico di gestione dei dati della rete per l'adeguamento alle nuove specifiche previste dalla vigente normativa.

## **Fase 1 – Riqualificazione ed integrazione della rete**

La riqualificazione e l'integrazione della strumentazione di misura sono articolate come segue:

- 1) Sostituzione degli analizzatori per la misura di SO<sub>2</sub> presenti nelle postazioni di Allumiere, Tolfa, S. Marinella, Tarquinia e Monteromano per un totale di 5 nuovi analizzatori. Tale sostituzione verrà effettuata per adeguare, alla luce degli attuali standard, la rete di rilevamento della qualità dell'aria (decreto 60/2002).
- 2) Messa in linea su tutte le postazioni di analizzatori per la misura degli ossidi di azoto (NO e NO<sub>2</sub>), per un totale di 7 nuovi analizzatori.
- 3) Messa in linea, su tutte le stazioni di misura delle polveri fini (PM<sub>10</sub>), per un totale di 9 nuovi analizzatori, di cui uno in sostituzione dell'analizzatore di polveri di Via Isonzo, nonché la sostituzione delle tre sonde per la misura delle polveri totali (PTS) presenti nelle postazioni di Fiumaretta, Faro e Campo dell'Oro, con sonde per il prelievo del PM<sub>10</sub>. Per l'acquisizione degli analizzatori per la misura del PM<sub>10</sub>, si ritiene importante valutare quanto previsto dal decreto 60/2002 in materia di certificazione rispetto al metodo di riferimento, per poter garantire una adeguata qualità della misura.
- 4) Installazione di 3 analizzatori per la misura delle concentrazioni in aria di PM<sub>2,5</sub> presso le stazioni di: Allumiere, per caratterizzare il trasporto in aree naturali e a distanza; Aurelia, collocata a breve distanza dall'impianto e dall'area urbana; Faro, collocata in area suburbana, per un'ulteriore analisi per verificare la presenza di eventuali sorgenti locali di produzione di polveri fini.
- 5) Installazione di 2 analizzatori per la misura dei livelli di concentrazione di ozono. Tali sistemi potranno contribuire a costruire una fotografia corretta delle caratteristiche "fotochimiche" dell'area e quindi a fornire informazioni utili anche durante l'effettuazione di campagne sperimentali "dedicate". In via preliminare e secondo le indicazioni della direttiva europea di riferimento (di prossimo recepimento), i due sistemi saranno collocati in aree rurali/suburbane così individuate:
  - S. Agostino – stazione in prossimità della costa e con caratteristiche rurali;
  - Allumiere – stazione riferibile ad aree naturali e miste.La capannina di Allumiere sarà sostituita con una di dimensioni maggiori per permettere il posizionamento della nuova strumentazione.

Infine, nell'ottica di realizzare un sistema articolato di rete che "misuri" la complessità dei fenomeni e che sia di supporto alle diverse azioni di monitoraggio e controllo previste dal piano di riconversione, in considerazione anche della complessità meteorologica dell'area e conseguentemente della dinamica dei fenomeni di trasporto e diffusione, sarà integrato il sistema meteorologico attualmente presente presso la Centrale di Torrevaldaliga Nord con l'installazione

di altre 2 stazioni di misura da dislocare sul territorio che integrino il quadro informativo per la caratterizzazione della circolazione meteo-climatica sull'area.

Tali stazioni di misura saranno collocate orientativamente:

- in prossimità della postazione di Allumiere per la caratterizzazione delle aree ad orografia complessa (l'attuale stazione meteo di Allumiere sarà quindi integrata e ricollocata);
- in un'area a sud-sud-est dell'impianto in area rurale (postazione S. Marinella).

Le stazioni, collocate secondo i criteri stabiliti dal WMO (Organizzazione Mondiale Meteorologica) saranno orientativamente dotate dei seguenti sensori:

- palo a 10 metri di altezza;
- sensore di temperatura, umidità e pressione;
- sensore di radiazione globale e netta;
- pluviometro;
- sensore per la misura della velocità e della direzione del vento e dei parametri di turbolenza atmosferica (anemometro sonico).

Nella prima fase verrà adeguato l'attuale sistema informatico per garantire la gestione della nuova strumentazione nel transitorio di realizzazione della fase 2.

Nelle tabelle di seguito riportate, si riassume la composizione delle postazioni chimiche e meteo dopo l'avvenuto aggiornamento.

## SITUAZIONE DOPO AGGIORNAMENTO

| ANALIZZATORE                      | Via Isonzo | Villa Albani | Quattro Porte | Aurelia | S. Agostino | Fiumaretta | Faro | Campo dell'Oro | S. Gordiano | Allumiere | Tolfa | S. Marinella | Tarquinia | Monteromano |
|-----------------------------------|------------|--------------|---------------|---------|-------------|------------|------|----------------|-------------|-----------|-------|--------------|-----------|-------------|
| SO <sub>2</sub>                   | X          |              |               | X       | X           | X          | X    | X              | X           | 1)        | 1)    | 1)           | 1)        | 1)          |
| NO <sub>2</sub>                   | X          | X            | X             | X       | 2)          | 2)         | 2)   | X              | X           | X         | 2)    | 2)           | 2)        | 2)          |
| POLVERI (PM10)                    | 1)         | X            | X             | 2)      | 2)          | 3)         | 3)   | 3)             | 2)          | 2)        | 2)    | 2)           | 2)        | 2)          |
| POLVERI (PM2.5)                   |            |              |               | 2)      |             |            | 2)   |                |             | 2)        |       |              |           |             |
| CO                                | X          | X            | X             |         |             |            |      |                |             |           |       |              |           |             |
| O <sub>3</sub>                    | X          | X            | X             |         | 2)          |            |      |                |             | 2)        |       |              |           |             |
| IDROCARBURI(metani- non metanici) | X          | X            | X             |         |             |            |      |                |             |           |       |              |           |             |
| BTX(benzene-toluene-xilene)       | X          | X            | X             |         |             |            |      |                |             |           |       |              |           |             |

X = Analizzatori già presenti  
 1) = Analizzatori sostituiti  
 2) = Nuovi analizzatori  
 3) = Sostituzione sonda da PTS a PM10

## STAZIONI METEO DOPO AGGIORNAMENTO

| SENSORI                            | Centrale TN | Via Isonzo | Allumiere (*) | Nuova postazione in zona Allumiere  | Nuova postazione in zona S. Marinella   |
|------------------------------------|-------------|------------|---------------|---|---|
| Direzione e velocità vento a 10 m  | X           | X          | X             | Misura della velocità, direzione vento e parametri turbolenza atmosferica (anemometro sonico) | Misura della velocità, direzione vento e parametri turbolenza atmosferica (anemometro sonico) |
| Direzione e velocità vento a 100 m | X           |            |               |   |   |
| Irraggiamento solare globale       | X           | X          |               | X   | X   |
| Irraggiamento solare netto         |             |            |               | X   | X   |
| Temperatura ambiente a 10 m        | X           | X          | X             | X   | X   |
| Temperatura ambiente a 50 m        | X           |            |               |   |   |
| Temperatura ambiente a 100 m       | X           |            |               |   |   |
| Pluviometro                        | X           |            |               | X   | X   |
| Umidità relativa                   | X           |            |               | X   | X   |
| Pressione atmosferica              | X           |            |               | X   | X   |

(\*) = L'attuale stazione meteo di Allumiere sarà sostituita dalla nuova.

## **Fase 2 - Revisione del sistema informatico**

La fase 2 prevede la revisione dell'intero sistema informatico per adeguarlo al decreto 60/2002 mediante il completo aggiornamento del software e dell'hardware, ossia sarà totalmente rifatto il centro di raccolta ed elaborazione dati (CRED) installato in centrale e dedicato all'acquisizione delle informazioni provenienti dalle postazioni.

Questa seconda fase sarà a seguire e terrà conto anche delle necessità di trasmissione dei dati alle Autorità di Controllo.

### - Hardware

Per la supervisione delle postazioni della rete di qualità dell'aria sarà utilizzato un nuovo sistema progettato per rispondere alle richieste di risorse in termini di potenza di calcolo, data base e velocità di trattamento dei dati, in funzione delle elaborazioni richieste.

La filosofia di progettazione terrà conto della possibilità di avere un sistema con potenza di calcolo notevole, della possibilità di poter avere sempre un backup (automatico e manuale) di tutti i dati trattati e dei programmi utilizzati e della possibilità di poter avere una ridondanza di alimentazione, con tecnologie tipo HOT SWAP e RAID.

La tecnologia HOT SWAP consente di poter intervenire "a caldo", con possibilità di sostituire l'eventuale hard disk e/o l'alimentatore difettoso, senza interrompere le attività di supervisione.

Per poter realizzare la sicurezza integrale dei dati e dei programmi in tempo reale, si utilizza la tecnologia RAID, che, attraverso due dischi rigidi uguali, provvede a realizzare una copia del primo disco sul secondo (MIRRORING).

Nel caso in cui il disco principale si guasti, con apposita utilità di sistema, una volta sostituito il disco guasto, si ripristinerà tutto il sistema senza perdita di funzionalità e pronto all'uso.

Per facilitare le operazioni, i dischi dovranno essere montati su cassette estraibili HOT SWAP.

### - Software

Si utilizzerà un nuovo software applicativo multitasking, in ambiente MS Windows 2000 server per unità di elaborazione e trasmissione dati di monitoraggio ambientale; il software risponderà per quanto di competenza alle normative vigenti relative ad acquisizione, elaborazione e presentazione dei dati relativi alla qualità dell'aria.

Il software sarà sviluppato per rispondere pienamente ai principi di flessibilità, semplicità di utilizzo e manutenzione, nonché di integrabilità con altri prodotti software sviluppati.

Nell'**allegato 2** sono inoltre riportate le informazioni relative alla strumentazione che si prevede di

installare nella fase di adeguamento della rete (numero di strumenti, modelli, caratteristiche tecniche, schemi di flusso, etc.).

Infine è importante notare come la modifica nella configurazione della centrale da quattro gruppi alimentati a olio combustibile a tre gruppi alimentati a carbone non comporti sostanziali conseguenze da un punto di vista qualitativo sulla distribuzione spaziale delle concentrazioni al suolo. A riguardo si allega il Rapporto CESI n. A3/016618 "Studio modellistico della dispersione degli inquinanti emessi in atmosfera nel caso di 3 gruppi termoelettrici a carbone" (**allegato 3**).

La correlazione tra il posizionamento geografico delle centraline di rilevamento della qualità dell'aria e le curve di isoconcentrazione degli inquinanti emessi in atmosfera è riportata nell' **allegato 4**.

Nell'**allegato 5** invece, si rimanda ad un estratto del SIA in cui sono stati presi in esame i dati statistici sulla popolazione e sulle attività antropiche del territorio circostante la centrale.

## **1.2. EMISSIONI DIFFUSE DI POLVERI**

### **1.2.1. Misure delle polveri intorno alle banchine carbone e calcare/gesso/ceneri**

Nella Centrale di Torrevaldaliga Nord sia i depositi di materiale sia i sistemi per la loro movimentazione risultano essere progettati per il funzionamento in depressione (carbone, calcare, gesso) o in pressione (ceneri). Conseguentemente le sole operazioni per le quali risulta possibile il generarsi di “*fugitive emission*” (termine anglosassone con il quale vengono ormai normalmente definite le “emissioni diffuse”) sono quelle di conferimento di carbone e calcare dalla nave alla banchina e di gesso dalla banchina alla nave.

Non si considera il gesso come potenziale sorgente in quanto tale materiale è caratterizzato dalla presenza di elevate umidità e quindi non soggetto a produrre polvere.

Tali operazioni di movimentazione, eseguite tramite scaricatori per il carbone e il calcare e tramite nastro trasportatore per il gesso, sono potenziali sorgenti di “*fugitive emission*”, i cui valori sono stati stimati utilizzando i metodi proposti da US-EPA e i cui risultati sono stati a suo tempo trasmessi alle Autorità competenti.

Entrando nello specifico delle emissioni diffuse di polveri e dei dispositivi atti al controllo di tali emissioni, è bene ricordare che nel caso di movimentazione di materiali sfusi, quale ad esempio il carbone, la generazione di emissioni diffuse di polveri è causata principalmente da due fenomeni fisici:

la polverizzazione e l'abrasione di materiale superficiale dovute all'applicazione di forza meccanica mediante utensili (ruote, lame, etc.);

la sospensione di particolato dovuta all'erosione del vento sulle superfici esposte.

In generale, le emissioni di polveri dovute alla movimentazione di materiale granulato sono dovute a diverse attività:

caricamento del cumulo (in modo continuo o discreto);

movimentazione dei mezzi nell'area di lavoro;

erosione del vento sulla superficie dei cumuli e sull'area di lavoro;

scaricamento del cumulo (in modo continuo o discreto).

La distanza percorsa dal particolato trasportato dal vento dipende dall'altezza iniziale dell'emissione, dalla velocità di sedimentazione delle particelle e dall'intensità della turbolenza atmosferica.

Studi sulla distanza percorsa dalle “*fugitive emission*” indicano che per emissioni a livello stradale, con una velocità del vento di 16 km/h (10 mph), particelle di dimensioni maggiori di 100  $\mu\text{m}$  si depositano ad una distanza tra 6 e 9 m dal punto di emissione. Le particelle di dimensioni comprese tra 30 e 100  $\mu\text{m}$  si depositano, in dipendenza dall'intensità della turbolenza

atmosferica, entro qualche centinaio di metri dal punto di emissione. Le particelle più fini hanno una deposizione molto rallentata e dipendente dalla turbolenza atmosferica.

Al fine di monitorare tali emissioni sarà installata una postazione per la misura in continuo della concentrazione di polveri. Tale postazione, il cui posizionamento di dettaglio sarà concordato non appena possibile con ARPA Lazio e l'Osservatorio Ambientale di Civitavecchia, sarà equipaggiata con un misuratore di polveri totali con campionatore sequenziale. Inoltre, al fine di acquisire informazioni più dettagliate relativamente all'ulteriore contributo di deposizioni al suolo, si propone di effettuare una campagna di indagine da effettuare con l'utilizzo di deposimetri. Come accennato in precedenza, i cinque deposimetri per la raccolta delle deposizioni totali saranno posizionati nelle immediate vicinanze dei punti di movimentazione dei materiali pulverulenti, tipicamente sulle banchine e/o nelle loro immediate vicinanze; il loro posizionamento definitivo sarà concordato con ARPA Lazio e con l'Osservatorio Ambientale del Comune di Civitavecchia, sulla base sia delle indicazioni fornite dall'applicazione dei modelli di diffusione sia delle esigenze logistiche connesse alla possibilità del loro posizionamento. La campagna avrà durata di circa un anno in modo tale da poter monitorare le differenti condizioni climatiche. I campioni saranno prelevati dai deposimetri con frequenza pari a circa 30 giorni, assicurando in tal modo la presenza di almeno 10 campioni validi.

### **1.2.2. Stima delle concentrazioni in atmosfera**

E' stata condotta una simulazione modellistica per valutare le concentrazioni in aria di polveri correlate alle operazioni di carico e scarico di materiale particolato. Queste operazioni di carico e scarico saranno caratterizzate dall'essere discontinue nel tempo <sup>1</sup>, inoltre la movimentazione di calcare e ceneri non potrà avvenire contemporaneamente in quanto sarà utilizzata la stessa banchina. Ai fini della valutazione dei parametri statistici definiti dalla normativa vigente e, non potendo predeterminare i giorni effettivi in cui avverranno le operazioni di movimentazione, si è scelto cautelativamente di considerare gli impianti funzionanti tutti i giorni dell'anno per il numero di ore/giorno previste a progetto. Questa assunzione consente, cautelativamente, di valutare i percentili definiti dalla normativa vigente nelle condizioni meteorologiche più sfavorevoli alla dispersione del particolato emesso.

I valori massimi calcolati delle concentrazioni medie annue sono pari a 2,89 µg/m<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> la movimentazione del carbone avviene per circa 105 giorni all'anno, la movimentazione degli altri materiali avviene per periodi di tempo ancor più limitati

### **1.2.3. Stima delle deposizioni al suolo**

La stima delle deposizioni, secche e umide, dovute alla movimentazione del materiale particolato è stata effettuata con il modello ISCST, simulando le emissioni dai diversi processi di movimentazione del materiale particolato. Nelle simulazioni, ciascuna tipologia di materiale movimentato è stata considerata presente tutti i giorni dell'anno per lo stesso numero di ore/giorno già utilizzato per le previsioni di concentrazione al suolo svolte nel paragrafo precedente; il contributo alle deposizioni di ciascuna fonte di emissione è stato successivamente riparametrato sulla base del numero effettivo di giorni all'anno previsti per le operazioni di movimentazione.

I risultati evidenziano massimi di deposizione totale annua pari a  $0,327 \text{ g/m}^2/\text{anno}$ .

I risultati completi delle stime eseguite sono dettagliatamente riportata nel capitolo 7 del documento CESI A2/028217 "Centrale di Torrevaldaliga Nord – ATMOSFERA – Approfondimenti delle tematiche ambientali trattate nel SIA relativo all'aggiornamento del progetto di adeguamento ambientale della centrale termoelettrica", allegato alla "Integrazione allo Studio dell'Impatto Ambientale", a suo tempo presentata alle Autorità competenti nel corso della procedura di valutazione di impatto ambientale (**allegato 6**).

### **1.2.4. Emissioni diffuse nella fase di cantiere**

Per quanto riguarda il richiesto protocollo seguito per controllare le emissioni diffuse nella fase di cantiere e le modalità delle "periodiche campagne di misura" indicate, si allega il documento CESI A4/511473 "Piano di caratterizzazione dell'inquinamento aerodisperso derivante dal traffico veicolare di cantiere" (**allegato 7**).

### **1.3. CAMPAGNE DI RILEVAMENTO DEI MICROINQUINANTI**

#### **1.3.1. Proposta per l'esecuzione di campagne di monitoraggio dell'inquinamento atmosferico da attuare nell'area circostante la Centrale di Torvaldaliga Nord**

Le emissioni atmosferiche dell'impianto contengono, oltre agli inquinanti "convenzionali", monitorati in continuo in emissione (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO e polveri) alcuni elementi in traccia nei combustibili utilizzati, nonché composti organici formati durante la combustione. Sulla base delle passate esperienze, sia in campo nazionale sia sul sito di Civitavecchia, si propone di effettuare due campagne di misura annuali per la determinazione delle concentrazioni in aria e per i parametri di deposizione di alcune sostanze.

Sostanzialmente le campagne saranno condotte nel corso della stagione invernale e nella stagione estiva, avranno durata di circa 20 giorni ciascuna e, comunque, tale da consentire l'esecuzione dei prelievi secondo le modalità indicate nel dettaglio più avanti. Per i parametri di deposizione il periodo di indagine potrà essere più prolungato.

La finalità di tali campagne è quella di dare un quadro circa i livelli di microinquinanti completando in tal modo il quadro fornito dalle misure in continuo derivanti dalla rete di rilevamento della qualità dell'aria.

In linea con quanto previsto dal decreto, i contenuti dovranno essere successivamente discussi e condivisi con ARPA Lazio e l'Osservatorio Ambientale istituito presso il Comune di Civitavecchia.

Nel seguito è descritta più specificatamente la proposta per l'esecuzione delle campagne di monitoraggio con indicati nel dettaglio sia il posizionamento dei punti di misura sia i parametri rilevati.

##### **1.3.1.1. Lineamenti del piano sperimentale**

#### **Inquinanti di interesse**

Come ricordato in precedenza le emissioni atmosferiche dell'impianto termoelettrico contengono, oltre agli inquinanti "convenzionali" alcuni elementi presenti in traccia nei combustibili utilizzati, nonché composti organici formati durante la combustione.

I metalli, le sostanze influenzanti l'acidità atmosferica e gli IPA per i quali si intende monitorare i valori di concentrazione in aria e le relative deposizioni sono:

- 1) Microinquinanti inorganici: Al, As, Be, Cr, Co, Ni, Cd, Hg, Tl, Se, Te, Sb, Mn, Pd, Pt, Pb, Cu, Rh, Sn, V, Zn, Ti.

- 2) Sostanze influenzanti l'acidità atmosferica: Ca, Na, Mg, K, NH<sub>4</sub>, SO<sub>4</sub><sup>=</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> e Cl<sup>-</sup>, oltre ad alcuni parametri chimico - fisici quali pH e conducibilità.
- 3) Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA): Naftalene; 2-Metilnaftalene; 1-Metilnaftalene; 2, 6-Dimetilnaftalene; Acenaftilene; Acenaftene; 2, 3, 5-Trimetilnaftalene; Fluorene; Fenantrene; Antracene; 1-Metilfenantrene; Fluorantene; Pirene; Ciclopenta[c ,d]pirene; Benzo[a]antracene; Crisene; Benzo[j]fluorantene; Benzo[b]fluorantene; Benzo[k]fluorantene; Benzo[e]pirene; Benzo[a]pirene; Perilene; Indeno[1, 2, 3-cd]pirene; Dibenzo[a, h]antracene; Benzo[g, h, i]perilene; Dibenzo [a, e] pirene; Dibenzo [a, h] pirene; Dibenzo[a, i]pirene; Dibenzo [a, l] pirene.

La lista degli IPA comprende, in pratica, tutti i composti inseriti nell'elenco US-EPA integrato con altri composti considerati dalla American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), al fine di valutare la presenza di tutti quelli con maggior potere carcinogenetico. E' comunque ormai accertato che i composti ritenuti pericolosi per l'igiene pubblica, caratterizzati dalla presenza di quattro o più anelli benzenici condensati, sono praticamente assenti nelle emissioni dei grandi impianti di combustione.

Si ritiene che le campagne di indagine debbano prevedere il monitoraggio degli IPA, sul particolato totale aerodisperso e sulle deposizioni secche ed umide.

Si ritiene inoltre di effettuare il campionamento del particolato atmosferico fine, PM<sub>10</sub>, per la determinazione della sua concentrazione in aria e per la successiva determinazione dei microinquinanti inorganici e delle specie ioniche.

L'influenza dell'acidità atmosferica sarà misurata mediante campionamento secco-umido.

### **Approccio metodologico**

Le concentrazioni in aria osservate nel corso delle precedenti indagini sono risultate inferiori ai "valori guida" di qualità dell'aria dell'OMS per gli elementi per i quali essi sono stati definiti. Per tutte le sostanze, comunque, i valori delle concentrazioni misurate risultano compresi negli intervalli che la letteratura scientifica indica come tipici delle aree rurali ed urbane. Occorre sottolineare che le concentrazioni di microinquinanti aerodispersi appaiono essenzialmente influenzate dalla sorgente naturale "suolo", da altre sorgenti affini (cementifici, impianti di combustione, etc.) e dal traffico veicolare. Il contributo al suolo da parte della centrale nella sua configurazione a carbone è previsto essere estremamente contenuto.

Tenuto anche conto dei risultati conseguiti dalle indagini eseguite in passato, si propone di effettuare una campagna di misura nel corso della stagione invernale ed una nella stagione estiva. La durata di tali campagne sarà di circa venti giorni ciascuna, e comunque tale da

consentire l'esecuzione dei prelievi secondo le modalità indicate nel seguito, relativamente ai parametri relativi alle concentrazioni in aria. Per i parametri di deposizione il periodo di indagine potrà essere più esteso.

Relativamente alla frequenza di ripetizione delle campagne, si propone di effettuare entrambe le campagne (invernale ed estiva) per il primo anno e successivamente, sulla base dei risultati ottenuti, eseguire annualmente una sola campagna, alternando quella invernale a quella estiva.

### **Postazioni di misura**

Il monitoraggio sarà eseguito in corrispondenza delle medesime quattro postazioni delle precedenti indagini, di seguito elencate, con sistemi di campionamento sequenziale semiautomatici.

| Stazione                        | Tipologia | Ubicazione |        |       |
|---------------------------------|-----------|------------|--------|-------|
|                                 |           | UTM N      | UTM E  | quota |
| Parco Antonelli (Civitavecchia) | Urbana    | 4664250    | 731450 | 20    |
| S. Agostino (RRQA n°2)          | Rurale    | 4671350    | 726625 | 10    |
| Aurelia (RRQA n°1)              | Rurale    | 4669000    | 730375 | 61    |
| P. Ombriccolo Tolfa (RRQA n° 9) | Rurale    | 4669800    | 739100 | 544   |

I campionamenti, con "wet & dry", saranno effettuati contemporaneamente solo su due postazioni. Le altre due postazioni saranno monitorate nel corso della campagna successiva, in modo tale da assicurare, relativamente a tali parametri, una ripetizione su base biennale per postazione.

Verranno prelevati almeno 8 campioni per garantirne la replicazione (4 per le analisi dei microinquinanti inorganici e gli altri 4 per le analisi delle specie ioniche influenzanti l'acidità atmosferica).

In base all'analisi, effettuata a posteriori, delle condizioni meteorologiche effettivamente verificatesi durante la campagna di misura, sarà valutata la significatività dei campioni prelevati e sarà effettuata la scelta di un massimo di quattro campioni per postazione da sottoporre alle analisi dei microinquinanti inorganici e degli IPA.

### **Modalità di campionamento e analisi**

Il campionamento e l'analisi di elementi in traccia e di composti policiclici aromatici richiedono speciali attenzioni a causa dei problemi analitici connessi alla determinazione delle piccolissime concentrazioni che possono rivestire significato ambientale.

Gli elementi in traccia e i composti policiclici aromatici più pesanti sono presenti nell'aria ambiente essenzialmente sotto forma particellare.

Gli elementi in traccia e le specie anioniche saranno campionati, per periodi di 24 ore, con campionatori muniti di testa di separazione ad impatto che seleziona solo le particelle minori di 10  $\mu\text{m}$ : ciò consente di eliminare il fattore di confondimento costituito dalle polveri grossolane di origine eolica e di caratterizzare solo l'inquinamento atmosferico da particolato a lungo tempo di permanenza in aria.

Per l'indagine saranno utilizzati, in ciascuna stazione, due sistemi di campionamento delle polveri operanti in parallelo. Il primo è costituito da un sistema di aspirazione a flusso costante, completo di testa di prelievo con taglio a 10  $\mu\text{m}$  operante in modo sequenziale con autonomia di 15 membrane filtranti. L'apparecchiatura sarà dotata di un sistema di controllo remoto che consenta la programmazione e la gestione dei campionamenti a distanza.

Le membrane filtranti utilizzate saranno in teflon, pre-condizionate e pre-pesate in laboratorio. Al termine dei campionamenti le membrane stesse saranno di nuovo condizionate e pesate per la determinazione della massa raccolta. Sui campioni d'interesse saranno determinati gli elementi sopra indicati, utilizzando tecniche di ICPS (Inductively Coupled Plasma Spectrometry) e GEAAS (Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry), previo attacco con acido ossidante in bomba teflonata. Per quanto riguarda le specie ioniche, l'analisi sarà condotta con tecniche di cromatografia ionica, previa estrazione con acqua bidistillata, in bagno ultrasonico. Il secondo è costituito da un sistema sequenziale di aspirazione a flusso costante e da una testa di campionamento di tipo "open", che supporta una membrana in fibra di vetro. Le membrane sono preliminarmente trattate in laboratorio al fine di eliminare eventuali sostanze organiche presenti (oli di lavorazione, etc.). La determinazione analitica degli IPA sarà condotta con tecniche di gascromatografia-gasmassa previa estrazione in "soxlet" con diclorometano o toluene per 24 ore. La concentrazione in aria delle diverse sostanze sarà ottenuta dividendo la quantità misurata nel campione di particolato per il corrispondente volume d'aria campionato. I metodi di campionamento che si adotteranno fanno riferimento al DPR 203/88 per i parametri di campionamento e al decreto 25 novembre 1994 per la raccolta dei campioni da destinare all'analisi degli IPA.

Per la misura delle deposizioni saranno utilizzati due campionatori automatici "wet & dry" equipaggiati rispettivamente con due contenitori di raccolta in polietilene neutro ad alta densità per la determinazione della componente inorganica e con contenitori in vetro ed alluminio per la componente organica. I campioni di precipitazioni umide verranno raccolti "per evento" nel periodo mensile di indagine ed analizzati per gli elementi in traccia, le specie ioniche citate, il pH e per gli idrocarburi policiclici aromatici. I campioni di deposizione secca saranno prelevati al termine del mese di campionamento ed analizzati per le stesse sostanze di cui sopra. La deposizione sarà rapportata alla superficie unitaria di 1  $\text{m}^2$ , a partire dalla superficie di raccolta

del campionatore paria a 0,07065 m<sup>2</sup> ed espressa come µg/m<sup>2</sup>gg per le specie inorganiche e come ng/m<sup>2</sup>gg per le specie organiche.

Si allega il rapporto CESI A4509591 “Misura delle concentrazioni di particolato fine ed ultrafine nel comprensorio di Civitavecchia” recentemente redatto a valle di una specifica campagna di indagine condotta dal 20 maggio 2004 al 22 giugno 2004 (**allegato 8**).

#### **1.4. BIOMONITORAGGIO**

Il monitoraggio biologico si basa sulla ricerca degli effetti prodotti dall'inquinamento sulle diverse componenti ambientali che si manifestano come accumulo di sostanze inquinanti associate a modificazioni morfologico-strutturali degli organismi e con variazioni nella composizione della comunità animali e vegetali. Queste strategie di controllo si rivelano pertanto funzionali all'integrazione dei dati ottenuti con il monitoraggio strumentale.

Uno studio del monitoraggio biologico permette dunque l'acquisizione di elementi necessari al controllo, al recupero ed alla gestione di ambienti sottoposti a "pressioni ambientali".

L'attività che si va a proporre prevede l'integrazione di diverse competenze scientifiche, sia nel campo abiotico, per la determinazione delle caratteristiche fisiche e chimiche dell'ecosistema, sia nel campo biotico per la ricerca di risposte a stress ambientali naturali/antropici da parte di organismi viventi singoli e/o in comunità.

L'attivazione di una rete di biomonitoraggio quindi, ha come finalità quella di esercitare un puntuale controllo della qualità dell'aria in funzione della presenza della Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord, ma anche quella di offrire elementi di conoscenza sullo stato attuale del territorio ed esaminare l'evoluzione, nello spazio e nel tempo, degli ecosistemi presenti.

Nel seguito sono indicati sia la configurazione della rete di biomonitoraggio esistente sia i dettagli realizzativi e i tempi di intervento della nuova rete, evidenziando le condizioni applicative generali per la progettazione, la realizzazione e la gestione di una rete di stazioni di monitoraggio biologico integrato di tipo avanzato, a partire dall'analisi del territorio anche attraverso la raccolta e l'esame dei dati ambientali nell'area vasta interessata.

Infine si desidera porre l'attenzione sul fatto che la specifica tecnica per l'esecuzione del biomonitoraggio proposta da Enel, in accordo con le linee guida di APAT, è stata strutturata sulla base delle esperienze relative a reti di biomonitoraggio attualmente in esecuzione nel territorio circostante alcune centrali (Rossano Calabro, Fusina, La Casella e Termini Imerese) e approvate dai Ministeri competenti.

##### **1.4.1. Configurazione della rete esistente e risultati ottenuti**

Negli **allegati 9, 10 e 11** è riportata l'ubicazione delle postazioni costituenti la rete di biomonitoraggio attiva negli anni passati (allegato 9: "Distribuzione delle stazioni rispetto alla griglia di riferimento; allegato 10: "Quadro sinottico della cartografia monografica delle stazioni; allegato 11: "Stazioni per il bioaccumulo nei licheni).

Inoltre negli **allegati 12 e 13** sono riportati rispettivamente la relazione finale delle indagini con utilizzo di licheni con bioindicatori e la localizzazione delle stazioni di campionamento.

Infine, si allega la relazione conclusiva delle indagini sul bioaccumulo di elementi in traccia nelle foglie e nei licheni (**allegato 14**).

#### **1.4.2. Proposta operativa per l'esecuzione delle nuove campagne di biomonitoraggio.**

La realizzazione della rete si basa su una preventiva analisi dei dati territoriali disponibili e sulla modellazione degli effluenti gassosi della Centrale di Torrevaldaliga Nord.

Il progetto prevede alcune fasi principali di intervento attraverso l'uso di metodiche e di elementi necessari per l'installazione ed il funzionamento della rete per un periodo di cinque anni e contiene le indicazioni per l'elaborazione e l'interpretazione dei dati raccolti al fine di una valutazione della qualità dell'aria.

La predisposizione del progetto si sviluppa in tre fasi distinte:

- A) analisi del territorio;
- B) preparazione del progetto definitivo;
- C) attuazione del progetto definitivo.

L'attuazione del progetto definitivo prevede a sua volta due fasi:

- I. pre-regimentazione (necessaria per individuare in maniera più specifica i biosensori ottimali da utilizzare per consentire la messa a punto dei biosensori specifici più sensibili;
- II. gestione della rete negli anni successivi.

##### **1.4.2.1. Scelta dei biosensori**

Il controllo ambientale per la Centrale di Torrevaldaliga Nord prevede l'utilizzo di biosensori con funzione di bioindicatori e di bioaccumulatori. Il piano prevede due tipologie di biosensori: quelli già esistenti in natura, definiti come passivi, e quelli appositamente inseriti nel territorio, definiti come attivi.

##### **- Biosensori vegetali di tipo passivo**

Per i biosensori di tipo passivo (specie presenti spontaneamente nel territorio), la scelta all'interno dell'area dovrà essere effettuata considerando le specie a maggior diffusione ed a maggior densità. Gli elementi scelti dovranno presentare condizioni fisiologiche in grado di garantire l'affidabilità dei dati rilevati ed in particolare dovranno essere caratterizzati da:

presenza omogenea su tutto il territorio da analizzare;

- buono stato fisiologico (assenza di patologie o lesioni).

#### - **Biosensori di tipo attivo**

Per i biosensori di tipo attivo, le plantule, da cui provengono i biosensori, dovranno essere opportunamente selezionate e presentare idonea certificazione di coltivazioni provenienti da varietà cresciute in appositi vivai ed in condizioni controllate. Tutte le specie utilizzate come biosensori attivi dovranno sottostare a particolari accorgimenti nel loro impiego, secondo quanto previsto dalla normativa italiana, se esistente, e in caso contrario secondo la normativa tedesca (norme VDI). In generale, tutti i tipi di biosensori ed i metodi di utilizzo dovranno fare riferimento, per quanto possibile e con le dovute modificazioni derivanti dal progresso della ricerca scientifica, alle normative italiane ed europee (norme VDI) e/o a metodi elaborati dalla ricerca italiana ed internazionale.

Tutti i biosensori da utilizzare per l'allestimento della rete di biomonitoraggio dovranno comunque essere individuati tra le seguenti tipologie:

licheni per la bioindicazione della qualità dell'aria (biomonitoraggio passivo);

1. licheni per la determinazione del bioaccumulo di elementi in traccia (biomonitoraggio passivo);

specie arboree spontanee autoctone per la determinazione del bioaccumulo di elementi in traccia e/o per la bioindicazione (biomonitoraggio passivo);

specie erbacee spontanee autoctone per la determinazione del bioaccumulo di elementi in traccia e/o per la bioindicazione (biomonitoraggio passivo);

specie erbacee coltivate in vaso per la determinazione del bioaccumulo di elementi in traccia (biomonitoraggio attivo);

2. micromammiferi/insetti autoctoni particolarmente sensibili alle condizioni ambientali presenti nell'area.

La scelta dei biosensori da utilizzare, oltre che tenere conto del precedente biomonitoraggio basato su biosensori passivi e quindi spontaneamente presenti, deve partire dalle seguenti considerazioni morfologiche-strutturali del territorio:

la presenza nell'area vasta di due tipologie orografiche, la Maremma laziale e il complesso dei Monti della Tolfa;

l'ubicazione del territorio potenzialmente interessato dai contributi dell'impianto in prevalenza all'interno dell'acrocorno tolfetano, dove la vegetazione arborea presenta una buona distribuzione; la presenza, dal punto di vista climatico, di una maggiore umidità all'interno delle valli, dove per questo si sviluppa la vegetazione mesofila, e lo sviluppo di vegetazione sempreverde, tendenzialmente più xerofila, alle altitudini maggiori (distribuzione altitudinale inversa).

Sulla base delle precedenti considerazioni, risulterà quindi opportuno orientare la scelta prevalentemente verso biosensori passivi utilizzando come tecnica di biomonitoraggio sia la biondificazione sia il bioaccumulo ove possibile mediante licheni epifiti (licheni che crescono sulle cortecce degli alberi) adottando la tecnica proposta dall'APAT nell'ambito del progetto di biomonitoraggio del territorio nazionale (ANPA 2001 e successivi) ovvero mediante piante erbacee, arboree e, se possibile, micromammiferi o insetti.

La tecnica che utilizza i licheni si basa sulla determinazione della biodiversità delle comunità di licheni epifiti presenti sulle cortecce di alberi possibilmente appartenenti alla stessa specie (bioindicazione) e sulla determinazione del contenuto di elementi in traccia nella parte periferica, corrispondente alla crescita dell'ultimo anno, dei talli di licheni epifiti.

Disponendo inoltre di dati pregressi sul bioaccumulo fogliare di specie arboree del genere *Quercus*, si ritiene utile applicare anche la tecnica di bioaccumulo fogliare, facendo riferimento alla norma VDI 3792 part 5 (1991).

Gli elementi da determinare nei bioaccumulatori, individuati sia sulla base del precedente monitoraggio (Enel, 1999), sia sulla base delle emissioni del futuro impianto e di quelle di altre sorgenti antropiche o naturali, sono:

- Al, As, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Se, Pb, Ti, V e Zn nei licheni;
- Al, As, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Ti, V e Zn nelle foglie (il Mn non viene determinato poiché il contenuto fogliare risulta correlato con la frazione assimilabile nei suoli).

Per quanto concerne il rilevamento della presenza di O<sub>3</sub> si predisporrà, accanto ai suddetti sensori, anche un indicatore specifico (*Nicotiana* spp.) che verrà distribuito sul territorio in funzione delle diverse stazioni e delle necessità di rilevamento in modo da permettere la copertura di spazi anche elevati.

L'utilizzo della pianta del tabacco (*Nicotiana* spp.) nelle tecniche di biomonitoraggio presenta caratteristiche che permettono di considerarla ottimale per tale impiego e precisamente:

notevole sensibilità verso l'ozono tale da manifestare sintomatologie fogliari quando la concentrazione dell'inquinante supera valori dell'ordine di 40-50 ppb per esposizioni della durata di 4-5 ore;

- tipicità e specificità dei sintomi fogliari, i quali subiscono una evoluzione nel tempo che permette anche la datazione, con buona approssimazione, degli eventi fitotossici;

buona relazione quantitativa intercorrente fra dose ed intensità delle lesioni fogliari;

buona resistenza ad altri fattori di stress;

metodologia standardizzata.

Le frequenze di campionamento dei bioaccumulatori e dei bioindicatori saranno poi successivamente stabilite sulla base delle indicazioni fornite dalle metodiche d'applicazione.

La possibilità di utilizzo di tecniche di biomonitoraggio permette anche la verifica delle previsioni di dispersione delle sostanze inquinanti e potrebbe offrire la possibilità di correlare i risultati con eventuali studi epidemiologici così da stabilire possibili connessioni fra le risposte fornite dal bioindicatore e la situazione sanitaria della popolazione.

#### *1.4.2.2. Composizione della rete*

La rete di distribuzione spaziale dei punti di misura (stazioni) su cui ubicare i biosensori riveste una notevole importanza nell'interpretazione degli andamenti spaziali dei parametri da rilevare, che nel caso specifico sono rappresentati dal contenuto di elementi in traccia e di sostanze inquinanti specifiche quali SO<sub>2</sub> ed NO<sub>x</sub>.

L'area considerata è compresa entro un raggio di 20 km a fare centro dalla centrale.

Il numero delle postazioni sarà definito anche sulla base degli esiti del biomonitoraggio eseguito negli anni 1995, 1996 e 1997, a seguito di una specifica prescrizione contenuta nel decreto MICA del 16 novembre 1992 (Enel, 1999). Tale attività è stata condotta in 35 stazioni ubicate principalmente nei Comuni di Civitavecchia, S. Marinella, Allumiere e Tolfa, dove peraltro erano stati individuati, dalla modellazione delle ricadute al suolo, i principali contributi del polo energetico di Civitavecchia. Inoltre si terrà in debito conto i risultati dei modelli di ricaduta al suolo di sostanze aerodisperse presentati nello Studio di Impatto Ambientale, in modo tale da tenere in conto la distribuzione spaziale dei contributi al suolo delle sostanze emesse dall'impianto, sia nella configurazione attuale sia nella configurazione futura.

Per consentire un adeguato trattamento statistico dei dati e facilitare il confronto tra studi diversi, si prevede di eseguire un campionamento sistematico, basato su una suddivisione del territorio in unità geografiche operazionali di forma regolare (quadranti).

Il progetto terrà in debito conto anche la composizione della rete di biomonitoraggio realizzata dalla Tirreno Power a seguito dell'autorizzazione della trasformazione in ciclo combinato della Centrale di Torrevaldaliga Sud.

Recentemente l'APAT ha realizzato un progetto di rete di biomonitoraggio nazionale (ANPA, 2001) che prevede l'individuazione nel territorio da indagare di quadrati di 3 km di lato, posti alle intersezioni di una griglia a maglia regolare di 18x18 km. Tali quadrati potranno costituire le potenziali stazioni di campionamento all'interno delle quali andranno ricercate le condizioni di rilevabilità richieste dal metodo (ANPA, 2001). I vertici della maglia quadrata di 18 km di lato individuano le coordinate centrali dei quadranti di interesse nazionale.

Per il caso in oggetto sarà possibile individuare le stazioni d'interesse utilizzando una griglia che sia un sottomultiplo di 18, in questo modo i dati rilevati saranno integrabili nel sistema nazionale.

Il numero di stazioni da utilizzare verrà determinato in funzione dell'estensione dell'area da monitorare.

Per quanto possibile, si cercherà di ricomprendere in ogni stazione sia bioindicatori che bioaccumulatori di tipo passivo; i biosensori attivi saranno impiegati preferibilmente in alternativa ai biosensori passivi e/o in particolari casi di necessità, dove questi ultimi risultino essere assenti. Al fine di operare confronti con le situazioni precedenti (1995, 1996 e 1997), sarà opportuno che una parte delle stazioni della nuova rete di biomonitoraggio coincida con quelle utilizzate nel precedente biomonitoraggio effettuato per le Centrali di Torrevaldaliga Nord e Torrevaldaliga Sud (Enel, 1999) e nel biomonitoraggio in corso della Tirreno Power per la Centrale di Torrevaldaliga Sud.

#### *1.4.2.3. Progetto definitivo*

Preventivamente alla realizzazione della rete sarà predisposta una analisi del territorio che definisca le caratteristiche geomorfologiche e pedologiche generali, la climatologia (temperatura, umidità, venti, etc.) e le condizioni degli ecosistemi, al fine di determinare la distribuzione e la disponibilità dei biosensori passivi o la necessità di installazione di quelli attivi. In particolare, in questa fase saranno raccolte le seguenti informazioni:

dati geografici, aspetti geomorfologici e caratteristiche orografiche del territorio;

dati climatici e microclimatici di maggior interesse: temperature, venti prevalenti, piovosità, umidità relativa, etc.;

dati pedologici principali;

informazioni floristico-vegetazionali riguardanti la vegetazione e le principali colture agrarie;

informazioni generali sulla composizione della flora e sulla vegetazione lichenica, includendo una lista di specie con parametri ecologici e biologici, e carte distribuzionali per le specie più frequenti nel comprensorio civitavecchiese;

informazioni pregresse sulle concentrazioni di metalli in traccia nei talli lichenici, includendo uno studio sulla possibilità di uso congiunto di diverse specie licheniche come bioaccumulatori;

- informazioni sulle pratiche colturali relative all'agricoltura ed all'allevamento caratteristiche del territorio con specifico riferimento alle attività di biomonitoraggio.

Il progetto definitivo indicherà la configurazione della rete da adottare per il primo anno di monitoraggio, allo scopo di individuare le aree di maggiore interesse (fase di preregimentazione) e fornirà inoltre le indicazioni necessarie per l'ottimizzazione del sistema di biomonitoraggio nei quattro anni successivi, in maniera da focalizzare le attività di monitoraggio sulle aree a maggiore contenuto informativo (aree influenzate e aree di riferimento) e a semplificare la gestione della rete.

Il piano di biomonitoraggio interessa dunque l'esercizio della centrale prima e dopo la sua conversione a carbone per verificare potenziali differenze nella risposta dei biosensori.

Il progetto definitivo consisterà nella definizione di un disegno sperimentale che, sulla base dei criteri sopra esposti, definirà i seguenti elementi:

ubicazione e dimensionamento dell'area da monitorare sulla base dei dati forniti dall'analisi del territorio;

numero e distribuzione delle stazioni nell'area da controllare per il primo anno di gestione (rete allargata per l'individuazione delle aree di maggiore interesse);

indicazioni necessarie per la configurazione semplificata della rete negli anni successivi (rete ridimensionata con la rilevazione dei parametri necessari per il controllo delle aree di maggiore interesse);

numero e tipo di biosensori scelti per ogni stazione con la relativa georeferenziazione;

a.) caratteristiche dei biosensori da utilizzare nelle stazioni di rilevamento.

Dovranno essere inoltre localizzate porzioni di territorio non interessate dai contributi della centrale che costituiranno il "*bianco ambientale*" utile per il controllo e la validazione dei dati rilevati.

La gestione della rete prevede un periodo d'attività di cinque anni, le frequenze di campionamento dei bioaccumulatori e dei bioindicatori saranno poi successivamente stabilite sulla base delle indicazioni fornite dalle metodiche d'applicazione.

La realizzazione della rete si articolerà in tre fasi:

- I. una prima fase conoscitiva, tesa ad acquisire ed esaminare tutti i dati ambientali esistenti sul territorio;
- II. una successiva fase di definizione di massima della rete, da cui scaturirà un progetto preliminare e successivamente un progetto definitivo;
- III. una terza fase esecutiva di realizzazione a cui seguirà una preregimentazione della rete.

Seguirà la gestione della rete, con la messa a punto dei protocolli e delle procedure di campionamento e di analisi e l'implementazione del software finalizzato all'acquisizione, gestione ed elaborazione dei dati provenienti dalla rete.

Le frequenze di campionamento dei bioaccumulatori e dei bioindicatori saranno poi successivamente stabilite sulla base delle indicazioni fornite dalle metodiche d'applicazione.

I dati ottenuti dovranno essere relazionati anche alla verifica delle previsioni di dispersione delle sostanze inquinanti e correlati ad eventuali studi epidemiologici così da stabilire possibili connessioni fra le risposte fornite dal bioindicatore e la situazione sanitaria della popolazione.

La gestione della rete sarà distinta in:

gestione del primo anno in cui verrà eseguito il controllo e la messa a punto del sistema e l'implementazione del software finalizzato all'acquisizione, gestione ed elaborazione dei dati provenienti dalla rete;

- gestione degli anni successivi in cui la rete verrà esercitata verso condizioni a regime (due anni prima della conversione a carbone e due anni con la centrale nella configurazione definitiva).

Nell'ambito della gestione, verranno eseguite:

campionatura periodica secondo metodiche e tempistiche previste dal progetto definitivo;

analisi dei campioni prelevati;

interpretazione dei risultati delle analisi;

messa a punto della rete, standardizzazione delle procedure di gestione relative al primo anno di avviamento e messa a regime della rete;

standardizzazione delle procedure di manutenzione;

- avviamento di un programma di formazione del personale tecnico per il proseguimento di una eventuale successiva gestione della rete.

La rete dovrà integrare, oltre alle valutazioni ed i risultati della preesistente rete Enel di rilevamento della qualità dell'aria operante attorno alla centrale, le relazioni e le possibili interconnessioni con altre eventuali attività di monitoraggio ambientale già attuate o in corso di attuazione o in progetto eseguite da istituzioni pubbliche, enti locali, altre aziende, etc..

#### 1.4.2.4. *Norme tecniche esecutive*

Le attività saranno svolte da soggetti aventi comprovata esperienza progettuale e lavorativa nella realizzazione e gestione di reti per il monitoraggio biologico integrato, anche in relazione ai rilievi dell'ozono.

## **2. PIANO DI MONITORAGGIO DELL'AMBIENTE MARINO ANTISTANTE LA CENTRALE DI TORREVALDALIGA NORD**

Di seguito viene descritta l'impostazione del piano di monitoraggio ecologico relativo a quanto prescritto nell'autorizzazione allo scarico idrico nel Mare Tirreno, rilasciata dalla Provincia di Roma con determinazione dirigenziale n. 436/2002 del 3 dicembre 2002 per la Centrale di Torrevaldaliga Nord ubicata nel Comune di Civitavecchia. La successiva autorizzazione alla conversione a carbone della centrale ha determinato, al fine di un ancor più attento controllo ambientale, l'estensione del monitoraggio marino anche per la parte più propriamente biochimica e biologica relativamente alla immissione in mare di acque derivate dai processi di trattamento dei reflui di impianto.

Lo scopo del monitoraggio previsto, già in parte in via di attuazione, è quello di individuare tempestivamente le possibili alterazioni permanenti dell'ambiente marino, collegabili alla presenza degli effluenti di centrale.

Per inciso, non essendo ragionevole l'ipotesi di fenomeni perturbativi irreversibili, al termine "alterazioni permanenti" si attribuisce il significato di modificazioni strutturali dell'ecosistema marino che possano persistere con continuità per tutto l'arco di vita dell'impianto.

### **2.1. COMPONENTI AMBIENTALI DA SOTTOPORRE A MONITORAGGIO**

La selezione delle componenti ambientali da utilizzare ai fini del monitoraggio è stata effettuata tra quelle in grado di manifestare reazioni alle perturbazioni termiche e chimico fisiche.

Per quanto concerne le perturbazioni termiche, le componenti, scelte tenendo conto delle indicazioni riportate nelle prescrizioni, devono consentire di coniugare la "tempestività" della segnalazione delle eventuali alterazioni ecologiche con la possibilità di evidenziare modificazioni "permanenti" piuttosto che fenomeni acuti e transitori.

E' inoltre consigliabile che le citate componenti si collochino in "nodi" relativamente complessi della rete di interrelazioni che regolano l'equilibrio dell'ecosistema del tratto di mare antistante la centrale, in modo da integrare nelle proprie reazioni una quota non secondaria dell'insieme dei meccanismi di causa-effetto innescati dalla dispersione del calore di raffreddamento e di scarichi idrici nell'ambiente marino.

La componente che fornisce tempestive risposte ad eventuali effetti dovuti all'alterazione termica del tratto di mare indagato è sicuramente la popolazione planctonica (fito e zooplancton) che si propone pertanto come indicatore di impatto nel breve termine temporale. L'ipotesi da testare è sostanzialmente quella dell'omogeneità strutturale del popolamento fito e zooplanctonico costiero dell'area studiata; al di là di un esame di dettaglio degli aspetti tassonomici, il piano di indagine deve essere impostato in modo da rilevare eventuali differenze fra l'evoluzione stagionale di zone esposte allo scarico termico e di zone di riferimento non esposte.

Come indicatori principali per il monitoraggio a medio termine si ritengono particolarmente adatti il macrobenthos e la prateria di Posidonia oceanica che si prestano ad evidenziare effetti della perturbazione termica sia diretti che indiretti. Queste componenti ecologiche sono in grado di integrare, su periodi relativamente lunghi, l'influenza dei fattori ambientali che caratterizzano l'ecologia di un determinato sito e sono quindi molto indicate per segnalare il manifestarsi di eventuali "alterazioni permanenti" originate dalla cronicizzazione degli effetti degli stress ambientali. Si deve considerare inoltre che la struttura dei popolamenti del macrobenthos, oltre che dall'influenza diretta della temperatura, dipende anche da effetti termici indiretti, mediati dai fenomeni che si svolgono negli strati d'acqua soprastanti caratterizzati dalla popolazione planctonica.

Le comunità macrobentoniche, grazie alla relativa facilità di campionamento, vengono utilizzate diffusamente nelle indagini di ecologia marina, per cui la letteratura scientifica offre molti dati comparativi; esse sono state di frequente impiegate anche per la caratterizzazione ecologica dei siti interessati da impianti termoelettrici costieri, incluso il tratto di mare antistante la Centrale di Torrevaldaliga Nord compreso tra Punta S. Agostino e Fiumaretta (Commissione Tecnico-Scientifica Comune di Civitavecchia-ENEL, 1991; Taramelli E. et al. 1985; Pelusi P. et al. 1985; Chimenz C. et al. 1985; ENEL-DCO/ULP 1978; Università di Roma La Sapienza: Istituto Zoologia 1985; Crema R. et al. 1979; Bonvicini Pagliai A.M. et al. 1979;).

Per quanto riguarda la parte più propriamente chimico fisica, gli effetti dell'esercizio della centrale sulla qualità delle acque dell'ecosistema costiero, e quindi della loro influenza sugli aspetti ecologici dell'ambiente in questione, saranno verificati principalmente mediante due test tossicologici :

test ecotossicologico in acqua di mare mediante *Artemia franciscana*;

test ecotossicologico mediante Microtox.

A questi test verranno affiancate una serie di misure di concentrazioni dei “principali inquinanti” che possono essere presumibilmente scaricati nel corpo idrico ricettore; verranno quindi determinate le concentrazioni dei seguenti metalli:

Al, As, Cd, Cr VI, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Se, V, Zn.

Le concentrazioni dei metalli, come pure i test tossicologici, saranno misurate in laboratorio su campioni di acqua raccolta nelle stesse stazioni e con la medesima temporizzazione dei campionamenti di plancton.

## **2.2. LINEAMENTI DEL PIANO SPERIMENTALE**

### **2.2.1. Fitoplancton e Zooplancton**

Le indagini relative alle comunità fitoplanctoniche e zooplanctoniche costiere saranno effettuate, nell’arco del periodo di monitoraggio, con campionamenti in 4 stazioni con cadenza stagionale (vedi piano temporale in figura 1). Le stazioni (figura 2) saranno poste tra Punta S. Agostino e Capo Linaro, in modo tale che, procedendo da nord verso sud, saranno collocate in corrispondenza di Punta S. Agostino (A), del refluo termico di Torrevaldaliga Nord (B), del Porto di Civitavecchia (D) e del Villaggio del Fanciullo (E). Le stazioni A, B, D, E saranno collocate a circa un miglio dalla costa. I campionamenti saranno effettuati nel mese centrale di ogni stagione per tre giorni consecutivi (prelevando ogni giorno un campione per stazione) in modo da tener conto nel campionamento della variabilità nel breve arco temporale. I prelievi di zooplancton saranno effettuati mediante tratte verticali (1 tratta fino alla profondità di 20 m), utilizzando un retino provvisto di armatura conica con imboccatura da 30 cm e maglia da 80 µ; in modo da filtrare un volume d’acqua totale 1,4 m<sup>3</sup> in ogni stazione. I campioni di fitoplancton saranno raccolti contemporaneamente a quelli di zooplancton; il campionamento verrà effettuato tramite bottiglia di Ruttner alla profondità di 0,5 m. L’analisi tassonomica, sia per il fitoplancton sia per lo zooplancton, sarà effettuata per grandi gruppi tassonomici.

### **2.2.2. Macrobenthos e prateria di Posidonia oceanica**

La fascia marina antistante la Centrale di Torrevaldaliga Nord è interessata diffusamente e con continuità oltre che dagli scarichi termici della centrale, anche da un’ampia gamma di attività antropiche che possono condizionare sensibilmente la struttura dei popolamenti

marini locali attraverso fenomeni non connessi con le caratteristiche del campo termico (dispersione di effluenti urbani, imbonimenti, attività marittime connesse con la presenza del vicino Porto di Civitavecchia, etc.).

Il monitoraggio degli eventuali effetti dello scarico della centrale verrà quindi effettuato in aree non immediatamente costiere, in cui l'interferenza di tali fattori estranei non controllabili possa ritenersi attenuata, in modo da rendere più chiaramente discriminabile l'impatto potenziale della perturbazione termica. In questo ambito, le stazioni di prelievo dovranno essere collocate sia nella zona più esposta alla perturbazione termica sia in zone limitrofe non esposte (o esposte in modo non significativo) alla perturbazione, con caratteristiche di habitat (batimetria, composizione del substrato, correntometria locale, etc.) il più possibile simili alla precedente.

I fondali della fascia marina antistante la centrale, per un arco di costa di circa 10 km, sono caratterizzati da un substrato roccioso suborizzontale, costituito da "panchina" quaternaria, che si estende da riva fino al limite tra i piani mesolitorale ed infralitorale; procedendo verso il piano infralitorale, il fondale, ancora prevalentemente roccioso, si ricopre parzialmente di Posidonia oceanica anche se sono presenti zone di roccia praticamente prive di vegetazione macroscopica, e, soprattutto nella parte più a Sud della fascia, si notano "catini" circolari e canali di erosione fra chiazze di "matte" morta colonizzata da alghe fotofile. Nella mappa di figura 3 sono individuati i possibili punti di raccolta di campioni di macrobenthos che, sulla base degli studi precedenti, possono ritenersi rispettivamente "influenzati" (in modo differenziato) e "non influenzati" dalla perturbazione termica.

Le stazioni di campionamento saranno poste a tre profondità (4-8-16 m) lungo tre transetti collocati rispettivamente: il primo (A) in corrispondenza di Punta S. Agostino, il secondo (B) in corrispondenza dello scarico di Torrevaldaliga Nord, il terzo (D) in corrispondenza di Punta Mattonara (figura 3). Il transetto A, collocato di fronte a Punta S. Agostino, a circa 4 km dalla centrale in direzione NW, è stato scelto come riferimento non condizionato dalla presenza dello scarico della centrale (è comunque la zona più lontana dalle centrali di Civitavecchia in cui il substrato presenta le stesse caratteristiche delle due aree interessate direttamente dagli scarichi). Il transetto D, scelto come riferimento a sud della centrale, potrebbe risentire della presenza dell'area portuale e delle attività connesse con l'ampliamento del porto e dello sbocco del Fiumaretta; è stato tuttavia prescelto in quanto non è possibile individuare un'altra area, a sud della centrale, con caratteristiche morfologiche simili a quelle del transetto B "influenzato".

In ciascuna stazione verranno prelevati, da parte di operatore subacqueo, campioni di substrato duro (mediante grattaggio completo di area nota di dimensione 20x20 cm) e, nelle stazioni dove è presente, di *Posidonia oceanica* (dieci fasci con relativi rizomi) di cui verrà inoltre stimata la densità per metro quadrato. I prelievi e la stima della densità dovranno essere effettuati con un'opportuna replicazione (orientativamente 3 campioni per stazione), in modo da consentire di valutare la variabilità delle grandezze controllate e di effettuare i confronti su base statistica. Per la selezione del metodo di campionamento, che deve avere comunque carattere quantitativo, si fa riferimento ai manuali di bentologia delle serie IBP o FAO (Holme & McIntyre, 1971; Stirn, 1981; Gray & Coll., 1992).

La frequenza delle campagne di prelievo dovrà essere tale da documentare le condizioni della componente nei principali assetti che assume nel corso del ciclo annuale evitando i periodi di transizione (primavera ed autunno); si propone di conseguenza di effettuare i campionamenti nei momenti centrali delle stagioni invernale ed estiva (vedi piano temporale in figura 1). L'analisi tassonomica degli organismi campionati sarà effettuata fino a livello di Famiglia.

### **2.3. EFFETTI DELL'ESERCIZIO DELLA CENTRALE SULLA QUALITÀ DELLE ACQUE DELL'ECOSISTEMA COSTIERO**

Le indagini relative agli effetti della centrale sulla qualità delle acque dell'ecosistema saranno effettuate, nell'arco del periodo di monitoraggio, con campionamenti in 5 stazioni con cadenza stagionale (vedi piano temporale in figura 1). Le stazioni F (figura 2) saranno poste tra Punta S. Agostino e Capo Linaro, in coincidenza con quelle relative al prelievo di campioni di fitoplancton, in modo tale che, procedendo da nord verso sud, saranno collocate in corrispondenza di Punta S. Agostino (A), del refluo termico di Torrealvaldliga Nord (B), del Porto di Civitavecchia (D) e del Villaggio del Fanciullo (E); sarà aggiunta una ulteriore stazione F1 di campionamento nella zona di miscelazione all'uscita del canale di scarico delle acque di raffreddamento in mare.

I campionamenti saranno effettuati nel mese centrale di ogni stagione, con la medesima temporizzazione dei campionamenti di plancton.

### 2.3.1. Test ecotossicologico in acqua di mare mediante *Artemia franciscana*

Il crostaceo *Artemia franciscana*, sulla base della letteratura, rappresenta uno tra gli organismi più indicati per l'esecuzione di test di tossicità su acqua di mare. Le potenzialità di *Artemia* per la ricerca e l'applicazione nel campo della tossicologia acquatica sono state studiate già dal 1975 nel "Laboratory for Biological Research in Aquatic Pollution" dell'Università di Ghent in Belgio <sup>1</sup>. Il primo test per la valutazione della LC50 a 24 ore mediante questo organismo è stato sviluppato nel 1981 e l'affidabilità e l'accuratezza sono state valutate mediante numerose intercalibrazioni che hanno coinvolto 80 laboratori europei e americani <sup>2</sup>.

I numerosi vantaggi dell'applicazione di *Artemia* come organismo test, anche mediante kit miniaturizzati, hanno portato ad un suo crescente utilizzo in ecotossicologia delle acque e ad un riconoscimento a livello internazionale quale specie più adatta per acque saline <sup>3</sup>. L'utilizzo di *Artemia* è previsto anche dalle procedure EPA per la valutazione della tossicità acuta di effluenti e corpi recettori mediante organismi marini <sup>4</sup>. Inoltre, nel 1996 è stata pubblicata una procedura IRSA per la determinazione di effetti tossici acuti su *Artemia* <sup>5</sup>. Anche la recente legge sulla tutela delle acque dall'inquinamento consiglia l'utilizzo di questo organismo per la valutazione della tossicità di scarichi di acqua salata <sup>6</sup>.

---

#### BIBLIOGRAFIA TEST TOSSICOLOGICO:

<sup>1</sup> Sorgeloos P., C. Remiche-Van der Wielen and G. Persoone (1978). "The use of *Artemia* nauplii for toxicity test. A critical analysis". *Ecotox. Env. Safety* 2, 249-255

<sup>2</sup> Persoone G. and P. Vanhaecke, 1981. "Intercalibration exercise on a short-term standard toxicity test with *Artemia* nauplii" Final report. Contract EEC-ENV-396B(N), 30 p.

<sup>3</sup> Persoone G. and P.G. Wells (1987). *Artemia* in aquatic toxicology: a review. In: *Artemia Research and its applications*. Vol 1. Morphology, Genetics, Strain characterization, Toxicology. P. Sorgeloos, D.A. Bengston, W. Declair, and J. Jaspers (eds.) Universa Press, Wetteren, Belgium, 380 p.

<sup>4</sup> USEPA. (1993). *Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms*, Fourth Edition, EPA/600/4-90/027F.

USEPA. (1994) *Shortterm Methods to Estimate the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Estuarine and Marine Organisms*, Second Edition, July 1994, EPA/600/4-91/003.

<sup>5</sup> IRSA (1996)

Saggio di tossicità acuta con *Artemia sp.*- Metodo per la determinazione di effetti tossici acuti con *Artemia sp.* Metodi analitici per le acque - Quad. Ist. Ric. Acque

#### BIBLIOGRAFIA TEST TOSSICOLOGICO:

<sup>6</sup> D.L. 11/5/1999, n. 152

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

### **2.3.2. Test ecotossicologico mediante Microtox**

Il test Microtox impiega come organismo bersaglio il batterio luminescente marino *Vibrio fischeri*; utilizza rigorosi protocolli operativi ad alto grado di standardizzazione ed è già stato ufficialmente riconosciuto come “Standard Method” negli Stati Uniti e in numerosi Paesi europei.

Per l'esecuzione del test, i batteri sono esposti per 30 minuti a differenti diluizioni del campione: la quantità di luce emessa, opportunamente corretta per la diminuzione di luce che si verifica fisiologicamente in assenza di tossico, risulta proporzionale al danno determinato.

### 2.3.3. BIBLIOGRAFIA MONITORAGGIO AMBIENTE MARINO

Bonvicini Pagliai A.M., Crema R., Ioannilli E., Bertonati M., Cironi R., Vitali R. (1979): Caratteristiche strutturali del macrobenthos della fascia infralitorale antistante la Centrale di Torre Valdaliga Sud (Civitavecchia). XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar. 1979; Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Ses. B, 86, suppl. 1979, pp 160-167.

Chimenz C., Taramelli E., Cironi R. (1985); Preliminary study on animal population of the prairie of Torrevaldaliga's Posidonia oceanica. Second international Workshop on Posidonia oceanica beds; Ischia 7-11 Oct. 1985.

Commissione Tecnico-Scientifica Comune di Civitavecchia-ENEL (1991): "Indagine sull'ambiente naturale nel tratto di mare antistante la Centrale di Torrevaldaliga Nord".

Crema R., Ioannilli E., Bonvicini Pagliai A.M., Bertonati M., Cironi R., Vitali R. (1979): Chimica fisica delle acque e produttività primaria nel tratto di mare antistante la Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Sud. XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar. 1979; Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Ses. B, 86, suppl. 1979, pp 182-189.

ENEL-DCO/ULP (1978): "Valutazione degli effetti degli scarichi termici di una grande Centrale Termoelettrica costiera. Indagine presso la Centrale di Torrevaldaliga".

ENEL-DCO/ULP (1983)a: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente le Centrali Termoelettriche di Civitavecchia. Primo rapporto di avanzamento. Indagini termiche, chimiche e biologiche dell'estate 1982".

ENEL-DCO/ULP (1983)b: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente le Centrali Termoelettriche di Civitavecchia. Secondo rapporto di avanzamento. Indagini termiche, chimiche e biologiche del marzo 1983".

ENEL-DCO/ULP (1989)a: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente la Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord. Caratteristiche chimiche e biochimiche dell'acqua. Primo rapporto di avanzamento. Campagna estiva dell'Agosto 1988".

ENEL-DCO/ULP (1989)b: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente la Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord. Caratteristiche chimiche e biochimiche dell'acqua. Secondo rapporto di avanzamento. Campagna invernale del Dicembre 1988".

ENEL-DCO/ULP (1990)a: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente la Centrale Termoelettrica di Torrevaldaliga Nord. Caratteristiche chimiche e biochimiche dell'acqua. Terzo rapporto di avanzamento. Campagna estiva del Luglio 1989".

ENEL-DCO/ULP (1990)b: "Indagine sull'ecosistema marino prospiciente la Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord. Caratteristiche chimiche e biochimiche dell'acqua. Quarto rapporto di avanzamento. Campagna tardo-autunnale del Dicembre 1990".

Gray J.S., McIntyre A.D., Stirn J. (1992) Manual of methods in aquatic environment research. Part 11: Biological assessment of marine pollution - with particular reference to benthos FAO Fish. Tech. Pap. N° 324, 49 pagg.

Holme N.A. & McIntyre A.D. (1971) Methods for the study of marine benthos I.B.P Handbook N° 16, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 334 pagg.

Ioannilli E., Crema R., Bonvicini Pagliai A.M., Bertonati M., Cironi R., Vitali R. (1979): Qualità dell'acqua e comunità fitoplanctoniche in rapporto allo scarico termico della Centrale Termoelettrica di Torre Valdaliga Sud (Civitavecchia). XI Congr. Soc. Ital. Biol. Mar. 1979; Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. Mem., Ses. B, 86, suppl. 1979, pp 168-181.

Manual of methods in aquatic environment research. Part 8: Ecological assessment of pollution effects FAO Fish. Tech. Pap. N° 209, 70 pagg.

Pelusi P., Taramelli E., Perticaroli C., Cironi R. (1985); Crostacei decapodi di Torre Valdaliga (Civitavecchia, Roma). Oebalia 1985, vol XI-3.

Stirn J. (1981) Manual of methods in aquatic environment research. Part 8: Ecological assessment of pollution effects FAO Fish. Tech. Pap. N° 209, 70 pagg.

Strickland J.D.H. & Parsons T.R. (1968) A practical handbook of seawater analysis Bull. Fish. Res. Board Can. (167): 311 pagg.

Taramelli E., Venanzangeli L., Cironi R. (1985); Amphipoda of Torre Valdaliga Posidonia bed. Second international Workshop on Posidonia oceanica beds; Ischia 7-11 Oct. 1985.

Univ. Roma La Sapienza; Ist. Zoologia (1985): "Indagine sull'ecosistema del tratto di mare prospiciente le Centrali Termoelettriche di Civitavecchia. Indagine biologica

**Figura 1 - Piano Temporale**

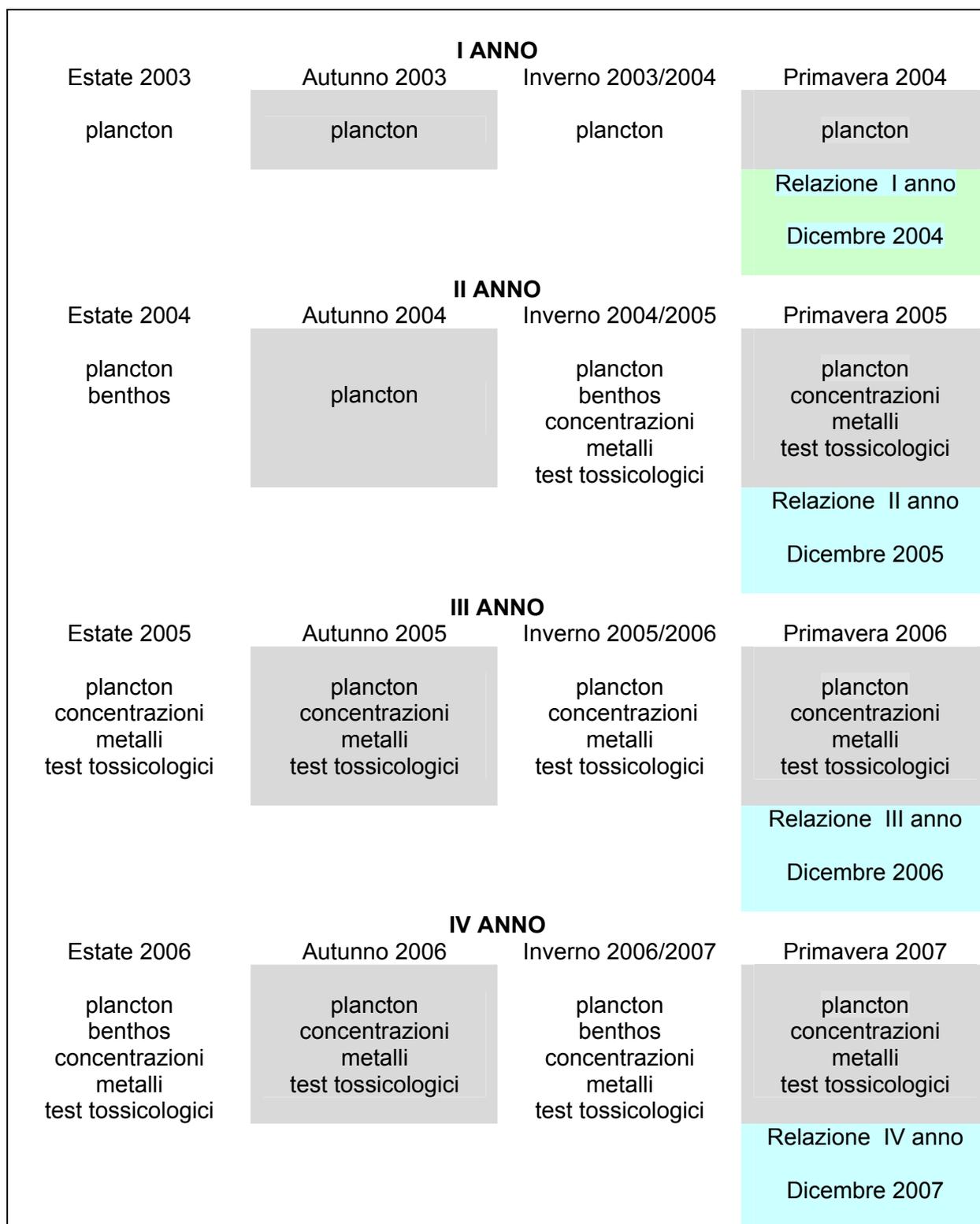


Figura 2 - Stazioni di campionamento per fitoplancton e zooplancton

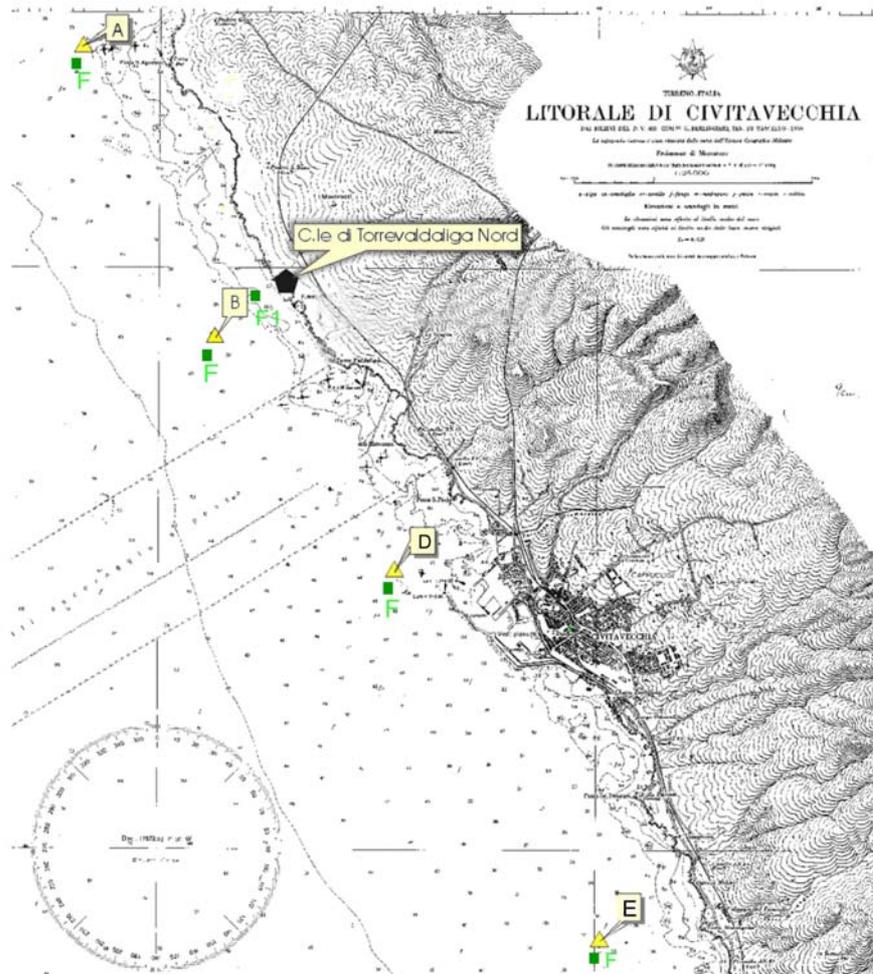


Figura 3 - Stazioni di campionamento dei macroinvertebrati bentonici

