



*Divisione Generazione ed Energy Management
Area Tecnica - Sviluppo Impianti/Progettazione*

**CENTRALE TERMOELETTRICA DI PORTO TOLLE
PROGETTO DI CONVERSIONE A CARBONE**



PROGETTO PRELIMINARE – RELAZIONE TECNICA

Maggio 2005

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DATI DI BASE	7
2.1	CARATTERISTICHE D'IMPIEGO DELL'IMPIANTO.....	7
2.2	COMBUSTIBILI UTILIZZATI	8
2.3	POTENZA E CONSUMI DELL'IMPIANTO	9
2.4	EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	10
2.4.1	<i>Sistema di Misura delle Emissioni (SME)</i>	10
2.4.2	<i>Monitoraggio della qualità dell'aria</i>	11
2.5	SORGENTE FREDDA	12
2.6	FABBISOGNO E DISPONIBILITA' IDRICA	13
2.7	UBICAZIONE E VIE DI COMUNICAZIONE	14
2.8	caratteristiche stratigrafiche e sismiche del sito	15
2.8.1	<i>Caratteristiche stratigrafiche</i>	15
2.8.2	<i>Caratteristiche sismiche del sito</i>	15
2.9	INFRASTRUTTURE NECESSARIE PER L'ESERCIZIO DELLA CENTRALE	17
2.9.1	<i>La viabilità terrestre</i>	17
2.9.2	<i>Lo stoccaggio e movimentazione del carbone</i>	17
2.9.3	<i>Logistica per l'approvvigionamento e la movimentazione dei materiali</i>	19
2.9.4	<i>Le linee elettriche</i>	25
2.9.5	<i>Opere a completamento</i>	25
3	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	26
3.1	GENERALITA'	26
3.2	CARATTERISTICHE FUNZIONALI	29
3.3	Principali interventi previsti dal progetto	30
3.3.1	<i>Strutture esistenti non riutilizzate</i>	31
3.4	DESCRIZIONE DEI PROCESSI E DEL MACCHINARIO PRINCIPALE	33
3.4.1	<i>Generalità</i>	33
3.4.2	<i>Alimentazione combustibili e aria comburente</i>	33
3.4.3	<i>Caldaia e sistema di combustione</i>	34
3.4.4	<i>Circuito fumi</i>	34
3.4.5	<i>Vapore principale, turbina a vapore e alternatore</i>	34
3.4.6	<i>Condensatore e sistema di estrazione condensato</i>	35
3.4.7	<i>Ciclo acqua alimento</i>	35
3.4.8	<i>Il sistema di raffreddamento della centrale</i>	35
3.4.9	<i>Il Sistema elettrico della centrale</i>	36
3.4.10	<i>Il sistema di automazione</i>	36
3.4.11	<i>Sistemi di abbattimento degli inquinanti atmosferici</i>	37
3.4.12	<i>Contenimento dell'inquinamento idrico</i>	45
3.4.13	<i>Emissioni sonore</i>	49
3.4.14	<i>I Sistemi di approvvigionamento e stoccaggio dei combustibili</i>	49
3.4.15	<i>Sistema di approvvigionamento e stoccaggio del calcare</i>	54
3.4.16	<i>Approvvigionamento e stoccaggio dei reagenti del DeNOx</i>	55
3.4.17	<i>Produzione, movimentazione e conferimento di gessi, ceneri e fanghi</i>	56
3.4.18	<i>Sistemi ausiliari di Centrale</i>	57
3.5	OPERE PRINCIPALI COSTITUENTI L'IMPIANTO.....	61
3.6	SUPERFICI E VOLUMI.....	63
4	CRITERI DI PROGETTO RELATIVI AI MALFUNZIONAMENTI E AGLI ASPETTI INCIDENTALI	64
4.1.1	<i>Generalità</i>	64
4.1.2	<i>Eventi naturali</i>	64
4.1.3	<i>Effluenti liquidi</i>	64

4.1.4	<i>Sistemi relativi a depositi combustibili</i>	65
4.1.5	<i>Prevenzione incendi</i>	70
4.1.6	<i>Gestione dell'emergenza</i>	71
4.1.7	<i>Normativa di riferimento</i>	71

ALLEGATI

TABELLE:

Tabella I	Caratteristiche di riferimento del Carbone e delle biomasse vegetali legnose.
Tabella II	Emissioni in atmosfera.
Tabella III	Caratteristiche tecniche principali dell'impianto e dei componenti principali.
Tabella IV	Bilancio generale di massa dell'impianto.
Tabella V	Confronto fra la situazione attuale e dopo interventi di conversione a carbone.

ELABORATI GRAFICI:

NUMERO DISEGNO	TITOLO
PO0.0000.DIA.ATSV.P401	Corografia
PO0.0000.DIA.ATSV.P402	Planimetria generale situazione attuale
PO0.0000.DIA.ATSV.P403	Planimetria generale aree di intervento
PO0.0000.DIA.ATSV.P404	Planimetria generale – Disposizione nuove apparecchiature e opere rilocate
PO0.0000.DIA.ATSV.P405	Planimetria generale aree di cantiere
PO0.0000.DIA.ATSV.P406	Viste e sezioni
PO0.0000.TIL.ATSV.P307	Bilancio termico – Situazione attuale
PO0.0000.TIL.ATSV.P308	Bilancio termico preliminare– Situazione futura
PO0.2300.DIA.ATSV.P409	Schema elettrico unifilare nell'assetto futuro
PO0.0000.DIA.ATSV.P410	Pianta chiave e punti di vista
PO0.0000.DIA.ATSV.P411	Vista prospettica -A- Situazione attuale
PO0.0000.DIA.ATSV.P412	Vista prospettica -A- Situazione finale
PO0.0000.DIA.ATSV.P413	Vista prospettica -B- Situazione attuale
PO0.0000.DIA.ATSV.P414	Vista prospettica -B- Situazione finale
PO0.0000.DIA.ATSV.P415	Simulazione di inserimento paesaggistico – Punto di vista 1
PO0.0000.DIA.ATSV.P416	Simulazione di inserimento paesaggistico – Punto di vista 2
PO0.0000.DIA.ATSV.P417	Simulazione di inserimento paesaggistico – Punto di vista 3
PO0.0000.DIA.ATSV.P418	Simulazione di inserimento paesaggistico – Punto di vista 4
PO0.0000.DIA.ATSV.P419	Architettonico – Pianta
PO0.0000.DIA.ATSV.P420	Architettonico – Vista assonometria A
PO0.0000.DIA.ATSV.P421	Architettonico – Vista assonometria B
RIT PO 150 (PO.P422)	Planimetria generale - Sezioni e punti di campionamento
PO0.0000.DIA.ATSV.P423	Rete elettrica locale
PO0.0000.DIH.ATSV.P424	Idrovia Veneta e diramazioni – Golfo di Venezia (Scala 1:200.000)
PO0.0000.DIA.ATSV.P425	Darsena attracco chiatte – Pianta e sezioni
PO0.0000.DIA.ATSV.P426	Nuovo carbonile - sezioni
Protocollo 3048 del 16/9/94 (PO.P427)	Estratto di mappa catastale – Scala 1:2000

1 PREMESSA

La Centrale di Porto Tolle sorge su un'area prospiciente la sponda sud del Po della Pila di fronte al paese di Pila, frazione di Polesine Camerini, nel territorio del Comune di Porto Tolle in Provincia di Rovigo, ed occupa una superficie complessiva di circa 2.350.000 m². L'ubicazione della centrale è riportata nella **corografia n. PO0.0000.DIA.ATSV.P401**, mentre il disegno **n. PO0.0000.DIA.ATSV.P402** riporta la planimetria generale dell'impianto nella sua attuale configurazione.

La centrale è costituita da quattro sezioni termoelettriche della potenza elettrica lorda di 660 MWe ciascuna; per un totale complessivo di 2640 MWe.

Le quattro sezioni hanno un rendimento di collaudo del 41% e sono alimentate ad olio combustibile; la produzione di energia elettrica avviene secondo il seguente schema:

COMBUSTIBILE ⇒ ENERGIA CHIMICA ⇒ GENERATORE DI VAPORE ⇒ ENERGIA TERMICA ⇒
⇒TURBINA ⇒ ENERGIA MECCANICA ⇒ ALTERNATORE ⇒ ENERGIA ELETTRICA.

I fumi prodotti dalla combustione, vengono dispersi nell'atmosfera attraverso quattro canne metalliche indipendenti (una per ogni sezione), situate all'interno di un'unica ciminiera multiflusso alta 250 m.

Le quattro sezioni sono raffreddate in ciclo aperto; l'acqua necessaria al raffreddamento, in relazione al regime idraulico del fiume Po, è prelevata dal fiume Po (Po di Pila), o dal mare (Sacca del Canarin) e dopo aver sottratto il calore al ciclo termico nel condensatore, è restituita rispettivamente al fiume Po (Po di Pila), o al mare (Sacca del Canarin). La portata è di circa 20 m³/s per ciascuna sezione.

L'approvvigionamento del combustibile avviene tramite oleodotto dal deposito costiero IICO di Ravenna di proprietà Enel. Esso si compone di un terminale marino off-shore per la ricezione di petroliere oceaniche, due oleodotti di trasferimento ai serbatoi del deposito costiero (capacità di stoccaggio di circa 180.000 m³) e impianto di pompaggio verso Porto Tolle.

In situazioni di emergenza, previa autorizzazione del Sindaco, si può ricevere prodotto con chiatte o autobotti.

Il parco combustibili, suddiviso in due aree distinte denominate parco Nord e parco Sud, è ubicato presso la centrale ed ha una capacità di stoccaggio di circa 700.000 m³. Un altro serbatoio (S4) da 100.000 m³, presente nel parco Sud, è temporaneamente adibito a stoccaggio di acqua industriale.

Il parco Nord è costituito da un serbatoio da 100.000 m³ e da due serbatoi da 50.000 m³ utilizzati come serbatoi di servizio per il funzionamento dei gruppi. Sono inoltre presenti due serbatoi a tetto fisso da 500 m³ per lo stoccaggio del gasolio.

Il parco Sud è costituito da sei serbatoi da 100.000 m³ utilizzati per lo stoccaggio, la miscelazione o il travaso del combustibile, di questi il serbatoio S4 è temporaneamente adibito a scorta d'acqua industriale.

Le quattro sezioni termoelettriche sono collegate all'adiacente stazione elettrica mediante linee aeree ad alta tensione. Dalla stazione l'energia elettrica è immessa nella rete nazionale ad alta tensione.

Il progetto di conversione a carbone delle quattro unità costituenti la Centrale termoelettrica di Porto Tolle prevede la realizzazione di quattro nuove caldaie ultrasupercritiche da 660 MWe alimentate a polverino di carbone, in sostituzione delle quattro esistenti di analoga potenza che verranno demolite. Su due sezioni d'impianto sarà possibile inoltre l'impiego di biomasse in co-combustione con il carbone nella percentuale in energia da biomassa del 5%, per un consumo annuo stimato di circa 350.000 t di biomassa.

Ai fini dell'abbattimento degli inquinanti atmosferici prodotti dalla combustione a carbone, sono previsti:

- nuovi sistemi di denitrificazione catalitica dei fumi (DeNOx) ad elevata efficienza per l'abbattimento degli ossidi di azoto (NOx) in uscita dalla caldaia;
- nuovi sistemi di depolverazione dei fumi (filtri a manica) ad alta efficienza di abbattimento delle polveri prodotte in uscita dalla caldaia;
- nuovi sistemi di desolforazione dei fumi (DeSOx) del tipo calcare/gesso ad umido, ad elevata efficienza di abbattimento degli ossidi di zolfo (SO₂) in uscita dalla caldaia.

Il ciclo termico si caratterizza per gli alti valori di temperatura del vapore principale (604 °C) e del vapore risurriscaldato (612 °C) e per i nuovi sistemi di preriscaldamento dell'acqua di alimento prima dell'ingresso in caldaia. L'aumento della temperatura del vapore in uscita dalla caldaia comporta necessariamente la sostituzione della turbina a vapore.

Il progetto di conversione a carbone delle quattro unità, prevede inoltre il riutilizzo delle seguenti apparecchiature e opere esistenti:

- condensatore e circuito di raffreddamento;
- opere di presa e di restituzione;
- pompe dei cicli rigenerativi di alta e bassa pressione;
- possibile riutilizzo di alcuni scambiatori e tubazioni del ciclo rigenerativo;
- impianto trattamento condensato;
- generatore elettrico, trasformatori elevatori ed altre apparecchiature elettriche ausiliarie;
- stazione elettrica e linee ad alta tensione;
- n. tre serbatoi da 100.000 m³ (di cui due per Olio Combustibile Denso ed uno per acqua industriale).

Vengono inoltre riutilizzate la sala macchine, due edifici ausiliari, due edifici compressori, gli uffici, le officine, i magazzini e la portineria.

2 DATI DI BASE

2.1 CARATTERISTICHE D'IMPIEGO DELL'IMPIANTO

L'impianto sarà utilizzato per produrre energia elettrica destinata a coprire la base del diagramma di carico giornaliero della rete; potrà partecipare alla ripartizione del carico fra il minimo tecnico ed il carico nominale continuo, sarà in grado di funzionare su rete isolata e di effettuare la fermata di fine settimana nonché, se richiesto, anche la fermata notturna.

L'impianto, oltre che alla regolazione primaria, sarà in grado di partecipare alla regolazione secondaria (teleregolazione) della frequenza di rete.

L'energia elettrica prodotta dal nuovo impianto ed immessa in rete sarà di circa 16,5 TWh/anno.

2.2 COMBUSTIBILI UTILIZZATI

Le nuove sezioni costituenti la centrale di Porto Tolle saranno alimentate a carbone. Per le sole fasi di avviamento, fino al raggiungimento del 20% del carico sarà utilizzato l'olio combustibile, inoltre, limitatamente alle sole fasi di accensione delle sezioni termoelettriche verranno utilizzate modeste quantità di gasolio.

L'olio combustibile continuerà ad essere approvvigionato esclusivamente tramite l'oleodotto esistente dal deposito costiero Enel (IICO) di Ravenna.

La capacità di stoccaggio del parco serbatoi olio sarà ridotta dagli attuali 700.000 m³ a 200.000 m³. Un altro serbatoio da 100.000 m³, già adibito allo stoccaggio di acqua industriale, continuerà ad essere utilizzato per i fabbisogni di acqua industriale.

Le apparecchiature di travaso e spinta olio combustibile esistenti continueranno ad essere utilizzate per la fase di avviamento.

Le tipologie di carbone impiegate saranno tipiche dei mercati di approvvigionamento dell'Enel e proverranno dai migliori bacini carboniferi mondiali, quali Polonia, Sud Africa, Stati Uniti, Venezuela, Colombia, Indonesia e Australia. I carboni saranno esclusivamente di altissima qualità, con un contenuto di zolfo inferiore all'1%. Per il funzionamento della centrale di Porto Tolle sono necessarie circa 5.000.000 di tonnellate di carbone annue che saranno movimentate attraverso le vie d'acqua (mare Adriatico, fiume Po di Levante e fiume Po).

Due delle quattro sezioni potranno essere esercite in co-combustione carbone-biomassa nella percentuale in energia da biomassa fino al 5%, utilizzando biomassa prodotta localmente, da produttori terzi, per un consumo massimo annuo previsto di 350.000 t. Il combustibile da biomasse vegetali legnose, sotto forma di cippato, sarà conferito in Centrale mediante autocarri di capacità pari a circa 28 t cadauno.

In **tabella I/a** sono riportate le caratteristiche di riferimento del carbone mentre nella **tabella I/b** sono riportate le caratteristiche di riferimento della biomassa vegetale legnosa.

2.3 POTENZA E CONSUMI DELL'IMPIANTO

Il progetto di conversione a carbone per la centrale di Rossano Calabro prevede di equipaggiare le quattro sezioni con nuovi generatori di vapore (caldaie) per ciclo termico ultrasupercritico.

I nuovi componenti del ciclo produttivo, realizzati secondo le più avanzate tecnologie insieme alle più elevate caratteristiche del vapore consentono di incrementare il rendimento dell'unità. In particolare si evidenziano per ciascuna sezione i seguenti dati:

- | | |
|--|-----------------|
| • potenza lorda ai morsetti alternatore: | circa 660 MWe |
| • potenza termica: | circa 1.422 MWt |
| • potenza netta della sezione: | circa 634 MWe |
| • rendimento complessivo netto: | circa 44,6 % |
| • potenza termica dissipata dal circuito di raffreddamento: | circa 663 MWt |
| • consumo previsto di carbone al carico nominale continuo (CNC): | circa 200 t/ora |

I parametri riportati potranno subire modeste variazioni in relazione all'aggiudicazione delle rispettive gare e conseguenti ottimizzazioni.

2.4 EMISSIONI IN ATMOSFERA

I principali inquinanti presenti nei fumi di una centrale termoelettrica sono il biossido di zolfo (SO₂), gli ossidi di azoto (NOx), il monossido di carbonio (CO) e le polveri. Il biossido di zolfo si forma a seguito della reazione tra l'ossigeno e lo zolfo contenuto nel combustibile. Gli ossidi di azoto si formano a seguito di complesse reazioni di ossidazione dell'azoto atmosferico e di quello organico contenuto nel combustibile. Le polveri si formano in caldaia e derivano dalle ceneri presenti nel combustibile.

Nella tabella sono riportati i valori garantiti delle emissioni delle quattro unità trasformate a carbone riferiti ai fumi secchi con tenore di ossigeno al 6%.

Sezione	Emissioni mg/Nm ³ (*)			
	SO ₂	NOx	CO	Polveri
1	200	100	250	30
2	200	100	250	30
3	200	100	250	30
4	200	100	250	30

(*) Valori riferiti ai fumi secchi e al tenore di ossigeno di riferimento: 6%.

A seguito delle modifiche impiantistiche descritte nei paragrafi precedenti, le quattro nuove sezioni termoelettriche saranno in grado di utilizzare carbone e di garantire le emissioni sopra indicate.

Tali valori vanno intesi come medie mensili che si garantiscono con i previsti impianti di abbattimento in regolare esercizio, dopo la fase di primo avviamento e messa a punto.

A regime, con riferimento alle emissioni, utilizzando come combustibile il carbone, risulterà, a parità di energia prodotta, rispetto all'olio:

- una riduzione delle emissioni di SO₂ del 41%;
- una riduzione delle emissioni di NOx del 41%;
- una riduzione delle emissioni di polveri del 29%.

Nella **tabella II** allegata sono riportate le caratteristiche dei fumi ed i valori di emissione dell'impianto.

2.4.1 Sistema di Misura delle Emissioni (SME)

Per il monitoraggio delle emissioni, dopo gli interventi di conversione a carbone, per ciascuna delle quattro nuove sezioni è previsto un nuovo sistema di misura in continuo al camino dei valori di emissione di SO₂, NOx, CO e polveri in ottemperanza al decreto 12 luglio 1990 (linee guida) e al successivo DM 2 ottobre 1995 (per il CO). In particolare, le sostanze monitorate ed i relativi sistemi di rilevamento saranno:

- SO₂, NOx, CO: con misura continua tramite sistemi di analisi del tipo ad estrazione di campione;
- polveri: con determinazione continua tramite misure dell'opacità dei fumi, con strumenti di tipo ottico;

- ossigeno: con determinazione continua tramite misure paramagnetiche ad estrazione.

Il nuovo sistema prevederà la sostituzione della strumentazione e della parti elaborative. I valori elaborati, validati e correlati con i dati caratteristici di funzionamento delle unità (valori medi orari di carico, consumi, ecc.) saranno memorizzati e archiviati tramite il nuovo sistema di monitoraggio delle emissioni.

2.4.2 Monitoraggio della qualità dell'aria

Per rilevare le ricadute al suolo degli inquinanti, il progetto di conversione a carbone prevede l'aggiornamento strumentale e l'implementazione delle postazioni fisse (comprese lo spostamento di una postazione) dell'esistente rete di monitoraggio della qualità dell'aria. In particolare il progetto, oltre che sull'aggiornamento strumentale delle attuali postazioni fisse della rete di rilevamento della qualità dell'aria, si basa:

- sull'installazione di postazioni dedicate al monitoraggio delle emissioni diffuse generate dalla movimentazione dei materiali introdotti con la trasformazione a carbone dell'impianto (carbone, ceneri, calcare e gessi);
- sull'esecuzione di periodiche campagne di misura per il controllo delle deposizioni sia secche che umide e per la misura delle concentrazioni degli inquinanti in aria (microinquinanti organici e inorganici);
- sull'attivazione di una rete di biomonitoraggio terrestre, anche sulla base delle indicazioni ottenute dalle precedenti esperienze.

Di seguito si riporta la dislocazione territoriale delle postazioni costituenti la rete di monitoraggio ed i parametri controllati in ciascuna postazione dopo la riconfigurazione prevista con la conversione a carbone.

Postazioni di rilevamento		Parametri rilevati			
Numero	Località	SO ₂	Polveri	NO _x	Meteo
1	Scardovari	☑	☒	☒	
2	Cà Tiepolo	☑	☑	☑	
3	Taglio di Po	☑	☒	☑	
4 (ricollocata)	Boccasette (ex Massenzatica)	☒	☒	☒	
5	Lido di Volano	☑	☒	☒	☑
6	Case Ragazzi	☑	☒	☑	
7	Cà Cappello	☑	☑	☒	
8	Porto Levante	☑	☒	☒	
Meteo di Centrale					☑

legenda	☑	esistente
	☒	integrazione

2.5 SORGENTE FREDDA

La sorgente fredda è costituita dal corpo idrico ricettore dove viene trasferito il calore proveniente dalla condensazione del vapore esausto, scaricato dalla turbina nel condensatore e dal raffreddamento delle altre apparecchiature di Centrale.

L'acqua, impiegata per la condensazione del vapore e il raffreddamento di circuiti ausiliari, sarà prelevata e scaricata, riutilizzando il sistema di raffreddamento esistente, con apposite opere di presa e di scarico attraverso canali sezionabili da paratoie, sia dal fiume (Po di Pila) che dal mare (Sacca del Canarin), secondo le modalità previste dal Disciplinare del Ministero dei Lavori Pubblici del 30 aprile 1981, in base al regime idraulico del Po.

Essa è convogliata alle vasche di filtrazione (vasche griglia) e successivamente inviata con 4 condotte ai singoli condensatori, per poi essere restituita attraverso l'opera di restituzione come indicato nella **planimetria n. RIT PO 150**.

Il nuovo ciclo termico, grazie al miglior rendimento previsto (circa 44,6%), determina una diminuzione del carico termico scaricato al condensatore di circa il 15%. Poiché la portata d'acqua ai condensatori rimarrà invariata rispetto all'attuale prelievo (circa 80 m³/s per le quattro sezioni) si avrà una riduzione dell'incremento di temperatura dell'acqua allo scarico.

2.6 FABBISOGNO E DISPONIBILITA' IDRICA

L'acqua necessaria alla Centrale, in base ai diversi utilizzi, può essere così suddivisa:

- acqua potabile per i servizi igienico-sanitari;
- acqua per gli usi industriali vari e per la produzione dell'acqua demineralizzata per il reintegro del ciclo acqua-vapore;
- acqua di fiume e/o mare utilizzata per il raffreddamento dei condensatori e delle apparecchiature varie.

La quantità di acqua potabile necessaria per gli usi civili (servizi igienici, docce, mensa ecc.) è pari a circa 50.000 m³/anno (media anni 2000÷2002), ed è prodotta in un impianto di potabilizzazione direttamente in Centrale. Il quantitativo prelevato rimarrà invariato anche dopo gli interventi di conversione a carbone.

Il prelievo dell'acqua dal Po per le esigenze dell'isola produttiva, comprendendo anche quelle relative alla movimentazione del carbone, delle ceneri e degli altri prodotti solidi sarà di circa 1.200.000 m³/anno analogo all'esistente (media anni 2000÷2002). L'acqua del fiume verrà pretrattata con il sistema di decarbonatazione e di filtrazione esistenti ed accumulata in serbatoi di stoccaggio. Per far fronte alle difficoltà di approvvigionamento quando, con il fiume in secca, s'incrementa di salinità dell'acqua a causa della risalita del cuneo salino di acqua di mare, è predisposto per lo stoccaggio di acqua pretrattata di un serbatoio 100.000 m³ inizialmente utilizzato per lo stoccaggio di olio, che consente un'autonomia dell'isola produttiva di circa 20-30 gg.

Il prelievo dell'acqua dal Po per le esigenze dei nuovi desolficatori sarà di circa 2.450.000 m³/anno. L'acqua verrà decantata, filtrata e, quando necessario per la sua salinità, dissalata. La dissalazione che verrà effettuata con sistema a membrane, darà luogo a circa 500.000 m³/anno di salamoia che sarà restituita al fiume insieme alle altre salamoie.

La portata dell'acqua di raffreddamento rimarrà pari all'attuale portata, 80 m³/s per l'intera centrale.

2.7 UBICAZIONE E VIE DI COMUNICAZIONE

La Centrale termoelettrica di Porto Tolle sorge in un'area situata nella zona meridionale della regione Veneto al confine con la regione Emilia Romagna all'interno dell'area del Delta del Po nel comune Porto Tolle (RO) ed occupa una superficie di 2.350.000 m² circa di proprietà dell'Enel.

Il nucleo abitato più vicino è il paese di Pila situato di fronte alla Centrale in direzione Nord (sulla sponda opposta del fiume) mentre il centro di Porto Tolle rimane a circa 13 Km in linea d'aria ad Ovest della Centrale.

Il territorio in cui si inserisce l'impianto è completamente pianeggiante, essendo, come tutta la Provincia di Rovigo, di origine alluvionale. I rilievi più vicini si trovano in altre province, a circa un centinaio di km a NW e a SW.

L'ubicazione esatta della Centrale è riportata nella **corografia n. PO0.0000.DIA.ATSV.P401**. L'area dell'impianto rimarrà invariata anche dopo gli interventi di conversione a carbone.

Il progetto investe l'area di pertinenza dell'impianto esistente e pertanto non modifica la configurazione insediativa della Centrale e si inserisce quindi senza particolari interazioni con i vincoli di questo comparto urbanizzato.

L'infrastruttura viaria più significativa è la S.S. n. 309 Romea che costituisce il principale asse costiero di collegamento verticale tra Venezia e Ravenna e dista circa 25 Km dalla Centrale dalla quale è collegata mediante la viabilità locale. La Statale Romea soffre da diversi anni di forti problemi di intasamento sia di veicoli privati che di veicoli commerciali, in particolar modo nella stagione estiva. Pertanto un'importanza strategica per la Centrale riveste il trasporto fluviale attraverso il sistema idroviario del fiume Po che la collega al mare Adriatico.

Nella **cartina PO0.0000.DIH.ATSV.P424** allegata è riportata la posizione dell'impianto, la viabilità locale e il sistema idroviario del fiume Po.

2.8 CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E SISMICHE DEL SITO

2.8.1 Caratteristiche stratigrafiche

Dal punto di vista geomorfologico tutta l'area del Delta del Po è caratterizzata da depositi alluvionali e fluvioglaciali costituiti prevalentemente da limi ed argille. In particolare l'andamento stratigrafico e le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalla costruzione della centrale sono state accertate attraverso numerose ed approfondite indagini geotecniche in situ e di laboratorio e possono così riassumersi:

1^a formazione – è costituita da uno strato di sabbie medio fini debolmente limose alla profondità di 4-5 m intercalate a lenti e sottili stratarelli di limi argillosi contenenti diffusi resti vegetali. Lo spessore di questa formazione varia tra 8 e 10 m.

2^a formazione – è costituita da uno strato di limi argillosi ed argille limose di media plasticità con intercalazioni di sottili lenti di limo sabbioso. Si tratta di materiali teneri normalmente consolidati di spessore variabile da 18 a 22 m.

3^a formazione – è costituita da uno strato di sabbie a grana media intercalate a strati sottili di materiale limo-argilloso e torba. Le sabbie sono mediamente addensate mentre le intercalazioni risultano tenere, normalmente consolidate. Lo spessore di questa formazione varia dai 5 agli 8 m.

4^a formazione – è costituita da uno strato sabbie medio fini a volte debolmente limose e mediamente addensate dello spessore di circa 20 m che costituiscono lo strato portante.

5^a formazione – al di sotto della quarta formazione e fino alla massima profondità esplorata si riscontra un potente complesso di sabbie limose con frequenti intercalazioni di materiali limo argillosi normalmente consolidati e qualche strato di torba.

Il regime delle acque sotterranee risulta piuttosto regolare ed in accordo con il profilo stratigrafico già illustrato. Si distinguono, nell'ambito delle profondità indagate due falde freatiche di cui:

- la prima, più superficiale (1^a formazione), ha il livello statico che oscilla tra i -1,3 m e -2,0 m slmm (sul livello medio marino);
- la seconda presente nella 3^a e 4^a formazione, ha il livello statico prossimo alla quota $\pm 0,0$ m slmm.

2.8.2 Caratteristiche sismiche del sito

Nella classificazione del Servizio Sismico Nazionale definita dai Decreti emessi fino al 1984 la sismicità è definita attraverso il "grado di sismicità" S; nella proposta di riclassificazione del GdL del 1998 si utilizzano 3 categorie sismiche più una categoria di Comuni Non Classificati (NC). Nella classificazione 2003, la sismicità è definita mediante quattro zone, numerate da 1 a 4, in base all' Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la riclassificazione sismica del territorio nazionale e di normative recanti tecniche per le costruzioni in zone sismiche" (G.U. n. 105 del 8 maggio 2003).

La corrispondenza fra queste diverse definizioni è riportata di seguito:

Decreti fino al 1984	GdL 1998	Classificazione 2003
S=12	prima categoria	zona 1
S=9	seconda categoria	zona 2
S=6	terza categoria	zona 3
non classificato	NC	zona 4

Il territorio del Comune di Porto Tolle, con riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive modificazioni è inserito in zona sismica 4 ($a_g = 0.05g$).

2.9 INFRASTRUTTURE NECESSARIE PER L'ESERCIZIO DELLA CENTRALE

2.9.1 La viabilità terrestre

Non sono previste modifiche della viabilità terrestre esterna di accesso alla centrale, sia durante la fase di cantiere sia a valle degli interventi di conversione a carbone.

E' previsto altresì un nuovo ingresso in centrale per i camion che trasportano le biomasse vegetali.

2.9.2 Lo stoccaggio e movimentazione del carbone

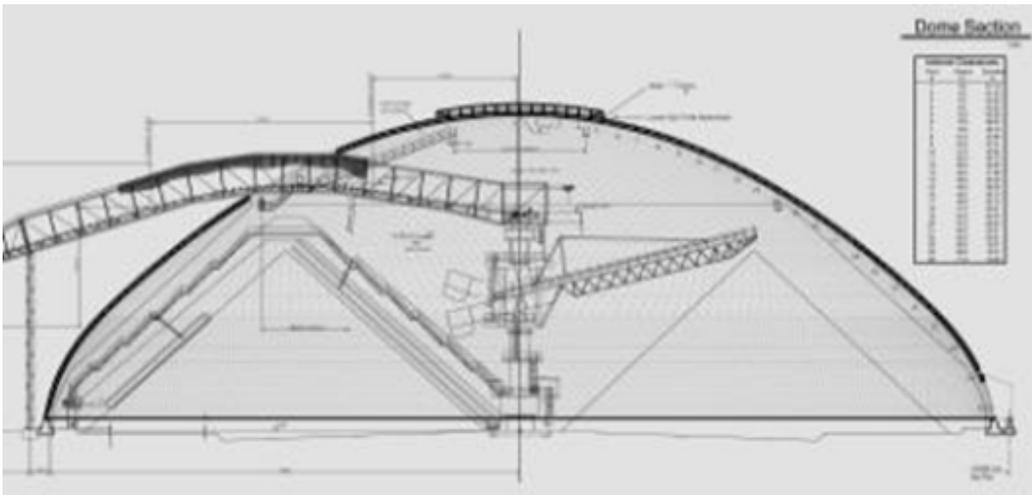
Per lo stoccaggio del carbone in centrale, saranno realizzati, nell'area attualmente libera compresa tra la centrale e i serbatoi del Parco Sud, 2 nuovi carbonili a cupola (pianta circolare di diametro pari a circa 144 m e altezza di circa 45 m). La capacità di stoccaggio sarà pari a circa 150.000 m³ ciascuno, che assicurerà un'autonomia di circa 15 giorni alla centrale nelle condizioni di massimo carico.

Le cupole avranno struttura portante in alluminio o acciaio zincato e copertura della struttura con pannelli di alluminio o di acciaio zincato.

Tutta la struttura poggerà su un cordolo anulare di cemento e la platea interna, sulla quale sarà stoccato il carbone, sarà realizzata in cemento o in terreno battuto. Fra il cordolo anulare e l'inizio della copertura saranno realizzate idonee aperture necessarie ad assicurare un adeguato ricambio di aria allo scopo di garantire la sicurezza in ogni condizione. Ciascun carbonile sarà dotato di:

- macchina per la messa a parco e per la ripresa del carbone con controllo a distanza, posta al centro della cupola, con nastro di messa a parco e sistema di ripresa a portale, per un immagazzinamento toroidale, non omogeneo del carbone;
- sistema di rilevamento di eventuali fenomeni di autocombustione mediante telecamere visive e termosensibili, con visualizzazione e allarme riportate su monitor in Sala Manovre;
- porte di accesso alle cupole e adeguata viabilità per l'ingresso di bulldozer per l'eventuale compattazione del carbone;
- accessi indipendenti per il personale alle cupole e idonee vie di fuga;
- sistema antincendio fisso con monitori ad acqua o ad acqua nebulizzata all'interno dei carbonili e rete idranti all'esterno.

Nella foto e nella figura seguenti sono mostrati i carbonili a "dome", identici a quelli previsti per Porto Tolle, realizzati (2003) a Ho-Ping (Taiwan), con il disegno in sezione del carbonile.



Al fine di limitare l'impatto ambientale dovuto al materiale immagazzinato, i carbonili saranno dotati di:

- adeguato sistema di ventilazione, con flusso dal basso verso l'alto, al fine di indurre una circolazione alla base del carbonile dall'esterno verso l'interno e prevenire quindi la fuoriuscita di polvere verso l'ambiente e al tempo stesso garantire il necessario ricambio d'aria;
- sistema di nebulizzazione ad acqua sulla macchina di messa a parco e ripresa in corrispondenza della tramoggia di ripresa per umidificare il carbone e impedire l'eventuale rilascio di polvere oltre a prevenire la formazione di ulteriore polvere durante la successiva movimentazione.

2.9.3 Logistica per l'approvvigionamento e la movimentazione dei materiali

Il progetto di conversione a carbone della Centrale di Porto Tolle prevede che tutti i solidi: carbone, calcare, gesso e ceneri, ad eccezione della biomassa, siano movimentati attraverso le vie d'acqua (Mare Adriatico, fiume Po di Levante e fiume Po) secondo il seguente schema:

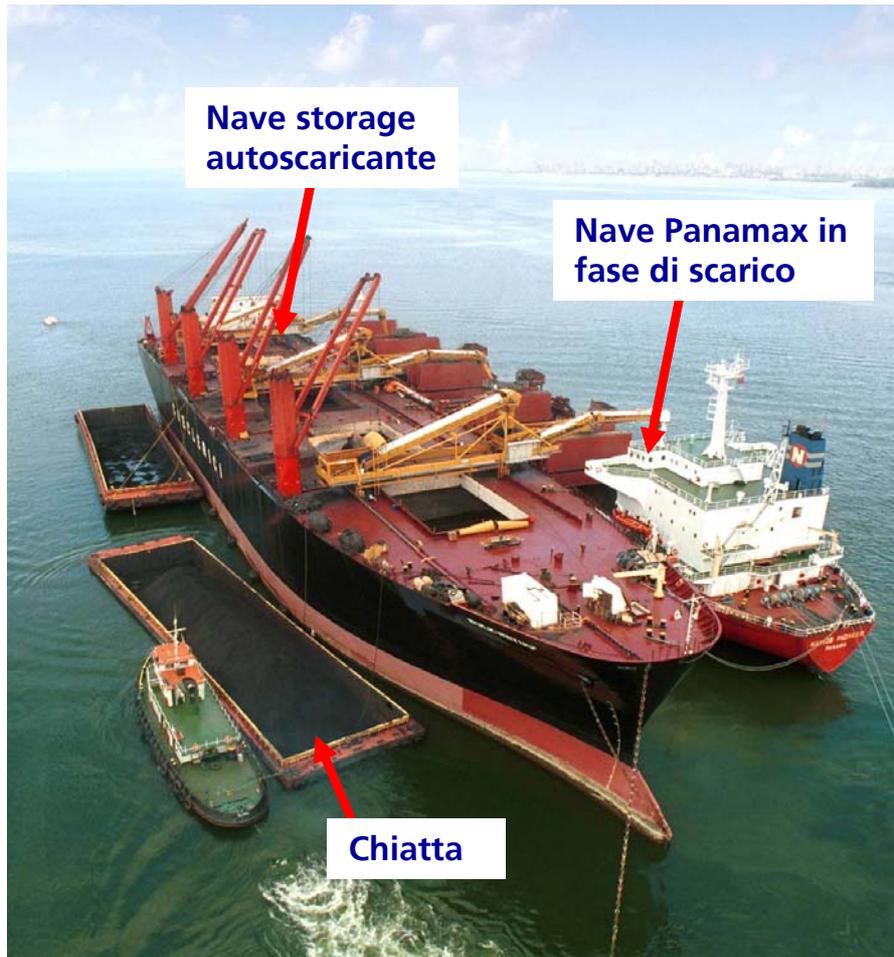
- localizzazione di una nave storage mobile al largo della foce del Po di Levante a circa 4 miglia dalla costa;
- in centrale si rende necessario un'adeguamento della esistente darsena su Po.

La nave storage mobile, posta al largo di Porto Levante, sarà del tipo autoscaricante ed avrà una capacità di stoccaggio di circa 100.000 t con circa 7÷9 stive. Una stiva sarà utilizzata per lo stoccaggio temporaneo di gesso/calcare, una stiva per lo stoccaggio temporaneo di ceneri umidificate mentre le rimanenti saranno utilizzate per lo stoccaggio temporaneo del carbone.

La nave storage sarà dotata di proprie gru e caricatori continui a nastro. Tale macchinario sarà utilizzato per:

- trasferire i materiali dalle navi oceaniche di carbone o dalle più piccole navi di calcare nelle rispettive stive o, direttamente, alle chiatte fluvio-marine;
- riprendere il carbone o il calcare dalle stive della nave storage e attraverso il caricatore a nastro trasferirli rispettivamente alle chiatte fluvio-marine di carbone o di calcare;
- trasferire, attraverso le gru di bordo, il gesso e le ceneri dalle chiatte provenienti da Porto Tolle nelle stive dedicate;
- riprendere gesso o ceneri dalle stive e trasferirli attraverso il caricatore a nastro rispettivamente sulle navi gessiere o navi ceneriere che saranno accostate alla nave storage.

Nella seguente foto si riporta un esempio di operazioni di trasbordo in mare da nave oceanica a nave storage autoscaricante e, da questa, alla chiatta.



(N.B. la chiatta rappresentata nella foto è del tipo fluviale non del tipo fluvio-marina come quella che verrà utilizzata per Porto Tolle, inoltre le chiatte fluvio-marine saranno dotate di 1 o 2 stive con copertura, a differenza di quanto mostrato nella foto sotto riportata).

Complessivamente, ogni anno, le navi che mediamente attraccheranno alla nave storage mobile sono:

- circa 75 navi carboniere da circa 100.000 t (si è fatta una media tra navi "Cape Size" da 130.000t e navi "Panamax" da 80.000t);
- circa 32 navi da 5.000 t per il trasporto di calcare;
- circa 33 navi da 8.000 t per il trasporto di gesso (*);
- circa 95 navi da 5.000 t per il trasporto di ceneri (*).

(*). E' possibile che alcuni dei trasporti di gesso e ceneri siano eseguiti con naviglio più grande (circa 20.000 t di stazza) con destinazione per gli Stati Uniti.

Delle circa 75 navi di carbone in arrivo circa 25 saranno interamente destinate a Porto Tolle e verranno completamente scaricate, mentre circa 50 navi verranno alleggerite (allibate) al 50% per poi proseguire con destinazione Fusina-Marghera.

Le chiatte fluvio-marine da e per Porto Tolle saranno progettate e costruite ad hoc in modo da garantire il massimo tonnelloaggio nel rispetto:

- dell'assenza di polverosità durante il trasporto (stive chiuse);

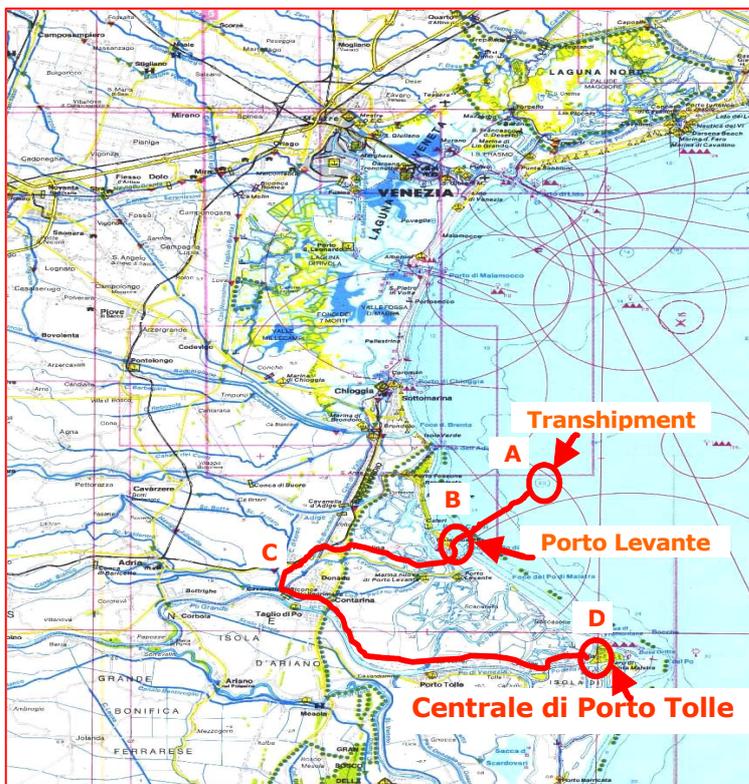
- della navigabilità in mare;
- dei limiti di pescaggio;
- delle caratteristiche geometriche della conca di Volta Grimana (unica conca che si incontra nel percorso da Porto Levante a Porto Tolle che ha dimensioni di 240 m x 24m);
- dell'incrocio con altre chiatte o diverse imbarcazioni lungo il percorso.

Le chiatte fluvio-marine saranno del tipo autopropulso con 2 "azimut truster" a poppa e 1 "bow truster" a prora che permettono manovre complesse in specchi d'acqua ristretti. Le chiatte fluvio-marine avranno dimensioni esterne indicative di circa 100 m x 17 m, con pescaggio di circa 2,5 m, per una capacità di trasporto complessiva di circa 3.000 t di carbone. La larghezza delle chiatte sarà comunque compresa tra i 15 e i 19 m e la lunghezza rispettivamente tra i 110 ed i 90m.

Da quanto sopra detto, considerando chiatte da 3.000 t, ne discende che per assicurare il trasferimento dei materiali da e per Porto Tolle saranno necessari circa 7 trasporti/giorno ripartiti su 300 giorni/anno.

Dal punto di vista della riduzione dell'impatto ambientale, le chiatte saranno dotate di:

- silenziatori per il contenimento delle emissioni acustiche;
- stive dotate di copertura per il contenimento della polverosità indotta dall'effetto del vento e delle piogge;
- proprio scaricatore continuo a nastro per trasferire il carico direttamente alla tramoggia di banchina.



Le chiatte fluvio-marine, una volta caricate, percorrono il tratto di mare compreso tra l'area di "transhipment" fino alla foce del Po di Levante, entrano dalla foce stessa e discendono il canale fino alla conca di Volta Grimana, che mette in comunicazione il Po di Levante con il ramo principale del fiume Po. La chiatte, quindi, prosegue lungo il fiume fino alla Centrale di Porto Tolle. E' questa la soluzione base di progetto per la logistica.

Sono state analizzate anche soluzioni alternative al percorso delle chiatte fluvio-marine sopra descritto. Tali soluzioni alternative sono le seguenti:

- accesso alla centrale attraverso i rami terminali del Po di Venezia;
- accesso alla centrale tramite la direttrice Laguna di Barbamarco – Busa di Tramontana;
- accesso alla centrale attraverso la Sacca del Canarin.

Tutte le soluzioni alternative studiate riducono il percorso che le chiatte fluvio-marine devono effettuare per arrivare in centrale a pochi chilometri, con un innegabile vantaggio sotto diversi aspetti.

La logistica dei materiali sulle vie d'acqua (dalla nave "storage" fino alla darsena di centrale) sia nel percorso base di progetto che nelle alternative proposte è stata oggetto di uno studio specifico volto alla analisi di fattibilità. Lo studio è stato curato dai Prof. Ing. Luigi D'Alpaos e Prof. Ing. Giuseppe Matteotti dell'Università di Padova (vedi **allegato 3.2.3.4./I** allo Studio d'Impatto Ambientale "Valutazione degli aspetti legati alla navigazione ed all'impatto ambientale della soluzione individuata per la logistica funzionale al progetto di conversione a carbone della Centrale Enel di Porto Tolle").

Di seguito si riportano le conclusioni dello studio:

"Alla luce delle analisi condotte, tra le direttrici esaminate che consentono la movimentazione via acqua e lo stoccaggio dei materiali solidi necessari al funzionamento della centrale Enel di Porto Tolle o prodotti dal suo esercizio, le soluzioni che sembrano di più agevole realizzazione sono quelle che consentono di accedere all'impianto:

- *attraverso la laguna di Barbamarco;*
- *lungo il percorso Laguna La Vallona – Po di Levante – conca di Volta Grimana – Basso corso del Po.*

La prima soluzione indicata ha l'indubbio vantaggio di permettere un collegamento in tempi brevi tra la centrale e la nave "storage" ancorata al largo, destinata ad accogliere sia le materie prime necessarie al funzionamento dell'impianto, sia i prodotti solidi della combustione. Per garantire la navigabilità delle vie d'acqua interessate sarebbe, tuttavia, necessario attuare alcuni interventi che richiedono, tra l'altro, di realizzare una nuova opera di presidio del collegamento esistente tra la Laguna di Barbamarco e la Busa di Tramontana e un sia pur modesto prolungamento verso mare dei moli foranei, che già attualmente presidiano la bocca sud della laguna stessa.

Non volendo incidere in alcun modo sull'ambiente con nuove opere, allo stato attuale si ritiene preferibile, come direttrice di collegamento tra la nave "storage" e la centrale, la seconda soluzione, che consente di raggiungere l'impianto termoelettrico seguendo un tracciato più lungo, ma che ha l'indubbio vantaggio di permettere l'esercizio della centrale senza eseguire alcuna nuova opera per garantire alle chiatte fluvio-marittime la navigabilità delle vie d'acqua percorse.

L'analisi dettagliata di tale soluzione per alcuni rilevanti aspetti idraulici, marittimi e della pianificazione e sviluppo del trasporto acqueo, porta a formulare le seguenti osservazioni:

- *Il traffico necessario per sostenere l'esercizio a regime della centrale, di circa 6-7 chiatte fluvio-marittime al giorno, è pienamente compatibile con l'attuale trasporto fluviale lungo le vie d'acqua interessate dalla soluzione. Esso è anche ampiamente compatibile con le previsioni di sviluppo del trasporto acqueo lungo le direttrici Po di Levante – Conca di Volta Grimana, Conca di Volta*

Grimana – Canale di Valle – Porto di Chioggia, Conca di Volta Grimana – Canalbianco – Tartaro – Fissero. Interferenze di scarso rilievo sono ipotizzabili tra il traffico delle chiatte da e per la centrale e il traffico turistico, che interessa prevalentemente i fine settimana ed è assoggettato al preciso vincolo regolamentare di dare in ogni caso la precedenza alle manovre delle imbarcazioni ad uso commerciale.

- *Lo studio del moto ondoso in corrispondenza del paraggio di mare in cui staziona le nave "storage" indica il superamento delle altezze d'onda massime compatibili con la navigazione delle chiatte fluvio-marittime (1 m di altezza) per un periodo di tempo limitato (45 giorni all'anno), compatibile con le necessità dell'esercizio della centrale, che prevede un'agibilità della direttrice navigabile per almeno 300 giorni all'anno.*
- *Nel trasferimento sottocosta del moto ondoso non si riscontrano effetti di amplificazione delle altezze d'onda. Il limite sopra indicato, pertanto, vale anche per l'agibilità della bocca di Porto Levante, e del canale lagunare che la collega al Po di Levante, che possono essere superati dalle chiatte in navigazione senza apprezzabili scostamenti dalla rotta prestabilita, anche nelle situazioni in cui il moto ondoso si sovrappone con i suoi effetti alle correnti di marea di maggiore intensità.*
- *Il trasporto solido sostenuto dalle correnti costiere durante le mareggiate più intense non comporta processi di interrimento della bocca di Porto Levante tali da pregiudicare la navigazione. Le correnti di marea attraverso la bocca sono naturalmente in grado di mantenere fondali superiori a circa 4 m, sufficienti per la navigazione delle chiatte da e per la centrale. Tantomeno questi fenomeni sono da temere se si considera che i fondali della bocca e del canale lagunare, che ad essa si collega, sono mantenuti a 5 m con periodiche operazioni di dragaggio da parte del COVNI.*
- *Gli stati idrometrici minimi e le velocità massime che si stabiliscono lungo il Po di Levante e il Basso corso del Po a valle di Volta Grimana garantiscono, in generale, la navigabilità a due vie lungo quasi tutta la direttrice di collegamento prescelta tra la nave "storage" e la centrale. Adottando per le chiatte una larghezza di 15 m, in attraversamento alla laguna La Vallona e lungo il Po di Levante si segnalano solo alcuni tratti, peraltro di lunghezza limitata, lungo i quali è opportuno predisporre adeguati controlli segnaletici e navigare ad una sola via. Alla migliore messa a punto di tali controlli potrà giovare la gradualità prevista per la riconversione dei quattro gruppi termici della centrale che, nei tempi iniziali, richiederà un traffico più ridotto, con un minor numero di chiatte in navigazione a servizio dell'impianto.*
- *In un tratto del corso del Po subito a valle della Conca di Volta Grimana, per garantire la navigazione delle chiatte è necessario prevedere periodiche operazioni di dragaggio su di una lunghezza di alcune centinaia di m, allargando la naturale configurazione delle sezioni. Si tratta, tuttavia, di un intervento modesto, eseguibile con criteri compatibili con la tutela dell'ambiente fluviale e senza sostanzialmente alterare il regime del trasporto solido lungo il corso d'acqua. A tale fine è sufficiente che i materiali scavati non vengano asportati, ma siano ridepositati lateralmente al canale di magra in opportune piazze di accumulo, per essere poi rimaneggiati dalle maggiori portate fluenti e trasferiti verso valle.*

Emerge in definitiva dal complesso delle analisi condotte nello studio e dalle considerazioni qui sinteticamente riassunte, l'idoneità della soluzione proposta per collegare via acqua la centrale di Porto Tolle alla nave "storage" destinata a sostenerne la riconversione a carbone".

Ampliamento della darsena in centrale

Il precedente progetto di trasformazione ad Orimulsion prevedeva già un ampliamento della darsena per consentire l'attracco contemporaneo di due chiatte.

Nel nuovo progetto di conversione a carbone la darsena esistente deve essere ulteriormente allargata al fine di consentire l'attracco contemporaneo di 3 chiatte in configurazione 2+1.

La darsena sarà attrezzata come segue:

- la prima banchina, lunga circa 250 m, sarà dedicata all'accosto contemporaneo di due chiatte in serie. La banchina sarà attrezzata con tramogge di scarico e due nastri di banchina; il primo da circa 2.500 t/h funzionale allo scarico e al trasferimento del carbone, il secondo da circa 1.000 t/h per lo scarico e il trasferimento del calcare;
- la seconda banchina, lunga circa 120 m, per l'accosto di una chiatta dedicata al gesso ed alle ceneri. Tale banchina sarà dotata di un caricatore continuo per gessi e ceneri ad umido da 800 t/h.

Su entrambe le banchine saranno realizzate le vie di corsa (binari) per il macchinario di movimentazione dei solidi.

Le banchine saranno collegate con la centrale attraverso tre nastri in gomma, due dedicati al trasferimento rispettivamente del carbone e del calcare verso i depositi di centrale, il terzo per il trasferimento di gesso e ceneri umidificate dai depositi in centrale verso la banchina per il successivo caricamento sulle chiatte.

I sistemi di carico e scarico e i nastri di trasferimento prevedono l'adozione delle migliori tecnologie disponibili sul mercato per il contenimento della diffusione di polveri nell'ambiente, ampiamente referenziate, quali:

- progettazione delle apparecchiature e dei componenti (es. geometria delle tramogge, etc.) volta ad evitare la dispersione delle polveri nell'ambiente circostante;
- utilizzo di nastri trasportatori chiusi e in depressione;
- utilizzo di impianti di nebulizzazione ad acqua, oppure sbarramenti ad aria forzata, nelle tramogge e nei punti di caricamento e/o smistamento dei nastri, unitamente alla loro depressurizzazione;
- ottimizzazione della gestione delle modalità operative.



2.9.4 Le linee elettriche

Per l'immissione in rete dell'energia prodotta dalle quattro sezioni verranno riutilizzate la stazione elettrica adiacente all'impianto e le due linee a 380 kV a doppia terna che la collegano alla rete nazionale attraverso le stazioni elettriche di Dolo, Adria, Ravenna Canala e Forlì.

2.9.5 Opere a completamento

A completamento degli interventi di conversione a carbone, dovranno inoltre essere realizzate le seguenti opere:

- risistemazione della rete drenaggi, fognaria e viaria (strade e piazzali);
- intervento di mitigazione a verde, con la messa a dimora di idonee alberature, delle aree dismesse.

3 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1 GENERALITA'

Il progetto di conversione a carbone delle quattro unità costituenti la Centrale termoelettrica di Porto Tolle prevede la realizzazione di quattro nuove caldaie *ultrasupercritiche* da 660 MWe alimentate a carbone polverizzato, in sostituzione delle quattro esistenti di analoga potenza che verranno demolite. Su due delle nuove 4 sezioni sarà possibile inoltre l'impiego di biomasse in co-combustione con il carbone nella percentuale in energia da biomassa del 5%, utilizzando biomassa prodotta localmente da produttori terzi, per un consumo annuo fino a circa 350.000 t di biomassa.

Le aree oggetto delle modifiche sono indicate nella **planimetria n. PO0.0000.DIA.ATSV.P403**, mentre nella **planimetria n. PO0.0000.DIA.ATSV.P404** sono riportate le soluzioni impiantistiche adottate. Il **disegno n. PO0.0000.DIA.ATSV.P405** mostra invece le aree che saranno utilizzate per il cantiere. Le viste e le sezioni di impianto relative alle nuove apparecchiature sono illustrate nel **disegno n. PO0.0000.DIA.ATSV.P406**. Tutte le modifiche citate saranno realizzate interamente in aree di proprietà dell'Enel.

I **disegni dal n. PO0.0000.DIA.ATSV.P410 al P414**, mostrano le viste prospettiche dell'impianto nella attuale configurazione ed in quella futura con evidenziazione delle opere da demolire (rappresentate in giallo) e quelle di nuova realizzazione (rappresentate in celeste).

I **disegni dal n. PO0.0000.DIA.ATSV.P415 al P418** mostrano le simulazioni di inserimento paesaggistico da diversi angoli di visuale, mentre i **disegni dal n. PO0.0000.DIA.ATSV.P419 al P421** rappresentano le viste di assieme architettonico del futuro impianto.

Per gli interventi di conversione a carbone della centrale di Porto Tolle l'Enel ha voluto prevedere le "migliori tecnologie disponibili" (Best Available Techniques) sviluppatasi recentemente come "Tecnologia del carbone pulito", seguendo due direttrici fondamentali:

- miglioramento delle prestazioni grazie allo sviluppo tecnologico soprattutto nel settore dei nuovi materiali idonei a resistere ad alte temperature e pressioni, e all'ottimizzazione dei cicli termici. Ciò consente di bruciare meno carbone a parità di energia termica prodotta riducendo pertanto la portata dei fumi, la CO₂ emessa nonché i rilasci termici alla sorgente fredda (mare);
- attraverso cospicui investimenti in impianti di trattamento fumi ad alta efficienza di abbattimento, con i quali è possibile ridurre drasticamente le concentrazioni di SO₂, NO_x e polveri rilasciate all'atmosfera a valori sensibilmente inferiori a quelli imposti dalle più recenti normative, su una portata di fumi già ridotta grazie al miglioramento delle prestazioni di cui al punto precedente.

Sono previste in particolare:

- caldaie con parametri di processo (pressione SH, temperatura SH e RH) superiori a quelli oggi in uso in modo da ottenere elevati rendimenti netti globali di impianto (circa 45% nei paesi mediterranei) e quindi un notevole risparmio di combustibile (dal 20% al 25%) ed una notevole corrispondente riduzione di

CO₂ rispetto agli impianti convenzionali a carbone (che presentano un rendimento netto di circa il 36÷38%);

- sistemi di denitrificazione catalitica dei fumi (DeNOx) ad elevata efficienza per l'abbattimento degli ossidi di azoto (NOx) (abbattimento di circa l'85% degli NOx in uscita caldaia);
- sistemi di filtrazione innovativi (filtri a manica) che consentono di abbattere il 99,9% delle polveri prodotte in caldaia;
- sistemi di desolforazione dei fumi ad alta efficienza per l'abbattimento degli ossidi di zolfo (SO₂) (abbattimento di circa il 97% della SO₂ in uscita caldaia);
- movimentazione e stoccaggio del carbone con strutture completamente chiuse, depressurizzate ed automatizzate; trasporto carbone e ceneri, calcare e gesso (questi ultimi come reagenti e prodotti degli impianti di desolforazione) con nastri in condotti depressurizzati. Tali accorgimenti, oltre ad impedire qualsiasi dispersione in atmosfera delle polveri, migliorano contestualmente l'inserimento ambientale della centrale;
- l'adozione di un impianto di cristallizzazione delle acque di spurgo del desolforatore consente il recupero completo di tali acque che pertanto non costituiscono un effluente liquido di scarto dell'impianto.

Le figure seguenti mostrano la simulazione 3D dell'impianto esistente con evidenziate in giallo le demolizioni necessarie alla conversione a carbone e la simulazione 3D dell'impianto dopo la conversione a carbone, con evidenziate in azzurro le nuove opere.



Simulazione 3D impianto esistente



Simulazione 3D impianto dopo conversione a carbone

3.2 CARATTERISTICHE FUNZIONALI

Lo schema funzionale delle unità dopo conversione a carbone è riportato nel **disegno POO.0000.TIL.ATSV.P308**. Esso si caratterizza per gli alti valori della temperatura, in uscita caldaia, del vapore principale (604 °C) e del vapore risurriscaldato (612 °C) e per i nuovi sistemi di preriscaldamento dell'acqua di alimento prima dell'ingresso in caldaia.

L'aumento della temperatura del vapore in uscita dalla caldaia comporta necessariamente la sostituzione delle turbine a vapore e l'implementazione del ciclo rigenerativo di alta pressione (aggiunta di due preriscaldatori per ciascuna sezione). Saranno inoltre riutilizzate le seguenti apparecchiature/opere esistenti:

- condensatore e circuito di raffreddamento;
- opere di presa e di restituzione;
- pompe dei cicli rigenerativi di alta e bassa pressione;
- possibile riutilizzo di alcuni scambiatori e tubazioni del ciclo rigenerativo;
- impianto trattamento condensato;
- generatore elettrico, trasformatori elevatori ed altre apparecchiature elettriche ausiliarie;
- stazione elettrica e linee ad alta tensione;
- n.3 serbatoi da 100.000 m³ (di cui due per Olio Combustibile Denso ed uno per acqua industriale);
- sala macchine, due edifici ausiliari, due edifici compressori, uffici, officine, magazzini e portineria.

Riassumendo, i nuovi componenti del processo produttivo, realizzati secondo le più avanzate tecnologie insieme alle più elevate caratteristiche del vapore consentono di incrementare il rendimento dell'unità. In particolare si evidenziano per ciascuna sezione i seguenti dati:

- potenza elettrica lorda ai morsetti degli alternatori 660 MWe;
- potenza elettrica netta 634 MWe;
- rendimento netto 44,6 %.

Nella **tabella III** sono riportate le caratteristiche tecniche dell'impianto e dei componenti principali nel nuovo assetto.

Nella **tabella IV** è riportato il bilancio generale di massa nel nuovo assetto.

Nella **tabella V/a** sono riportati i dati caratteristici d'impianto nella situazione attuale e dopo gli interventi di conversione a carbone.

Nella **tabella V/b** sono invece riportati i valori di effluenti ed emissioni nella situazione attuale e dopo interventi di di conversione a carbone.

3.3 PRINCIPALI INTERVENTI PREVISTI DAL PROGETTO

Sono di seguito riportati i principali interventi di modifica previsti dal nuovo progetto:

- installazione di quattro caldaie (una per ogni sezione) *ultrasupercritiche* alimentabili a polverino di carbone, complete di bunker, mulini carbone, riscaldatori rigenerativi dell'aria comburente e sistemi di combustione a bassa formazione di NOx;
- sostituzione di 4 turbine esistenti da 660 MWe con 4 nuove turbine di analoga potenza idonee per ciclo ultrasupercritico;
- Installazione su ognuna delle quattro sezioni di 2 nuovi preriscaldatori AP dell'acqua alimento da aggiungere agli attuali, completi di tubazioni del vapore di spillamento e di tubazioni drenaggi;
- rifacimento delle tubazioni del vapore principale e del vapore risurriscaldato di collegamento tra caldaie e turbine a vapore;
- interventi di sostituzione sulle tubazioni e sulle apparecchiature afferenti al ciclo termico;
- interventi secondari di abbattimento degli NOX mediante installazione su ciascuna delle quattro nuove sezioni di un sistema di denitrificazione catalitica dei fumi (DeNOx), in uscita economizzatore di caldaia;
- installazione di un sistema di depolverazione dei fumi mediante l'installazione di un filtro a manica su ciascuna delle quattro nuove sezioni, per l'abbattimento delle polveri;
- installazione su ciascuna delle quattro nuove sezioni di un sistema di desolforazione dei fumi (DeSOx) del tipo calcare/gesso, con relativi ausiliari elettrici e meccanici inseriti all'interno dell'edificio assorbitore;
- ampliamento della darsena esistente per realizzare due banchinamenti per attracco contemporaneo di 3 chiatte fluvio-marine; Le banchine saranno attrezzate per lo sbarco del carbone e del calcare e per il carico del gesso e delle ceneri e saranno collegate ai rispettivi depositi di centrale;
- realizzazione degli impianti idonei allo scarico, al trasporto, allo stoccaggio, alla ripresa e alla macinazione del carbone;
- realizzazione degli impianti idonei allo scarico, al trasporto e allo stoccaggio del calcare in pezzatura;
- realizzazione di torri per gli impianti di movimentazione dei solidi;
- realizzazione di un impianto per la macinazione del calcare;
- realizzazione di un impianto di preparazione e dosaggio della sospensione di calcare;
- realizzazione di un impianto di filtrazione della sospensione di gesso, con relativo impianto di stoccaggio, movimentazione e sistemi di carico delle chiatte fluvio-marine;
- installazione degli impianti per la produzione dell'ammoniaca, tramite dissoluzione di urea solida, per l'esercizio dei denitrificatori catalitici;
- realizzazione di un nuovo Impianto Trattamento Spurghi DeSOx a scarico zero, mediante installazione di un sistema di evaporazione/cristallizzazione;
- realizzazione di un impianto per il pretrattamento dell'acqua grezza prelevata da fiume Po destinata a coprire i fabbisogni aggiuntivi della desolforazione;

- realizzazione di un impianto di produzione di acqua industriale ad osmosi inversa, destinata a coprire i fabbisogni aggiuntivi della desolforazione, da utilizzarsi nel periodo estivo in presenza di cuneo salino;
- realizzazione di sistema di estrazione delle ceneri dai filtri a manica e di nuovi sili di raccolta, completi di impianto di trasferimento alla banchina.

E' prevista l'esecuzione delle seguenti opere civili:

- ampliamento della darsena esistente per realizzare due banchinamenti per attracco contemporaneo di 3 chiatte fluvio-marine;
- movimentazioni e sistemazioni di terreno nelle aree di intervento interessate dalle nuove installazioni;
- fondazioni e sottofondazioni per le caldaie, per i DeNOx, per i filtri a manica, per l'impianto DeSOx e per i ventilatori indotti, tramite realizzazione di nuovi pali, travi, pilastri e platee di fondazione;
- realizzazione di un nuovo piazzale in rilevato armato nell'area degli impianti di desolforazione alla stessa quota del piazzale caldaie esistente;
- fondazioni dei carbonili a "dome" per lo stoccaggio del carbone, del capannone gesso, dei sili calcare, dei sili ceneri e dell'impianto disidratazione gesso;
- fondazioni per le macchine di messa a parco e ripresa da parco poste all'interno dei carbonili;
- fondazioni dell'impianto di macinazione del calcare;
- realizzazione di torri di smistamento carbone, calcare, gesso e ceneri e relativi impalcati di sostegno dei ponti nastro e relative opere fondazionali;
- realizzazione del parco per stoccaggio delle biomasse (in forma di cippato) e relativo sistema di movimentazione;
- realizzazione dell'impianto di macinazione delle biomasse e del sistema di alimentazione alle caldaie;
- realizzazione di "pipe-rack" di sostegno per tubazioni, cavi e condotti fumo;
- fondazioni per l'area di stoccaggio e deposito dei container di urea;
- opere civili del sistema di pretrattamento degli spurghi DeSOx e fondazioni dell'impianto evaporazione/cristallizzazione;
- fondazioni per l'impianto di produzione dell'acqua industriale;
- estensione delle reti fognarie;
- nuova viabilità interna alla centrale;
- ampliamento dell'attuale rilevato in terra compreso tra la palazzina uffici ed i serbatoi olio combustibile del parco Sud, funzionale alla stabilizzazione del terreno fondazionale per i nuovi carbonili a "dome".

3.3.1 Strutture esistenti non riutilizzate

La conversione a carbone della Centrale di Porto Tolle prevede la disattivazione e quindi la demolizione o lo smontaggio per il recupero delle seguenti apparecchiature, in quanto non più utilizzate nel nuovo impianto:

- caldaie delle 4 sezioni;
- ventilatori aria, riscaldatori rigenerativi aria/gas (LJ), riscaldatori aria/vapore (RAV), condotti aria e condotti fumi e carpenterie di sostegno;

- turbine a vapore e parte del ciclo rigenerativo;
- precipitatori elettrostatici delle quattro sezioni, compreso l'impianto di evacuazione delle ceneri e i silos di stoccaggio;
- vasche di accumulo fanghi e ceneri da nafta;
- stazioni di scarica olio combustibile da autobotti;
- n° 4 serbatoi olio combustibile (OCD) da 100.000 m³ ciascuno, situati al Parco Sud, compresa la demolizione di tutte le tubazioni afferenti (collettori di caricamento, travaso e aspirazione del combustibile, collettori antincendio, vapore ausiliario, etc.) e dei bacini di contenimento;
- n° 2 serbatoi olio combustibile (OCD) da 50.000 m³ ciascuno, situati al Parco Nord, compresa la demolizione di tutte le tubazioni afferenti (collettori di caricamento, travaso e aspirazione del combustibile, collettori antincendio, vapore ausiliario, etc.) e dei bacini di contenimento;
- trasformatori di unità e TAG delle 4 sezioni.

3.4 DESCRIZIONE DEI PROCESSI E DEL MACCHINARIO PRINCIPALE

3.4.1 Generalità

Il processo principale comprende il macchinario principale (caldaia, turbina a vapore e condensatore) e i sistemi ad esso strettamente correlati (alimentazione aria, circuito combustibili, etc.), dei quali si fornisce una breve descrizione.

3.4.2 Alimentazione combustibili e aria comburente

Le nuove sezioni costituenti la Centrale di Porto Tolle saranno alimentate a carbone.

E' possibile inoltre l'impiego di biomasse in co-combustione con il carbone nella percentuale in energia da biomassa del 5%, su 2 sezioni di impianto, utilizzando biomassa prodotta localmente.

La co-combustione carbone-biomassa sarà possibile su due sole sezioni termoelettriche per un consumo annuo di circa 350.000 t di biomassa.

Il carbone che alimenta le caldaie viene estratto da ciascun bunker giornaliero di alimentazione dei singoli mulini (in totale ci saranno circa 20 bunker – 5 per ogni caldaia - da circa 800 t ciascuno) attraverso il proprio alimentatore, che ne regola il flusso in funzione del carico della caldaia e lo invia al mulino. Il mulino polverizza il carbone e lo riduce alla finezza ottimale per poter bruciare rapidamente e completamente. Per essere macinato, trasportato e bruciato, il carbone viene essiccato e riscaldato nel mulino stesso con un flusso di aria calda (aria primaria). L'aria asporta il polverino prodotto e provvede anche al trasporto in tubazioni a ciascun singolo bruciatore.

L'aria primaria è fornita al mulino da un ventilatore centrifugo la cui aspirazione è collegata alla condotta dell'aria secondaria a valle dei preriscaldatori rigenerativi (Ljungstroem). Una condotta di aria fredda prelevata sulla mandata dei ventilatori aria (VA) effettua l'atterramento dell'aria calda sull'aspirazione del ventilatore dell'aria primaria, regolando così la temperatura del polverino in uscita dal mulino. L'aria comburente (aria secondaria) viene prelevata dall'ambiente mediante i ventilatori aria (VA) e inviata in caldaia dopo essere stata preriscaldata prima dai riscaldatori aria-vapore (RAV) e successivamente dai preriscaldatori rigenerativi aria-gas (Ljungstroem).

La biomassa estratta dai sili giornalieri sarà distribuita ai propri mulini per essere tritata. Il materiale, ridotto dal mulino alla granulometria richiesta per ottimizzare la combustione, sarà estratto con un sistema pneumatico e convogliato ad una tramoggia, dotata di ciclone separatore, che avrà la funzione di separare l'aria di trasporto dal cippato tritato; l'aria, dopo il necessario filtraggio, sarà espulsa in atmosfera, mentre la biomassa fine sarà estratta dalla tramoggia con un sistema di coclee che alimenteranno le rotocelle di dosaggio e alimentazione in caldaia, su bruciatori dedicati alle biomasse.

Le rotocelle immetteranno la biomassa in una tubazione nella quale una soffiante provvederà a fornire la necessaria corrente d'aria per il trasporto ai bruciatori delle biomasse.

La portata che dovrà essere garantita da ciascuna linea pneumatica sarà di circa 30 t/h.

Per le sole fasi di avviamento delle nuove caldaie, sarà utilizzato l'olio combustibile, inoltre, limitatamente alle sole fasi di accensione delle sezioni termoelettriche, verranno utilizzate modeste quantità di gasolio.

3.4.3 Caldaia e sistema di combustione

Le quattro nuove sezioni saranno equipaggiate con generatori di vapore (caldaie) per ciclo termico ultrasuper critico a circolazione forzata. Per le fasi di avviamento è previsto un circuito ausiliario interno alla caldaia, con separatore di vapore e pompa di ricircolo. La caldaia sarà del tipo bilanciato (camera di combustione in leggera depressione) dotata di DeNOx con relativo by-pass e riscaldatori rigenerativi aria-fumi.

I bruciatori, del tipo a bassa produzione di NOx, saranno dotati di rilevatore di fiamma, torcia di accensione a gasolio, regolazione automatica della portata dell'aria e sistema di controllo e protezione.

3.4.4 Circuito fumi

Gli esistenti condotti fumi saranno completamente demoliti e ricostruiti per permettere l'inserimento del sistema di denitrificazione catalitica, dei filtri a manica, dei ventilatori indotti e del by-pass DeSOx. Il sistema di desolfurazione dei fumi sarà installato, in planimetria, oltre la ciminiera nell'area libera tra la stessa e l'opera di restituzione delle acque di raffreddamento.

Il sistema di denitrificazione catalitica (SCR) sarà posizionato nel circuito fumi in posizione "high-dust", cioè inserito a valle dell'economizzatore e prima dei nuovi riscaldatori rigenerativi.

Il processo di abbattimento del denitrificatore si basa sulla reazione chimica fra NOx, ammoniaca (NH₃) e ossigeno a formare azoto molecolare e acqua, in presenza di opportuni catalizzatori.

A valle del DeNOx i fumi attraverseranno il nuovo scambiatore rigenerativo dove saranno raffreddati a spese dell'aria comburente prima di giungere ai nuovi filtri a manica per l'abbattimento del particolato solido. I ventilatori indotti saranno posizionati a valle dei filtri a manica e avranno la funzione di bilanciare la caldaia e fornire la prevalenza ai fumi per compensare le perdite di carico del successivo sistema di desolfurazione dei fumi. Il desolfatore ad umido consiste in una torre di assorbimento dove i fumi, dopo essere stati lavati e saturati con acqua, reagiscono con una soluzione acquosa di calcare. Nella reazione all'interno della torre di assorbimento si forma solfito di calcio, che viene ossidato a solfato di calcio bi-idrato (gesso) mediante insufflaggio di aria nella parte inferiore della torre. All'ingresso e all'uscita del sistema di desolfurazione sarà installato uno scambiatore a tubi ("zero leakage"), con la funzione di trasferire parte del calore, attraverso un fluido intermedio, dai fumi grezzi a quelli desolforati.

3.4.5 Vapore principale, turbina a vapore e alternatore

Le quattro nuove turbine a vapore (una per ciascuna sezione) saranno costituite ciascuna da 4 cilindri (AP, MP, BP1 e BP2) disposti su un unico asse. I nuovi corpi di AP, MP, BP1 e BP2, compatibili con le nuove e più alte temperature del vapore surriscaldato e risurriscaldato, saranno caratterizzati da:

- elevatissimi rendimenti di espansione (sarà raggiungibile il 96% contro il 90% di oggi);
- ridotte perdite allo scarico mediante adozione di palette ultimo stadio di BP di lunghezza elevata ($\geq 43''$).

Il vapore surriscaldato prodotto dalla caldaia, alla temperatura di circa 604°C e alla pressione di circa 257 bar, viene inviato al corpo di alta pressione della turbina a vapore

per poi rientrare in caldaia per subire un risurriscaldamento fino alla temperatura di 612°C e ritornare al corpo di media pressione. Il vapore, in uscita dal corpo di MP, viene inviato ai due semicorpi di BP attraverso una tubazione di grande diametro ("cross over") e da questi scaricato nel condensatore dove viene raffreddato, condensato e raccolto nel pozzo caldo dal quale viene rimesso in ciclo.

La turbina a vapore sarà accoppiata all'esistente alternatore da 750 MVA di costruzione TIBB a due poli, raffreddato ad acqua demineralizzata (avvolgimento statorico) e idrogeno (avvolgimento rotorico).

La tensione di 20 kV in uscita, viene elevata a 400 kV da due trasformatori esistenti della potenza di 370 MVA ciascuno, collegati in parallelo.

3.4.6 Condensatore e sistema di estrazione condensato

I quattro esistenti condensatori saranno riutilizzati.

Il vapore in uscita da ciascuna turbina, alla pressione di 0,042 bar assoluti, lambisce la superficie esterna dei fasci tubieri, cede il calore e condensa. Come conseguenza della più alta efficienza dell'unità, il calore scaricato alla sorgente fredda risulterà ridotto.

Il condensatore è collegato agli scarichi dei corpi BP della turbina mediante due colli indipendenti che fanno capo ad un'unica camera vapore. Dal lato acqua di circolazione il condensatore è del tipo ad un solo passaggio, suddiviso in due sezioni indipendenti, al fine di permettere il fuori servizio di metà dei fasci tubieri, per le operazioni di pulizia e ispezione.

Il condensato raccolto nel pozzo caldo del condensatore di ciascuna sezione viene inviato mediante le esistenti pompe di estrazione al sistema di trattamento e successivamente al ciclo rigenerativo di bassa pressione.

Sarà riutilizzato il sistema di trattamento del condensato, costituito da un sistema di filtri per la filtrazione meccanica e da tre letti misti per la deionizzazione del condensato, con annessi circuiti di rigenerazione.

Il circuito rigenerativo di BP (esistente) è costituito da quattro scambiatori di BP disposti su due linee in parallelo con unica linea di by-pass, sistemati a coppia nei due colli del condensatore e dal degasatore (esistente) che consiste in uno scambiatore a miscela che oltre alla funzione degasante fornisce un adeguato battente alle pompe di alimento.

3.4.7 Ciclo acqua alimento

L'acqua in uscita dal degasatore sarà inviata, tramite l'esistente pompa di alimento, al circuito rigenerativo di alta pressione costituito da 6 scambiatori esistenti e da 2 nuovi scambiatori: il nuovo circuito pertanto sarà dotato di 8 scambiatori AP disposti su due file con una unica linea di by-pass. L'acqua di alimento in uscita dal circuito giunge all'economizzatore della nuova caldaia alla temperatura di circa 310°C.

3.4.8 Il sistema di raffreddamento della centrale

Sarà riutilizzato l'esistente sistema di raffreddamento. L'acqua di raffreddamento dei condensatori sarà prelevata e scaricata, con apposite opere di presa e di scarico attraverso canali sezionabili da paratoie, sia dal fiume (Po di Pila) che dal mare (Sacca del Canarin), secondo le modalità previste dal Disciplinare del Ministero dei Lavori Pubblici del 30 aprile 1981, in base al regime idraulico del Po.

Come evidenziato, il nuovo ciclo termico, grazie al miglior rendimento previsto (circa 44,6%), determina una diminuzione del carico termico scaricato al condensatore di circa

il 15%. Poiché la portata di acqua ai condensatori rimarrà invariata rispetto all'attuale prelievo (circa 80 m³/s per le quattro sezioni), si avrà una riduzione dell'incremento di temperatura dell'acqua allo scarico.

3.4.9 Il Sistema elettrico della centrale

Lo schema elettrico unifilare generale d'impianto è riportato nel **disegno n°PO0.2300.DIA.ATSV.P409**.

E' previsto il riutilizzo dei seguenti macchinari elettrici e delle seguenti principali apparecchiature:

- alternatori;
- trasformatori principali;
- montanti di macchina;
- attuale stazione elettrica con relative linee a 380 kV per il collegamento alla rete di trasmissione nazionale.

Per garantire l'alimentazione elettrica nel nuovo assetto di impianto si prevedono le seguenti attività:

- sostituzione dei trasformatori di unità (TU) da 30 MVA con nuovi trasformatori a doppio avvolgimento da 70/35/35 MVA in configurazione ONAF;
- implementazione del sistema di alimentazione elettrica delle utenze di sezione all'interno dell'esistente edificio ausiliari elettrici tramite adeguamento/realizzazione di nuovi quadri elettrici per le nuove utenze (mulini, ventilatori indotti, DeSOx, etc.);
- sostituzione dei trasformatori di avviamento generali (TAG) da 30MVA con nuovi trasformatori a doppio avvolgimento da 70/35/35 MVA in configurazione ONAF;
- implementazione del sistema di alimentazione elettrica delle utenze comuni di impianto (movimentazione carbone, filtrazione e movimentazione gesso, movimentazione e macinazione calcare, impianto ad osmosi inversa per la produzione di acqua industriale, impianto trattamento spurghi DeSOx, etc.), tramite adeguamento/realizzazione di nuovi quadri elettrici;
- realizzazione di un nuovo edificio ausiliari elettrici in area adiacente ai capannoni circolari di stoccaggio del carbone.

Trasporto dell'energia

Non sono previsti interventi di modifica nei sistemi di trasporto dell'energia elettrica. Per l'immissione in rete dell'energia prodotta dalle quattro unità di generazione verranno riutilizzati gli esistenti arrivi gruppo della stazione elettrica a 380 kV adiacente all'impianto.

3.4.10 Il sistema di automazione

Il progetto prevede la sostituzione degli attuali sistemi di automazione con un moderno sistema di controllo, protezione, supervisione e allarme, configurato per la gestione dell'impianto in ogni assetto di funzionamento previsto dal presente progetto preliminare. La conduzione dell'impianto avverrà da una unica sala manovre per le

quattro sezioni di impianto attraverso dispositivi d'interfaccia operatore di tipo informatizzato.

Il sistema di automazione sarà progettato come un sistema unico per l'intero impianto, integrando i sistemi di controllo ausiliari esterni allo scopo di gestire in maniera centralizzata dati, servizi e mantenendo al proprio interno la necessaria separazione logica e costruttiva fra le funzioni di protezione e controllo.

Il sistema avrà le opportune ridondanze in modo tale che il guasto di una delle singole parti non ne pregiudichi il corretto funzionamento. Adeguate funzioni di autodiagnostica verificheranno costantemente l'integrità dei componenti e, in caso di anomalia, si provvederà automaticamente alla commutazione sul componente di riserva, senza che l'impianto subisca variazioni di funzionamento apprezzabili. Nel caso di guasti non recuperabili immediatamente, il sistema porterà l'impianto in condizioni di funzionamento conservative o se necessario in fermata.

Il sistema di automazione realizzerà le funzioni di supervisione, allarme, regolazione, comando e protezione e sarà progettato per mantenere i parametri d'impianto, durante il funzionamento in regime stazionario e nel corso di transitori, entro i valori limite ammessi; la funzione di protezione, in modo indipendente dalla funzione di controllo, effettuerà la sorveglianza continua dei parametri di blocco fermando l'impianto, qualora necessario, per situazioni interne al macchinario, alle condizioni del processo o per cause derivanti dalla rete elettrica esterna.

Il sistema di automazione effettuerà inoltre:

- il controllo delle fasi di avviamento e fermata mediante l'utilizzo di sequenze automatiche;
- il monitoraggio continuo del macchinario in modo da segnalare all'operatore l'insorgenza di condizioni di funzionamento anomale (p.es. vibrazioni del macchinario rotante);
- il monitoraggio continuo degli inquinanti emessi al camino e delle immissioni al suolo per il controllo del rispetto dei limiti ambientali di legge.

Il sistema sarà, infine, dotato di capacità di archiviazione dei dati di esercizio e di elaborazione delle prestazioni e diagnostica del macchinario principale e del processo, sia per un utilizzo ottimale che per supporto agli interventi di manutenzione.

3.4.11 Sistemi di abbattimento degli inquinanti atmosferici

3.4.11.1 Desolforazione dei fumi (DeSO_x)

Il previsto impianto è dimensionato per il trattamento dei gas di combustione provenienti dai generatori di vapore alimentati a carbone con tenore di zolfo inferiore all'1%. Il sistema di assorbimento consiste in una torre dove una soluzione acquosa di calcare entra in contatto con il flusso di gas provenienti dalla caldaia. Tale tecnologia di base, consolidata in ambito internazionale, adotta sistemi di ultima generazione per massimizzare l'abbattimento di SO₂. Altri vantaggi significativi derivanti dall'impiego delle tecnologie più avanzate di desolforazione sono:

- manutenzioni ridotte e in ogni caso rivolte a strutture semplici;
- elevata efficienza di desolforazione;
- rimozione del particolato presente a valle dei filtri a manica;

- produzione di gesso con grado di purezza elevato e quindi idoneo a essere immesso sul mercato (qualità commerciale);
- considerevole risparmio di energia dovuto al basso consumo dei macchinari e alle basse perdite di carico.

Per ciascuna sezione i fumi in uscita dai filtri a manica sono convogliati attraverso ventilatori ad uno scambiatore a tubi a trafileamento nullo ("zero leakage"), avente la funzione di trasferire parte del calore, dai fumi grezzi a quelli desolforati.

Dopo aver attraversato lo scambiatore a tubi, i fumi grezzi, con minor contenuto termico, sono inviati ad una torre di assorbimento, nella quale, dopo essere stati saturati, reagiscono con la sospensione di calcare. Nella reazione all'interno della torre di assorbimento si forma solfito di calcio, che viene successivamente ossidato a solfato di calcio bi-idrato (gesso) mediante insufflaggio di aria. La sospensione di solfato di calcio bi-idrato viene estratta dall'assorbitore e inviata alla filtrazione, con produzione di gesso di qualità commerciale che viene stoccato in apposito capannone della capacità di circa 20.000 tonnellate. La filtrazione della sospensione avviene in un edificio dedicato, comune alle 4 sezioni termoelettriche. Il calcare con umidità 10%, proveniente dall'impianto di macinazione, viene riversato direttamente in 2 serbatoi dove avviene la dissoluzione con acqua. La sospensione calcarea quindi viene dosata, in quantità stechiometrica, agli assorbitori DeSOx. Lo spurgo continuo proveniente dall'assorbitore è inviato all'impianto di trattamento degli spurghi DeSOx, per essere successivamente recuperato nel ciclo dei desolforatori, mediante l'impianto di evaporazione/cristallizzazione. Dalla torre di assorbimento i gas desolforati, riscaldati dal calore ceduto dai fumi grezzi, vengono convogliati alla esistente ciminiera. Gli impianti di desolforazione dei fumi delle quattro sezioni termoelettriche sono realizzati nell'area compresa tra la ciminiera e il canale nel quale affiora l'opera di restituzione delle acque di raffreddamento.

Per ciascuna sezione, i principali componenti dell'impianto DeSOx sono:

- un condotto fumi per il convogliamento dei fumi grezzi in uscita dai nuovi filtri a manica verso la restante parte di impianto;
- i ventilatori indotti da installare a monte dell'impianto di desolforazione;
- i riscaldatori fumi a tubi posti a monte e valle dell'assorbitore con relative serrande in ingresso/uscita e di by-pass;
- l'impianto di saturazione e assorbimento, comprendente la torre di assorbimento vera e propria, le pompe e un serbatoio per il ricovero della sospensione comune per due sezioni;
- un condotto fumi per il convogliamento dei gas alla ciminiera;
- un sistema di comando, regolazione e controllo, integrato con le apparecchiature della nuova Sala Manovre.

Ciascun impianto di desolforazione sarà dotato di un edificio servizi, contenente i sistemi di ricircolo della sospensione, dei compressori aria di ossidazione e di estrazione della sospensione gessosa, nonché dei quadri di alimentazione elettrica e regolazione delle apparecchiature DeSOx.

3.4.11.2 Denitrificazione catalitica dei fumi (DeNOx)

Sono previsti impianti di abbattimento degli NOx mediante denitrificazione catalitica a valle di ciascuna caldaia. A tale scopo saranno installati quattro denitrificatori catalitici dei fumi, uno per ciascuna sezione termoelettrica. L'abbattimento finale degli NOx (NO+NO₂) sarà effettuato trattando i fumi, prima dell'uscita dalla caldaia attraverso il denitrificatore catalitico (SCR) in posizione "high-dust", cioè inserito a valle dell'economizzatore sulla parte discendente della caldaia, prima del Ljungstroem. Il processo di rimozione si basa sulla reazione chimica fra NOx, ammoniaca (NH₃) e ossigeno a formare azoto molecolare e acqua. La reazione suddetta, che richiederebbe elevate temperature, può avvenire alle temperature dei fumi in uscita dalla caldaia grazie alla presenza di opportuni catalizzatori costituiti da ossidi di vanadio, tungsteno e titanio, che hanno la loro massima efficienza catalitica nell'intervallo fra 320 e 400°C.

Essi sono inseriti a strati (normalmente 2 o 3) all'interno del reattore: l'efficienza di conversione richiesta varia generalmente in funzione degli NOx prodotti e cioè del combustibile utilizzato e delle caratteristiche della caldaia. La composizione e la geometria dei catalizzatori vengono ottimizzate per massimizzare la conversione degli NOx, minimizzando nel contempo l'indesiderata conversione dell'SO₂ in SO₃, anch'essa favorita da alcuni ossidi metallici presenti nel catalizzatore (particolarmente importante per i combustibili ad alto tenore di zolfo). L'ammoniaca necessaria alla reazione miscelata con aria viene iniettata in equicorrente ai fumi nel condotto di adduzione al reattore DeNOx. L'esigenza della completa e omogenea miscelazione fra fumi e corrente ammoniacale richiede lo sviluppo di modelli fluidodinamici per disegnare le griglie di iniezione dell'ammoniaca e le guide direzionali del flusso dei fumi nel reattore; per migliorare l'efficienza del DeNOx e ridurre al minimo lo "slip di ammoniaca".

L'unico contributo, infatti, nell'emissione al camino di ammoniaca è dovuto alla fuga ("slip") dell'ammoniaca utilizzata come reagente nel denitrificatore catalitico. La fuga di ammoniaca prevista a progetto a valle del reattore catalitico è inferiore a 1 ppm entro il primo anno di funzionamento e comunque sempre inferiore a 5 ppm. Le emissioni di ammoniaca al camino saranno dunque molto basse (qualche mg/Nm³) anche in considerazione del fatto che il desolfatore assorbe praticamente tutta la fuga prevista. Il dosaggio dell'ammoniaca è controllato attraverso misure della concentrazione degli NOx presenti nei fumi, sia in ingresso sia in uscita dal DeNOx, e ciò consente una ottimizzazione dell'ammoniaca iniettata con conseguente riduzione del corrispondente "slip". In sintesi, un sistema DeNOx efficiente deve assicurare:

- elevata efficienza di conversione degli NOx;
- bassi valori di "slip di ammoniaca" e di conversione SO₂ ⇒ SO₃;
- minimizzazione del volume di catalizzatore utilizzato;
- basse perdite di carico dovute all'attraversamento del reattore da parte dei fumi.

L'intervento comprenderà l'installazione dei seguenti sistemi:

- reattore di denitrificazione catalitica;
- produzione e movimentazione dell'ammoniaca a partire da dissoluzione di urea.

Produzione di ammoniaca a partire da urea

L'ammoniaca gassosa necessaria alla denitrificazione catalitica per l'abbattimento degli NOx sarà prodotta direttamente presso l'impianto a partire da urea in forma granulare. La produzione di ammoniaca necessaria ai DeNOx verrà prodotta da un impianto, funzionante secondo il principio dell'idrolisi, posto in area limitrofa alle caldaie e alimentato dai serbatoi di dissoluzione. Al processo di idrolisi operante a più stadi per la purificazione dell'ammoniaca seguirà una filtrazione con recupero termico tramite economizzatore. Attraverso poi un sistema ad eiezione e un miscelamento con aria si produrrà ammoniaca gassosa nel quantitativo richiesto dall'impianto. La soluzione che non ha reagito verrà ricircolata.

I vantaggi principali di tale processo sono:

- azzeramento dei rischi collegati a trasporto, stoccaggio e manipolazione di sostanze chimiche pericolose tossiche ed esplosive (ammoniaca anidra o soluzione ammoniacale);
- utilizzo di urea chimicamente non tossica, largamente diffusa come fertilizzante, in qualità di materia prima;
- contenute dimensioni delle apparecchiature;
- ridotta presenza di ammoniaca nell'impianto;
- economie nei costi di trasporto e stoccaggio;
- disponibilità di ammoniaca con processo continuo di produzione in funzione della richiesta dell'impianto senza necessità di stoccaggio.

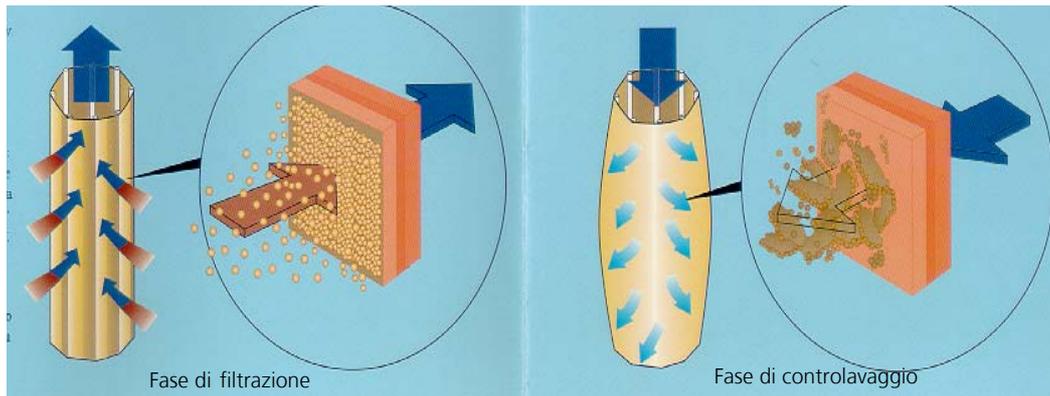
3.4.11.3 Filtri a manica

Il particolato prodotto in caldaia, diffuso nei fumi, verrà abbattuto nei nuovi filtri a manica che saranno installati a valle degli scambiatori rigenerativi aria-gas (Ljungstroem) e raccolto nelle sottostanti tramogge.

Il filtro a manica, particolarmente indicato per le unità a carbone, consente di ottenere elevate prestazioni con dimensioni più contenute rispetto ai classici precipitatori elettrostatici.

Esso è essenzialmente costituito da:

- un involucro metallico irrigidito con profilati contenente al suo interno l'equipaggiamento filtrante diviso in compartimenti;
- una piastra portamaniche, posizionata nella parte superiore, nella quale sono ricavati i fori calibrati necessari per il fissaggio a tenuta delle maniche filtranti;
- maniche filtranti in tessuto (fibra sintetica tipo feltro);
- apparecchiature ausiliarie per la rigenerazione del mezzo filtrante mediante pulsazione di aria compressa;
- tramogge di raccolta delle polveri separate che costituiscono la parte inferiore dell'involucro.



I fumi da depolverare attraversano perpendicolarmente le maniche dall'esterno verso l'interno, mentre le polveri si depositano sulle pareti esterne di esse.

All'interno delle maniche i fumi ormai depurati escono dall'alto attraverso i fori portamaniche ricavati nella piastra superiore e vengono raccolti in una camera ("plenum") posta sopra le maniche per essere convogliati all'uscita del filtro.

La cenere depositata all'esterno delle maniche viene rimossa periodicamente (fase di controlavaggio) mediante un impulso in controcorrente di aria compressa ad alta velocità e pressione, con la quale si realizza un effetto di scuotimento del mezzo filtrante, che assicura il completo distacco della polvere accumulata sulla superficie della manica e la sua caduta nella tramoggia sottostante. La fase di controlavaggio è effettuata ciclicamente e interessa una fila di maniche alla volta.

Ciascuna delle sezioni della Centrale di Porto Tolle avrà un filtro a manica diviso in due corpi, ciò consentirà di effettuare la sostituzione delle maniche deteriorate con il filtro in funzione.

3.4.11.4 La misura e il controllo delle emissioni

Dispersione nell'atmosfera

Per disperdere i fumi in atmosfera, il nuovo impianto riutilizzerà le 4 canne metalliche esistenti (una per ogni sezione) aventi ciascuna diametro interno all'uscita di 5,8 m. Le quattro canne sono situate all'interno di un'unica ciminiera multiflusso (anch'essa esistente) di altezza pari a 250 m. La temperatura dei fumi sarà pari a circa 90 °C.

Monitoraggio emissioni

Per il monitoraggio delle emissioni, dopo gli interventi di conversione a carbone, per ciascuna delle quattro nuove sezioni è previsto un nuovo sistema di misura in continuo al camino dei valori di emissione di SO₂, NO_x, CO e polveri ottemperanza al decreto 12 luglio 1990 (linee guida) e al successivo DM 02 ottobre 1995 (per il CO).

Il nuovo sistema di monitoraggio (SME) sarà essenzialmente costituito da un sistema di misurazione in continuo, a sua volta suddiviso in tre sottosistemi (prelievo e trasporto del campione, aspirazione e condizionamento del campione e analisi e calibrazione) e da un sistema di acquisizione ed elaborazione dati.

Il **sistema di misurazione**, uno per ogni sezione, prevede la misura in continuo al camino dei valori di emissione di:

- SOx (come SO₂)
- NOx (come NO₂)
- CO
- Polveri

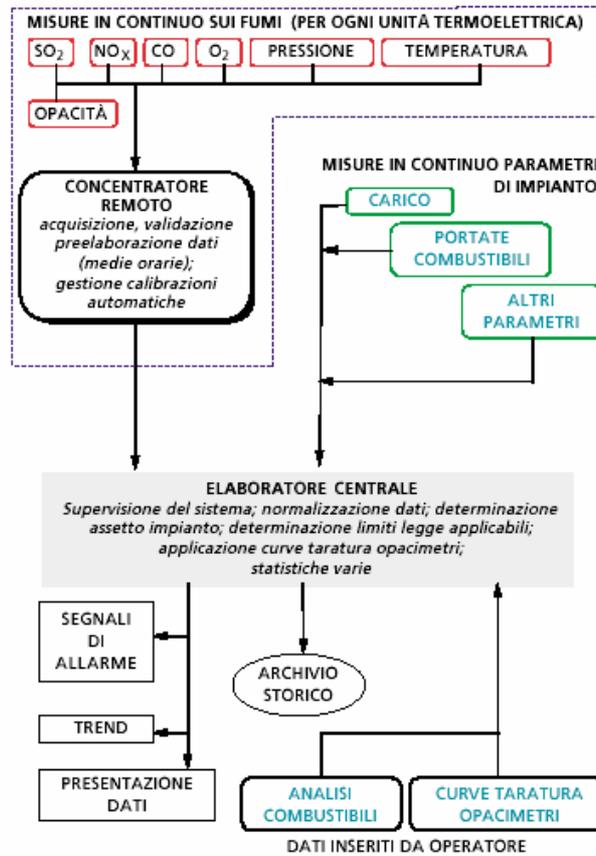
Inoltre per esprimere le concentrazioni in condizioni normali e riferite al 6 % di ossigeno nel punto di prelievo del campione si rilevano anche i parametri di O₂, pressione, temperatura, H₂O e portata volumetrica dei fumi.

Le caratteristiche tecniche delle nuove apparecchiature che si andranno ad installare, nonché la loro gestione e taratura, saranno conformi a quanto previsto dalla normativa applicabile (in particolare Decreti del Ministero dell'Ambiente del 12 luglio 1990 e 21 dicembre 1995). Di seguito si riportano le principali caratteristiche delle misure:

MISURA	METODOLOGIA DI MISURA	PRINCIPIO DI MISURA
NOx (come NO₂) Ossidi azoto	<i>Estrattivo</i>	N.D.I.R. (Non Dispersive InfraRed)
SO₂ Anidride solforosa	<i>Estrattivo</i>	N.D.I.R. (Non Dispersive InfraRed)
Polveri Totali	<i>In-Situ</i>	Diffrazione di luce
O₂ Ossigeno	<i>Estrattivo/ In- Situ</i>	Paramagnetico / Ossido di zirconio
CO Ossido di carbonio	<i>Estrattivo</i>	N.D.I.R. (Non Dispersive InfraRed)
Umidità	<i>Estrattivo</i>	Spettr. I.R. (Infra Red)
Portata volumetrica	<i>In-Situ</i>	Ultrasuoni

I valori provenienti dal campo saranno elaborati e correlati con i dati caratteristici di funzionamento dell'unità (valori medi orari di carico, portata combustibile, potenza erogata, ecc.) ed infine saranno memorizzati ed archiviati mediante **il sistema informatico di acquisizione ed elaborazione dei dati**. Esso è composto da due tipologie di unità di elaborazione: la prima (una per ciascuna sezione) installata direttamente in cabina analisi (Concentratore Remoto) ed una seconda (comune a tutte le sezioni) installata in Sala Manovre (Elaboratore Centrale).

Nel seguito si riporta lo schema di principio complessivo del nuovo SME:



Rete di rilevamento qualità dell'aria

Con il progetto di conversione a carbone della centrale è prevista una riconfigurazione della RRQA di Porto Tolle con lo spostamento di una postazione e l'integrazione strumentale di diverse altre postazioni di rilevamento della qualità dell'aria, secondo quanto riportato nel prospetto:

Postazioni di rilevamento		Parametri rilevati			
Numero	Località	SO ₂	Polveri	NO _x	Meteo
1	Scardovari	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
2	Cà Tiepolo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Taglio di Po	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
4 (ricollocata)	Boccasette (ex Massenzatica)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
5	Lido di Volano	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Case Ragazzi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
7	Cà Cappello	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
8	Porto Levante	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
	Meteo di Centrale				<input checked="" type="checkbox"/>

legenda	<input checked="" type="checkbox"/> esistente
	<input checked="" type="checkbox"/> integrazione

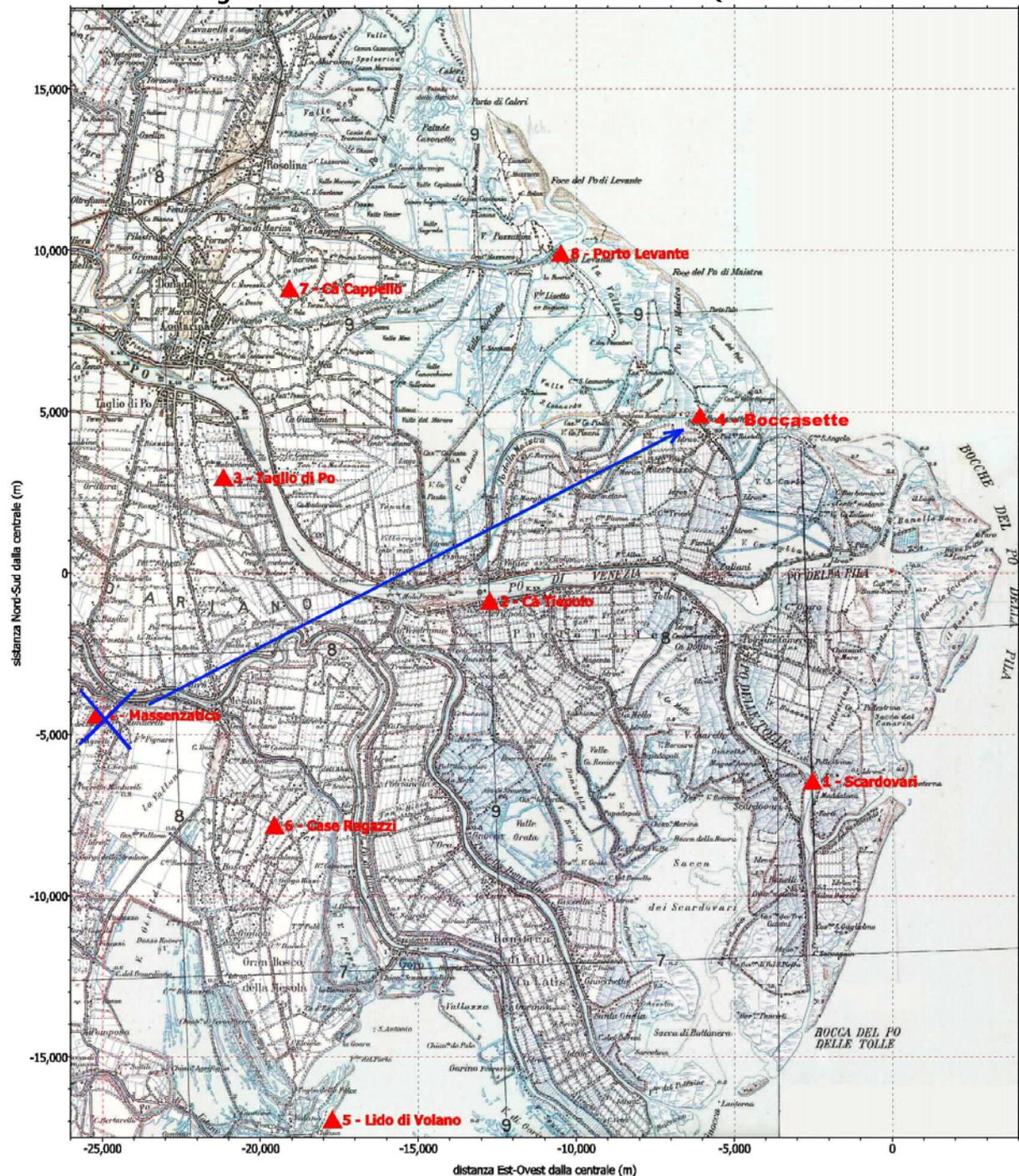
Lo spostamento riguarda la postazione n. 4 che da Massenzatica viene spostata in località Boccasette (idrovara). Infatti, l'attuale postazione n. 4 (Massenzatica) è la meno influenzata dal contributo dell'impianto e verrà pertanto spostata in corrispondenza

delle aree in cui è previsto il massimo contributo dell'impianto alle concentrazioni al suolo (località Boccasette).

L'integrazione strumentale delle varie postazioni ha invece lo scopo di completare il quadro informativo sulla qualità dell'aria, indipendentemente dal contributo dell'impianto stesso.

Nel seguito si riporta la dislocazione territoriale della rete di rilevamento così riconfigurata.

Riconfigurazione della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria



E' prevista, inoltre, l'installazione in tutte le postazioni della rete di rilevamento, di strumentazione per la misura del particolato fine (PM10).

Sarà, inoltre, condotta una ristrutturazione del sistema informatico per adeguarlo ai contenuti del decreto 60/2002, mediante il completo aggiornamento del software e dell'hardware.

3.4.12 Contenimento dell'inquinamento idrico

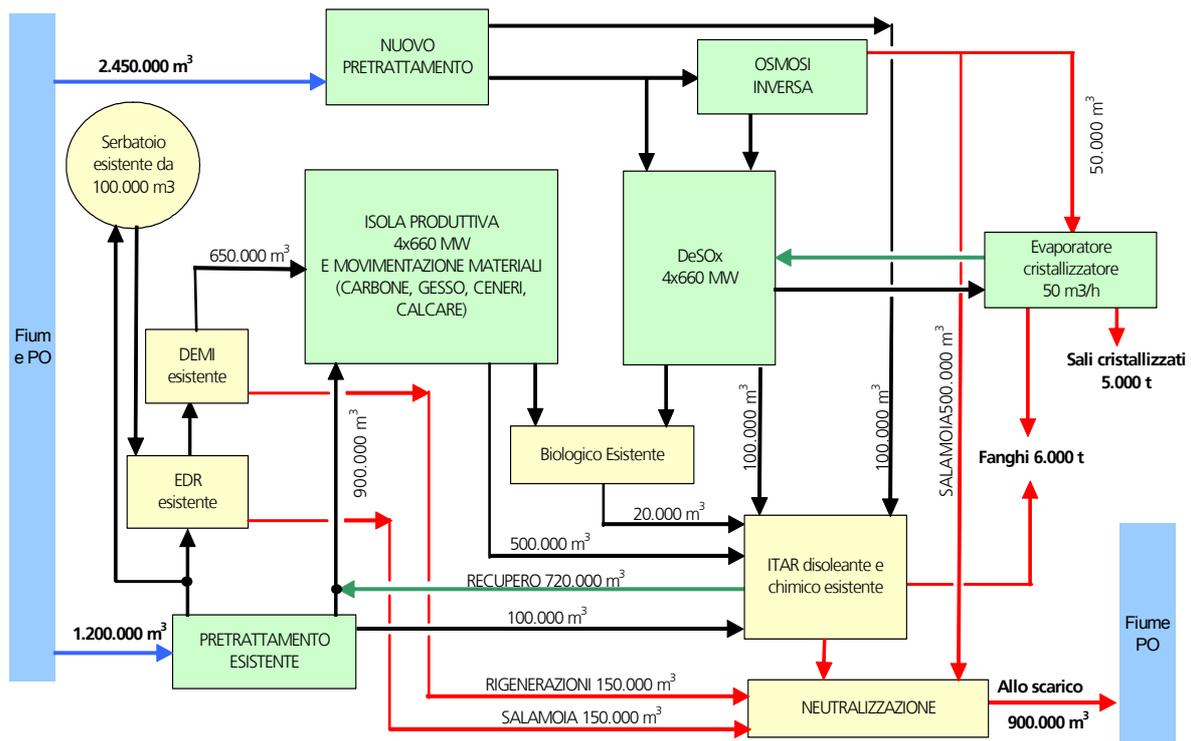
Per contribuire concretamente ad un miglioramento ambientale anche del comparto acque ed in particolare sia delle aree di interesse naturalistico presenti sul Delta del Po sia della molluschicoltura nelle acque prospicienti la centrale, Enel ha sviluppato un progetto basato sulla massimizzazione dei recuperi idrici con conseguente sostanziale azzeramento dei rilasci di inquinanti, metalli in particolare. Tale progetto rappresenta un rilevante miglioramento rispetto alla situazione attuale.

Il progetto prevede di trattare e recuperare per gli usi interni la maggior parte delle acque reflue industriali trattate dall'esistente impianto ITAR e di restituire al Po sostanzialmente solo le salamoie dei sistemi di dissalazione esistenti e nuovi e gli effluenti neutralizzati delle rigenerazioni degli impianti a scambio ionico. Queste ultime correnti sono sostanzialmente esenti da inquinanti; infatti, la prima contiene, solo 1,5-2 volte concentrate, il 90% delle sostanze presenti nelle acque del Po prelevate mentre nella seconda vi è il 10% residuo di tali sostanze ed il cloruro/solfato di sodio derivante dalla miscelazione e neutralizzazione dei rigeneranti delle resine a scambio ionico (acido cloridrico/solforico e soda) utilizzati. Si tratta quindi di sostanze perfettamente compatibili con il corpo idrico recettore e che non hanno alcun effetto ambientale.

Per favorire la massimizzazione dei recuperi sono previsti due importanti interventi impiantistici:

- l'installazione di un sistema di finitura con filtri a sabbia e carbone attivo a valle dell'attuale linea disoleante dell'ITAR, che ne azzeri il carico inquinante;
- il trattamento evaporativo specifico degli spurghi dei desolficatori con recupero totale dell'acqua distillata ed azzeramento di ogni effluente da questa area.

Nella seguente figura è riportato lo schema di flusso delle acque con le quantità stimate in m³/anno, dopo la trasformazione a carbone dell'impianto.



Dallo schema si rileva che:

- il prelievo dell'acqua dal Po per le esigenze dell'isola produttiva, comprendendo anche quelle relative alla movimentazione del carbone, delle ceneri e degli altri prodotti solidi, sarà di circa 1.200.000 m³/anno analogo all'esistente (media anni 2000÷2002). L'acqua del fiume verrà pretrattata con l'esistente sistema di decarbonatazione e di filtrazione e accumulata in serbatoi di stoccaggio. Per far fronte alle difficoltà di approvvigionamento quando, con il fiume in secca, si incrementa la salinità dell'acqua a causa della risalita del cuneo salino, viene predisposto per lo stoccaggio di acqua pretrattata un serbatoio da 100.000 m³, inizialmente utilizzato per lo stoccaggio di olio, che consente un'autonomia dell'isola produttiva di circa 20-30 giorni;
- la produzione di acqua demineralizzata per l'isola produttiva sarà di circa 650.000 m³/anno. L'acqua sarà prodotta mediante le tre linee di elettrodialisi (EDR) e di demineralizzazione a scambio ionico esistenti;
- il prelievo dell'acqua dal Po per le esigenze dei nuovi desolficatori sarà di circa 2.450.000 m³/anno. L'acqua verrà decantata, filtrata e, quando necessario per la sua salinità, dissalata. La dissalazione che verrà effettuata con sistema a membrane, darà luogo a circa 500.000 m³/anno di salamoia che sarà restituita al fiume insieme alle altre salamoie;
- la produzione stimata di acque acide e alcaline e inquinabili da oli prodotte dall'impianto ed inviate all'attuale impianto ITAR sarà di circa 800.000 m³/anno (600.000 m³/anno dall'isola convenzionale e 200.000 m³/anno dal DeSO_x); esse confluiranno all'esistente impianto di trattamento insieme al refluo del trattamento biologico (anch'esso esistente), stimato in 20.000 m³/anno. Dopo trattamento, circa 750.000 m³/anno saranno recuperate come acqua

industriale, mentre 100.000 m³/anno saranno scaricate nel Po, dopo neutralizzazione, insieme alle salamoie dell'impianto EDR (150.000 m³/anno) e del nuovo dissalatore dell'acqua per DeSOx (500.000 m³/anno) e alle rigenerazioni degli impianti a scambio ionico miscelate e neutralizzate (150.000 m³/anno); tale scarico, effettuato nel rispetto della normativa vigente, sarà quindi pari a circa 900.000 m³/anno, con una diminuzione rispetto alla situazione attuale (circa 1.300.000 m³/anno come media anni 2000÷2002) di circa il 31%;

- gli spurghi provenienti dai sistemi di desolforazione confluiranno nel nuovo impianto di trattamento dotato di sistema di evaporazione/cristallizzazione per azzerarne gli scarichi. Il distillato prodotto verrà integralmente recuperato nel ciclo della desolforazione mentre verranno prodotti 5.000 t/anno di residui (sali cristallizzati) che saranno avviati allo smaltimento;
- i fanghi prodotti dalla stazione di disidratazione comune all'impianto ITAR e al pretrattamento del sistema di evaporazione–cristallizzazione saranno circa 6.000 t/anno. Saranno raccolti in una vasca di accumulo prima di essere avviati allo smaltimento o al recupero.

3.4.12.1 Rete di raccolta delle acque reflue

La rete di raccolta delle acque reflue sarà ristrutturata e ampliata e i nuovi scarichi, suddivisi per tipo omogeneo, saranno connessi al rispettivo reticolo fognario. Ciascun reticolo fognario sarà collegato alla rispettiva linea di trattamento e in particolare:

- l'esistente reticolo fognario delle acque inquinabili da oli sarà in parte riutilizzato (con integrazioni per le nuove aree d'impianto) e in parte dismesso (area demolita del parco combustibili);
- il reticolo fognario per la raccolta delle acque acide o alcaline dell'isola convenzionale sarà riutilizzato, opportunamente integrato con le nuove aree di impianto;
- la rete di raccolta delle acque meteoriche sarà ampliata convogliandovi le acque piovane dai pluviali delle nuove zone coperte (capannoni stoccaggio carbone, calcare e gesso, edifici vari, etc.) e dei nuovi piazzali sicuramente non inquinabili;
- i reflui dei servizi igienici previsti nei nuovi edifici saranno collegati alla rete di raccolta delle acque sanitarie esistente e inviati al trattamento nell'impianto esistente;
- per gli spurghi intermittenti del desolforatore e le acque provenienti dall'area DeSOx sarà realizzato un nuovo reticolo fognario segregato dagli altri che confluirà insieme allo spurgo continuo proveniente dall'assorbitore al nuovo impianto di trattamento degli spurghi DeSOx;
- le aree con possibile inquinamento da urea saranno segregate e i relativi reflui recuperati nel serbatoio di dissoluzione dell'urea;
- la rete di raccolta delle acque del parco biomasse; le aree di stoccaggio del parco cippato saranno realizzate con manto bituminoso e pendenze tali da consentire la raccolta delle acque e l'invio al sistema di trattamento;
- la rete di raccolta delle acque della darsena.

3.4.12.2 Trattamento degli effluenti liquidi

Il progetto di conversione a carbone della centrale prevede il riutilizzo dell'attuale impianto di trattamento delle acque reflue (ITAR) e dell'esistente impianto di trattamento delle acque sanitarie (biologico).

L'ITAR sarà oggetto di un adeguamento tramite inserimento di una stazione di finitura a valle della linea oleosa con filtri a sabbia e carbone attivo di una nuova stazione di disidratazione fanghi mediante filtropressatura; inoltre si provvederà alla sostituzione/miglioramento funzionale nella componentistica obsoleta.

Per il trattamento degli spurghi DeSOx sarà realizzato un nuovo impianto. Esso sarà costituito da una sezione di accumulo, da una sezione di pretrattamento (chiarificatore+addolcitore) e da una sezione finale di evaporazione e cristallizzazione. Il nuovo impianto, attraverso una completa distillazione dell'acqua e la separazione allo stato solido palabile di tutti i sali presenti nella matrice, consente il completo recupero al DeSOx di tali effluenti. Questo consente di dar seguito alle sempre più pressanti richieste di riduzione dell'impatto dovuto ai reflui delle centrali, sia da parte delle Autorità competenti per l'autorizzazione di nuovi progetti, sia da parte delle Amministrazioni che autorizzano gli scarichi degli impianti in esercizio e contemporaneamente di massimizzare il recupero della risorsa idrica utilizzata. Con l'intervento presentato si prevede un potenziale risparmio di circa 350.000 m³/anno sia di acque scaricate sia di acque prelevate dalla risorsa idrica naturale.

Per quanto riguarda l'impianto di evaporazione-cristallizzazione, si tratta di una tecnologia consolidata, già impiegata in numerose applicazioni negli USA e in Europa per il recupero dei reflui, cioè quando è vitale per il processo produttivo spingere al massimo grado il recupero dell'acqua; tale scelta viene effettuata assumendo che si possa mettere a discarica il refluo del trattamento (lista positiva ai sensi del decreto 13 marzo 2003).

Lo spurgo DeSOx viene raccolto in due serbatoi di accumulo da circa 4000 m³ ciascuno e successivamente inviato al pretrattamento; quest'ultimo è articolato su due stadi:

- stadio di neutralizzazione e chiariflocculazione;
- stadio di decalcificazione.

Nel primo stadio, la corrente da trattare (circa 50 m³/h) viene neutralizzata e i solidi sospesi che si formano vengono flocculati, sedimentati e inviati alla esistente disidratazione. Vi sono tre vasche di reazione nelle quali l'acqua viene additivata con latte di calce, cloruro ferrico, solfuro di sodio e polielettrolita e un chiarificatore per la separazione dei solidi sospesi prodotti. L'effluente dal primo stadio viene inviato al secondo stadio del pretrattamento: in questo stadio viene effettuata una decalcificazione, con carbonato di sodio, e i solidi sospesi che si formano, trattandosi di carbonato di calcio, vengono riciclati al DeSOx.

L'acqua pretrattata viene inviata al sistema di evaporazione cristallizzazione, composto da un evaporatore da 50 m³/h che concentra l'acqua da trattare, distillandone la maggior parte, e da un cristallizzatore finale da 5-10 m³/h che provoca il passaggio allo stato secco di tutte le sostanze rimaste disciolte.

Per la separazione dei solidi prodotti sono previsti due filtri a pressa che, tramite scivoli, recapitano in cassoni scarrabili, utilizzati per portare i residui al destino finale. L'impianto è completato dai sistemi di accumulo e preparazione dei reagenti e da un sistema di ispessimento e filtropressatura dei fanghi in comune con la linea chimica dell'ITAR.

3.4.13 Emissioni sonore

Allo scopo di contenere il livello di rumore (sia nell'ambiente di lavoro sia nell'ambiente esterno al perimetro di centrale), in tutte le specifiche di acquisizione del macchinario e dei componenti fonte di rumore, sono imposti limiti al livello di pressione acustica, sia come valori medi sia come valori puntuali intorno a ciascun componente secondo le modalità di misura previste dalla Norma ISO 10494/1993. In ogni caso il livello medio globale di pressione acustica, misurato ad 1 metro di distanza dalla sorgente e ad 1,5 m dal piano di calpestio, non dovrà superare il limite di 85 dBA. A tal proposito il macchinario più rumoroso sarà oggetto di un accurato intervento di insonorizzazione acustica. Particolare attenzione sarà rivolta al contenimento del rumore per le macchine di movimentazione solidi, i nastri e le torri di trasferimento solidi anche attraverso l'utilizzo di pannellature insonorizzanti per gli edifici, le torri e i ponti nastro.

3.4.14 I Sistemi di approvvigionamento e stoccaggio dei combustibili

Le nuove sezioni costituenti la Centrale di Porto Tolle saranno alimentate a carbone. Per le sole fasi di avviamento, fino al raggiungimento del 20% del carico sarà utilizzato l'olio combustibile, inoltre, limitatamente alle sole fasi di accensione delle sezioni termoelettriche, verranno utilizzate modeste quantità di gasolio. Due delle quattro sezioni potranno essere esercite in co-combustione carbone-biomassa nella percentuale in energia da biomassa fino al 5%, utilizzando biomassa prodotta localmente per un consumo massimo annuo previsto di 350.000 t.

3.4.14.1 Approvvigionamento e stoccaggio combustibili liquidi

L'olio combustibile continuerà ad essere approvvigionato esclusivamente tramite l'esistente oleodotto dal deposito costiero IICO di Ravenna.

La capacità di stoccaggio del parco serbatoi olio sarà ridotta dagli attuali 700.000 m³ a 200.000 m³. Un altro serbatoio da 100.000 m³, già adibito allo stoccaggio di acqua industriale, continuerà ad essere utilizzato per i fabbisogni di acqua industriale.

In particolare saranno demoliti 4 serbatoi da 100.000 m³ situati al Parco Sud e 2 serbatoi da 50.000 m³ situati al Parco Nord. Le esistenti apparecchiature di travaso e spinta dell'olio combustibile continueranno ad essere utilizzate per la fase di avviamento.

3.4.14.2 Approvvigionamento e stoccaggio carbone

Per il funzionamento della Centrale di Porto Tolle sono necessarie circa 5.000.000 di t/anno di carbone; le tipologie di carbone impiegate saranno tipiche dei mercati di approvvigionamento dell'Enel e proverranno dai migliori bacini carboniferi mondiali, quali Polonia, Sud Africa, Stati Uniti, Venezuela, Colombia, Indonesia e Australia. I carboni saranno esclusivamente di altissima qualità, con un contenuto di zolfo inferiore all'1%.

Il progetto di conversione a carbone della Centrale di Porto Tolle prevede che il carbone unitamente agli altri materiali solidi (calcare, gesso e ceneri) siano movimentati attraverso le vie d'acqua (Mare Adriatico, fiume Po di Levante e fiume Po), secondo il seguente schema:

- localizzazione di una nave storage mobile autoscaricante da circa 100.000 t al largo della foce del Po di Levante a circa 4 miglia dalla costa;

- ampliamento in centrale della esistente darsena sul fiume Po di Pila.

La nave storage mobile autoscaricante sarà provvista di 7÷9 stive e dotata di proprie gru e scaricatori continui a nastro. Tale macchinario consente il trasferimento del carbone dalle navi oceaniche nelle proprie stive e da queste alle chiatte fluvio-marine, o direttamente dalle navi oceaniche alle chiatte.

Sia le navi carboniere oceaniche che la nave storage saranno dotate di stive coperte e compartimentate in accordo con le normative e i codici internazionali della navigazione. In particolare le stive saranno idraulicamente separate, con pareti resistenti al fuoco e in grado di prevenire eventuali fenomeni corrosivi indotti. Inoltre le stive saranno dotate di sistemi di sicurezza atti a fronteggiare i rischi dovuti alla possibile formazione di metano, CO e all'insorgenza di eventuali focolai di combustione spontanea per eccessivo surriscaldamento, nonché a reazioni acide con acqua.

Le navi saranno quindi attrezzate con adeguata strumentazione di monitoraggio della concentrazione di metano e monossido di carbonio, di rilevamento in automatico della temperatura di carico e del pH delle acque di sentina.

Dovrà essere consentita la minima aerazione del mucchio per assicurare la rimozione dei gas sviluppati.

Le chiatte fluvio-marine, dotate di 1 o 2 stive coperte, una volta caricate percorrono il tratto di mare compreso tra l'area di "transshipment" fino alla foce del Po di Levante entrano dalla foce stessa e discendono il canale fino alla conca di Volta Grimana, che mette in comunicazione il Po di Levante con il ramo principale del fiume Po. Le chiatte quindi proseguono lungo il fiume fino alla Centrale di Porto Tolle.

Nell'ambito del progetto di conversione a carbone, la darsena esistente sarà modificata per realizzare due nuove banchine per l'accosto contemporaneo di tre chiatte:

- la prima banchina, lunga circa 250 m, consentirà l'accosto contemporaneo di due chiatte in serie e sarà specializzata per lo scarico di carbone e calcare;
- la seconda banchina, lunga circa 120 m, consentirà l'accosto di una chiatta alla volta e sarà specializzata nel caricamento su chiatta di gesso e ceneri umide.

Le banchine saranno collegate con la centrale attraverso tre nastri di trasferimento in gomma, due per il trasferimento rispettivamente di carbone e calcare verso i depositi di centrale, il terzo per il trasferimento di gesso e ceneri umidificate dai depositi in centrale verso la banchina per il successivo caricamento sulle chiatte.

La banchina del carbone sarà dotata di tramogge di scarico oppure di scaricatori per carbone/calcare e due nastri di banchina; il primo da circa 2.500 t/h per il trasferimento del carbone e il secondo da circa 1.000 t/h per il trasferimento del calcare.

Le banchine saranno completate con bitte, parabordi e binari di scorrimento per la macchina di caricamento di gessi e ceneri umide, della macchina per lo scarico dei container, di tramogge per lo scarico di carbone e calcare, impianto di illuminazione, aria compressa, acqua servizi, sistema antincendio, sistema fognario, etc, al fine di garantire le operazioni in sicurezza nelle 24 ore e permettere la pulizia delle banchine alla fine delle attività di scarico e carico delle chiatte, in modo da eliminare ogni eventuale materiale solido presente in banchina.

Le chiatte del carbone potranno essere del tipo autoscaricante e tramite l'impiego di uno scaricatore continuo a nastro installato a bordo riverseranno il carbone direttamente nelle tramogge poste sulla banchina, oppure saranno impiegati scaricatori di banchina per svuotare le chiatte.

Il carbone verrà poi riversato sul nastro di banchina da 2.500 t/h che collegherà la banchina stessa ai depositi coperti di centrale ("dome").

Nel suo percorso, tra la banchina e i carbonili, il nastro incontra:

- la torre [T1], per il cambio di direzione e la vagliatura del carbone, situata in radice di banchina;
- la torre [T2], per il cambio di direzione, dove saranno presenti le apparecchiature per la pesatura continua e il campionamento e le apparecchiature per la rivelazione e la separazione di eventuali corpi ferrosi ("metal detector" e separatore magnetico);
- la torre [T3], per il cambio di direzione;
- la torre [T4], che sarà dotata di tramogge di carico che permettono di smistare il carbone ai parchi coperti. Se necessario, quota parte del carbone potrà essere trasferito direttamente ai bunker giornalieri di servizio delle caldaie tramite i componenti descritti successivamente. La torre [T4], infatti, nella parte superiore sarà attrezzata per ricevere e smistare il combustibile ai due carbonili, mentre nella parte inferiore avrà alloggiati l'arrivo dei nastri di ripresa dai carbonili da 1.500 t/h e le partenze dei due nastri di alimentazione dei bunker giornalieri della caldaia, anch'essi da 1.500 t/h.

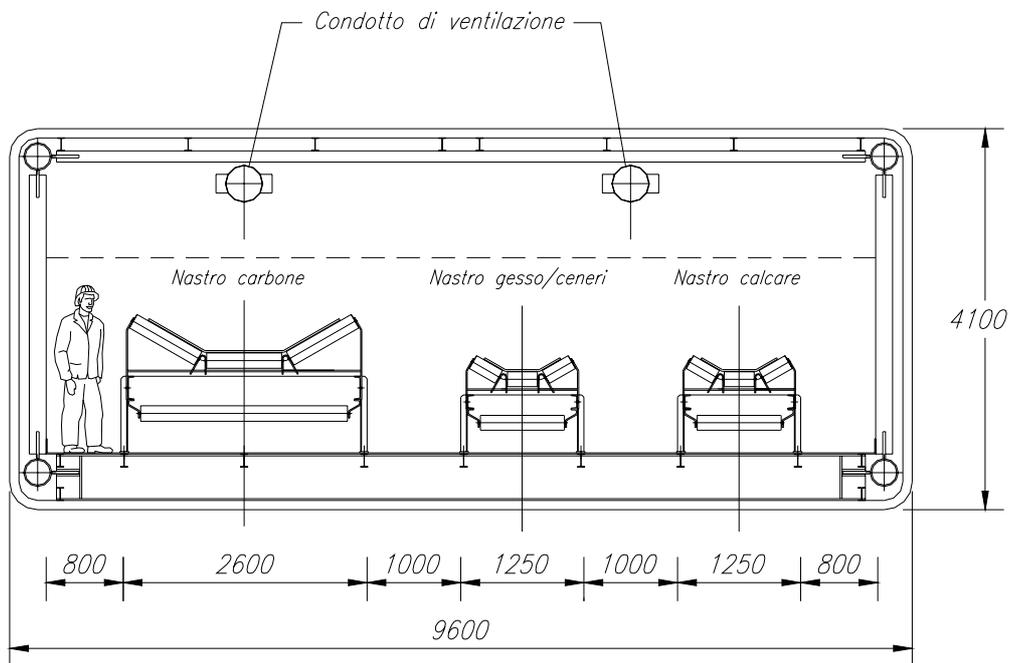
Lo stoccaggio avverrà in due nuovi carbonili circolari coperti (Φ circa 144 m) da circa 150.000 m³ ciascuno, che assicureranno un'autonomia di circa 15 giorni alla centrale. Ciascun carbonile sarà dotato di propria macchina combinata per la messa a parco e la successiva ripresa completamente automatizzata.

Come già detto, i bunker giornalieri a servizio delle caldaie potranno essere alimentati con il carbone proveniente dai carbonili, oppure tramite quota parte del carbone proveniente direttamente dalle navi. Dalla torre [T4] tramite due nastri da 1.500 t/h il carbone verrà trasferito, tramite la torre [T5], alle caldaie dove un sistema di tramogge provvederà allo smistamento ai due nastri di caricamento dei bunker anch'essi da 1.500 t/h. Tali nastri scaricheranno il carbone nei bunker tramite due macchine di tipo "tripper" o equivalenti.

Accorgimenti contro la polverosità

Per evitare ogni possibile rilascio di polvere verso l'ambiente, tutte le torri saranno di tipo chiuso, completamente tamponate con pannelli a tenuta d'aria e di rumore e tutte le aperture saranno adeguatamente dotate di guarnizioni a tenuta.

I nastri saranno interamente installati all'interno di un'idonea struttura chiusa (vedi foto e figura seguenti) e a perfetta tenuta dotata di elevato abbattimento del rumore (sia per il nastro di andata che per quello di ritorno). Questa configurazione rende il sistema indipendente dall'effetto del vento e delle piogge svincolando le operazioni di movimentazione dalle condizioni meteorologiche del sito.



Sia i nastri sia le torri saranno inoltre dotati di accorgimenti e sistemi al fine di prevenire gli eventuali rilasci di polveri in atmosfera durante tutte le fasi di trasferimento e trasporto del materiale, tra cui:

- sistema di depressurizzazione in corrispondenza di tutti i punti in cui il carbone viene trasferito da un elemento dell'impianto ad un altro, attraverso l'uso di piccole tramogge o scivoli. In questa maniera si crea un flusso d'aria diretto dall'esterno verso l'interno al fine di impedire ogni rilascio di polvere verso l'ambiente. L'aria estratta sarà opportunamente filtrata da filtri a manica o a cartuccia ad altissima efficienza, prima di essere immessa all'atmosfera;
- sistema di depressurizzazione delle coperture di contenimento dei nastri e delle torri al fine di impedire ogni eventuale rilascio di polvere dai sistemi di movimentazione. L'aria estratta sarà opportunamente filtrata da filtri a manica o a cartuccia ad altissima efficienza, prima di essere immessa all'atmosfera;
- sistema di nebulizzazione ad acqua in corrispondenza della bocca della tramoggia di scarico con il duplice scopo di umidificare il carbone e creare una barriera meccanica al rilascio delle polveri verso l'esterno. La nebulizzazione inoltre permette di prevenire la formazione di ulteriore polvere durante la successiva movimentazione. Eventuale acqua in eccesso sarà raccolta e convogliata al sistema di trattamento delle acque reflue dell'impianto;
- progettazione delle tramogge in modo da guidare il materiale verso la bocca d'uscita in maniera idonea al fine di ridurre l'impatto sul nastro sottostante e quindi diminuire le polveri prodotte. Inoltre un corretto disegno della tramoggia può favorire un effetto di ricircolo del flusso d'aria indotto dalla caduta riducendo la quantità di polveri che si presentano in sospensione al momento in cui il materiale abbandona la tramoggia e si deposita sul nastro.

3.4.14.3 Approvvigionamento delle biomasse

La biomassa necessaria alla co-combustione con il carbone nella percentuale in energia da biomassa variabile tra 0 e 5%, su 2 dei 4 gruppi dell'impianto sarà prodotta localmente, nelle aree limitrofe alla centrale, da produttori terzi.

Le aree di coltivazione, le modalità di produzione e approvvigionamento, della biomassa sono oggetto di uno studio separato che, attraverso uno specifico piano di lavoro analizza le problematiche agricolo-forestali di tutta l'area limitrofa all'impianto e le possibilità di coltivazione. Lo studio (vedi **allegato 3.2.2.9/I** allo Studio d'Impatto Ambientale "*Valutazione degli aspetti agricolo-forestali per la produzione di biomasse da utilizzare in co-combustione nella conversione a carbone della Centrale Enel di Porto Tolle*") è stato curato dal Prof. Pividori dell'Università di Padova.

Di seguito, a titolo esplicativo si descrivono le apparecchiature e gli impianti che si rendono necessari per la movimentazione, lo stoccaggio e l'invio in caldaia di biomasse vegetali legnose sotto forma di cippato (tipologia, al momento, più diffusa in ambito nazionale). Variazioni sulla tipologia delle biomasse vegetali utilizzate comporterà una diversa impiantistica da adattare alla particolare tipologia di biomassa (erbacea, frutti e semi, pellets, etc).

Il combustibile da biomasse vegetali legnose, sotto forma di cippato, sarà conferito in Centrale mediante autocarri di capacità pari a circa 28 t cadauno. Complessivamente sono previsti circa 12.500 camion/anno pari a circa 40 camion/giorno per 300 giorni/anno. Gli autocarri, dopo essere stati sottoposti a pesatura mediante una pesa a ponte installata nella zona di accesso all'area di stoccaggio, potranno scaricare il combustibile sia nell'area di stoccaggio propriamente detta che direttamente all'interno della SAR (Stazione Attiva di Ricevimento).

La SAR sarà realizzata in un'area attigua alla zona di stoccaggio e sarà costituita da un capannone chiuso dotato di accessi su tre lati per i mezzi di scarico ed al cui interno verrà realizzata una vasca in cemento armato. Sul fondo della vasca saranno realizzati

due sistemi di ripresa del combustibile a griglia mobile, contrapposti e convergenti verso il centro. Di qui la biomassa sarà ripresa da un sistema di nastri che la convoglierà verso il sistema di triturazione.

Mediante il controllo della velocità di avanzamento di dette griglie mobili di ripresa sarà possibile controllare la portata del combustibile.

La portata minima di trasporto del sistema di ripresa sarà pari a circa 300 m³/h e la vasca conterrà circa 1.000 m³ di legno cippato.

L'area di stoccaggio si estenderà nella zona compresa fra i serbatoi olio combustibile A e B, ricavata dalla dismissione del serbatoio C, ed avrà una superficie di circa 36.000 m².

Il legname cippato sarà stoccato in cumuli di dimensione massima in pianta pari a 30 x 60 m e un'altezza di circa 6 m per una volumetria di circa 10.000 m³ corrispondenti a circa 2.500 tonnellate; ciascun cumulo sarà separato dall'altro da corsie larghe circa 10 m; il deposito sarà costituito, in linea di massima, da circa 14 cumuli, corrispondenti ad una capacità massima di stoccaggio pari a circa 35.000 tonnellate.

La permanenza del legname cippato nel deposito, in condizioni di normale esercizio della centrale, sarà mediamente non superiore a circa 25 giorni.

L'area di stoccaggio e la SAR saranno dotate di idonei sistemi di rivelazione ed estinzione incendi.

Sistema di trasporto

Sarà realizzato un sistema di trasporto a nastri che a partire dallo scarico della SAR convoglierà il cippato al sistema di triturazione tramite un nastro di trasferimento; in corrispondenza dell'uscita fuori terra del nastro saranno inseriti un vaglio e un sistema di separazione magnetica aventi lo scopo di eliminare le pezzature di cippato fuori misura ed eventuali intrusioni di materiali ferrosi.

I nastri di trasporto saranno del tipo chiuso e avranno uno sviluppo di circa 300 m e saranno dotati di sistema di protezione dagli incendi.

Sistema di triturazione e invio in caldaia

Il sistema di triturazione e invio in caldaia della biomassa è inserito in un edificio dedicato che avrà lo scopo di limitare le emissioni di rumore e polveri dovute ai mulini di macinazione del cippato.

Il cippato trasportato dal nastro sarà convogliato a due sili di stoccaggio temporaneo dimensionati per una autonomia di funzionamento pari a circa 8 ore (volume di ciascun silo pari a circa 1.000 m³). I sili oltre ad assolvere alla funzione di polmone dovranno permettere il dosaggio del cippato ai mulini per mezzo di idonei sistemi di estrazione.

La biomassa estratta dai sili sarà distribuita ai mulini per essere triturata.

Per alimentare i bruciatori di ciascuna caldaia sono previsti 2 mulini a martelli e un sistema di spinta pneumatico per l'invio della biomassa triturata ai bruciatori dedicati alle biomasse.

3.4.15 Sistema di approvvigionamento e stoccaggio del calcare

Le infrastrutture per la ricezione, lo stoccaggio, la preparazione e la distribuzione del calcare necessario al funzionamento delle caldaie saranno realizzate ex-novo.

Per il funzionamento dei desolficatori sono necessarie circa 180.000 t/anno di calcare fornito in pezzatura (3÷5 cm), per il quale il progetto prevede il rifornimento della centrale esclusivamente tramite le vie d'acqua (mare + canali navigabili); è stato valutato, infatti, che un eventuale prelievo di calcare da giacimenti nazionali avrebbe

comportato il trasporto di tale materiale su gomma, con una frequenza stimata in 25 viaggi/giorno per 300 giorni/anno.

Tale trasporto si sarebbe aggiunto a quello già esistente in un sistema viario già congestionato (Romea). E' stata quindi effettuata un'analisi mirata, con l'obiettivo di soddisfare i seguenti punti:

- disponibilità di materiale di qualità rispondente alle necessità dell'impianto;
- disponibilità di materiale in quantità utile a soddisfare un consumo stimato in 180.000 t/anno per almeno 20 anni di esercizio;
- possibilità di trasporto del materiale via mare;
- possibilità di avere più fonti di approvvigionamento del materiale.

L'area con caratteristiche rispondenti a tali esigenze è stata individuata nella penisola d'Istria in Croazia. In particolare l'area compresa tra Pula e Rabac ha le richieste caratteristiche geologiche con giacimenti di calcare pienamente rispondenti alle necessità dell'impianto.

In questa zona sono già presenti numerose cave in esercizio che hanno a disposizione le potenzialità per rispondere ad una nuova richiesta di materia prima. Inoltre numerose cave dispongono anche dei porti attrezzati per il carico su chiatte del calcare cavato, soddisfacendo così la necessità di effettuare il trasporto via mare, riducendo notevolmente le distanze da coprire ed eliminando conseguentemente i problemi connessi al trasporto su gomma precedentemente esposti.

Le navi di calcare (circa 32 navi/anno da 5.000 t) attraccheranno alla nave storage mobile che, tramite le proprie apparecchiature (gru), provvederà a trasferire il prodotto all'interno di una stiva dedicata della nave storage stessa. Dalla stiva il calcare sarà ripreso e attraverso lo scaricatore continuo a nastro trasferito alle chiatte fluvio-marine.

Le chiatte fluvio-marine autoscaricanti, giunte nella darsena di Porto Tolle, verranno ormeggiate e scaricheranno il calcare nella tramoggia approntata sul piano banchina. La tramoggia è direttamente connessa con il nastro calcare di banchina da 1.000 t/h, che provvede al trasporto fino al capannone di stoccaggio di centrale. In alternativa le chiatte potranno essere scaricate con uno scaricatore di banchina.

La capacità di stoccaggio complessiva del capannone calcare è di circa 10.000 m³. Dal capannone di stoccaggio il calcare sarà ripreso e inviato, a mezzo nastri, all'impianto di macinazione, costituito essenzialmente da tre mulini (di cui uno di riserva).

I mulini saranno del tipo ad umido per ridurre la formazione di polveri, alloggiati in un locale attiguo al capannone. Il prodotto macinato, con un contenuto di umidità di circa il 10-15%, sarà ripreso e trasferito direttamente nei serbatoi di preparazione della sospensione calcarea da inviare agli assorbitori del DeSOx. Il consumo orario di reagente per le quattro nuove unità è di circa 28 t/ora di calcare pari ad un quantitativo annuo di circa 180.000 tonnellate.

3.4.16 Approvvigionamento e stoccaggio dei reagenti del DeNOx

L'ammoniaca gassosa necessaria alla denitrificazione catalitica per l'abbattimento degli NOx sarà prodotta direttamente presso l'impianto a partire da urea in forma granulare. Il consumo previsto di urea è di circa 13.000 t/anno. Essa sarà approvvigionata dallo stabilimento di produzione di Ferrara e trasferita su container a mezzo di chiatte fluviale mediante l'utilizzo delle idrovie esistenti. La frequenza dei trasporti stimata è di circa 1

chiatta/mese. I container saranno scaricati in centrale tramite apposito mezzo di movimentazione container che provvederà anche alle operazioni di accatastamento nell'area di circa 2.000 m² destinata allo stoccaggio. Il contenuto dei container sarà riversato direttamente nei serbatoi di dissoluzione dell'impianto di produzione dell'ammoniaca.

3.4.17 Produzione, movimentazione e conferimento di gessi, ceneri e fanghi

3.4.17.1 Gessi

La produzione del gesso avviene negli assorbitori dell'impianto di desolforazione dove il calcare reagisce con l'anidride solforosa dei fumi. La sospensione contenente gesso, estratta dall'assorbitore dell'impianto di desolforazione, è inviata, tramite pompe, agli impianti di filtrazione e lavaggio situati in un unico edificio comune alle quattro nuove sezioni. Dalla filtrazione si ottiene gesso con circa il 10% di umidità, in forma palabile e non polveroso. L'acqua di risulta viene in parte recuperata tal quale all'assorbitore e in parte inviata all'impianto di trattamento (evaporatore/cristallizzatore) per rientrare nel ciclo di recupero delle acque interne. La produzione stimata di gesso è pari a circa 300.000 t/anno.

Il gesso in uscita dall'impianto di filtrazione verrà convogliato attraverso nastri trasportatori ad un capannone di stoccaggio chiuso, a pianta rettangolare, della capacità di circa 20.000 t. Il capannone sarà alimentato da un nastro convogliatore a navetta reversibile (supportato dalla struttura della copertura) che realizzerà un cumulo di materiale avente sezione trasversale di forma triangolare. Dal capannone il gesso sarà ripreso a mezzo macchina automatizzata (grattatrice) e inviato in banchina con un nastro da 800 t/h per essere caricato su chiatte fluvio-marine tramite un caricatore continuo a nastro.

Il gesso sarà trasportato via chiatta fluvio-marina + nave. Le chiatte, da circa 3.000 t, riverseranno il loro contenuto sulle navi che attraccheranno alla nave storage al largo di Porto Levante. La destinazione finale prevede:

- il conferimento mediante navi da 8.000 t negli stabilimenti di produzione di lastre e pannelli di gesso, ubicati nel Nord Europa;
- il conferimento mediante navi da 20.000 t sulla costa atlantica degli Stati Uniti.

Il rimanente potrà essere trasferito in modeste quantità, con automezzi, ai cementifici localizzati nelle vicinanze dell'impianto.

Il gesso prodotto dalla desolforazione dei fumi, infatti, ha caratteristiche chimico-fisiche simili a quelle del gesso naturale, è quindi utilizzabile in sostituzione di quello di cava nella produzione di materiali per l'edilizia (pannelli, rivestimenti, isolanti, produzione del cemento, etc.).

3.4.17.2 Ceneri

Le ceneri derivano dalla combustione del carbone (mediamente il loro contenuto nel carbone è pari all'11%); si stima pertanto una produzione di circa 550.000 t/anno. Le ceneri pesanti sono raccolte nelle tramogge di fondo delle caldaie, vengono estratte a secco con un nastro metallico e, dopo raffreddamento e macinazione a mezzo di mulino dedicato, inviate ai sili giornalieri di stoccaggio delle ceneri leggere (uno per ciascuna

sezione). Le ceneri leggere, trattenute dal filtro a manica in forma di polvere secca, saranno raccolte nelle sottostanti tramogge e successivamente trasferite con sistemi pneumatici ai 4 sili giornalieri da 500 m³ ciascuno.

Le ceneri raccolte nei sili giornalieri saranno rilanciate pneumaticamente, a quattro nuovi sili di stoccaggio da 12.000 m³ ciascuno, che garantiranno un'autonomia di stoccaggio di circa 30 giorni. Sarà previsto un doppio sistema di estrazione, a secco e ad umido. Nel caso di estrazione ad umido, la cenere verrà impastata con acqua in una coclea per renderla palabile, sarà poi estratta e inviata in banchina con lo stesso nastro utilizzato anche per il gesso, opportunamente pulito. Giunto in banchina sarà caricato sulle chiatte fluvio-marine.

Classificate come rifiuto non pericoloso, le ceneri saranno recuperate e reimpiegate in cementifici, come materia prima per la produzione di cemento e nella preparazione dei calcestruzzi. La destinazione finale prevede:

- il conferimento, mediante navi da 5.000 t, presso cementifici costieri nel bacino del Mediterraneo;
- l'esportazione, mediante navi da 20.000 t, presso impianti riutilizzatori situati sulla costa atlantica degli Stati Uniti o sul mercato europeo, dove esistono prospettive di collocazione.

Nel caso di estrazione a secco, mediante un sistema pneumatico, le ceneri saranno caricate su appositi camion cisterna.

Allo scopo di favorire gli stabilimenti locali, è prevista la fornitura di piccole quantità di ceneri secche ai cementifici e agli impianti di betonaggio situati in zone limitrofe alla centrale.

3.4.17.3 Fanghi

La produzione dei fanghi deriva dagli impianti di pretrattamento dell'acqua grezza, dall'impianto di trattamento delle acque reflue (chiarificatore-addensatore) e dal nuovo impianto di pretrattamento (addolcitore) posto a monte del nuovo sistema di evaporazione/cristallizzazione degli spurghi DeSOx. Si stima una produzione annua di circa 6.000 t. I fanghi prodotti verranno disidratati con appositi filtropressa, resi palabili e stoccati in una nuova vasca fanghi prima dello smaltimento secondo la vigente normativa.

3.4.18 Sistemi ausiliari di Centrale

3.4.18.1 Acqua industriale

L'acqua industriale per le esigenze dell'isola produttiva, comprendendo anche quelle relative alla movimentazione del carbone, delle ceneri e degli altri prodotti solidi continuerà ad essere prodotta, a partire da acqua grezza prelevata dal fiume Po, dall'impianto di decarbonatazione e di filtrazione esistente e accumulata nei serbatoi di stoccaggio esistenti. Per far fronte alle difficoltà dell'approvvigionamento quando, a causa della risalita del cuneo salino di acqua di mare, si incrementa la salinità dell'acqua, l'acqua pretrattata viene stoccata in un serbatoio da 100.000 m³, inizialmente utilizzato per lo stoccaggio dell'olio combustibile, che consente un'autonomia per l'isola produttiva di circa 20-30 giorni.

L'acqua industriale per le esigenze dei nuovi desolficatori sarà prodotta a partire da acqua grezza prelevata direttamente dal Po tramite un nuovo impianto di pretrattamento (decantazione e filtrazione).

Nel periodo estivo, quando a causa della risalita del cuneo salino di acqua di mare si incrementa il contenuto salino, si provvederà ad effettuare una dissalazione finale attraverso l'installazione di un sistema a membrane (impianto ad osmosi inversa).

L'acqua prodotta tramite il nuovo sistema di osmosi inversa verrà stoccata in 2 nuovi serbatoi da circa 4.000 m³.

3.4.18.2 Acqua demineralizzata

L'acqua demineralizzata sarà principalmente utilizzata per il reintegro del ciclo a vapore, per le caldaie ausiliarie e per il circuito chiuso dell'acqua di raffreddamento servizi. L'acqua demineralizzata continuerà ad essere prodotta a partire dall'acqua grezza prelevata dal fiume Po attraverso le tre linee di elettrodialisi (EDR) e di demineralizzazione a scambio ionico esistenti.

L'acqua demineralizzata prodotta sarà stoccata nei quattro serbatoi esistenti da 1.500 m³ ciascuno.

3.4.18.3 Vapore ausiliario

Il vapore ausiliario necessario alle esigenze della centrale sarà prelevato, tramite appositi spillamenti, dalle turbine di ciascuna sezione.

Quando non sarà disponibile vapore proveniente da almeno una delle quattro sezioni, il sistema verrà alimentato dalle due esistenti caldaie ausiliarie. Queste ultime, in caso di fuori servizio delle sezioni, forniranno il vapore per gli usi propri dell'impianto (tenute turbina, eiettori di avviamento, ecc), garantendo le operazioni di avviamento dell'impianto.

Le due caldaie ausiliarie esistenti hanno le seguenti caratteristiche:

- producibilità: 60 t/h alla pressione nominale di 19,6 bar e alla temperatura di 300 °C;
- potenzialità: 48 x 10⁶ kcal/h;
- consumo di gasolio: 4,5 t/h;
- altezza del camino: 28,5 m.

Dal momento che il funzionamento delle caldaie ausiliarie è di tipo sporadico, le emissioni saranno trascurabili.

3.4.18.4 Aria compressa

Per la produzione e la distribuzione dell'aria compressa sarà riutilizzato l'impianto esistente, opportunamente modificato per tenere conto delle nuove utenze.

La centrale è dotata di un sistema centralizzato per ogni coppia di sezioni, situato in apposito edificio, in adiacenza all'edificio ausiliari delle sezioni 1-2 e delle sezioni 3 e 4. In ciascun edificio sono alloggiati:

- tre compressori azionati da motori elettrici a 6 kV, aventi ciascuno una portata di 1.800 Nm³/h e prevalenza 9 bar, per l'alimentazione della rete aria servizi e strumenti, di cui due normalmente in servizio e uno di riserva;

- un compressore azionato da motore elettrico a 6 kV per il sistema di soffiatura con portata nominale di 4.500 Nm³/h e prevalenza 30 bar;
- un motocompressore di emergenza alimentato a gasolio per le utenze essenziali di gruppo necessarie anche nel caso di mancanza dell'energia elettrica avente portata nominale di 2.000 Nm³/h e prevalenza 9 bar.

L'aria compressa prodotta dai compressori giunge in parallelo sia ai serbatoi aria servizi sia ai serbatoi aria strumenti (in totale 8 serbatoi polmone da 15 m³ cadauno).

L'aria strumenti, prima di giungere nei serbatoi di stoccaggio, viene refrigerata e poi essiccata per eliminare qualsiasi traccia di umidità.

3.4.18.5 Acqua raffreddamento componenti

Per il raffreddamento dei componenti ausiliari verrà riutilizzato l'esistente sistema in ciclo chiuso opportunamente modificato per alimentare le nuove utenze. L'acqua utilizzata per il raffreddamento dei singoli componenti sarà acqua demineralizzata additivata, in ciclo chiuso.

L'acqua transiterà all'interno dei fasci tubieri degli scambiatori, cederà calore all'acqua di raffreddamento in ciclo aperto, prelevata e restituita dal fiume Po, attraverso il circuito esistente.

3.4.18.6 Sistema antincendio

Dalla esistente rete antincendio di centrale saranno opportunamente derivate alimentazioni per la protezione dei nuovi componenti e per l'ampliamento della rete idranti di centrale. Inoltre, sarà attivata una rete di rilevamento incendi per la protezione delle apparecchiature di nuova installazione, ivi compreso il parco di stoccaggio delle biomasse.

Per le nuove aree, interessate dalle installazioni di apparecchiature (stoccaggio e movimentazione solidi, impianto produzione acqua industriale, evaporatore cristallizzatore, etc.) sarà realizzata la rete degli idranti e gli idonei sistemi attivi di difesa antincendio: sistemi di rivelazione automatica d'incendio, impianti di spegnimento fissi, automatici o manuali, ad acqua, a polvere o a gas estinguenti, estintori portatili e carrellati.

Il sistema di movimentazione del carbone sarà protetto da un sistema di rilevazione incendi a bulbi di quarzo o termocoppie sensibili. A seguito della segnalazione di allarme in Sala Manovre, proveniente dai bulbi di quarzo o dalle termocoppie sensibili, sarà possibile telecomandare l'intervento del sistema antincendio fisso relativo all'area interessata, andata in allarme.

Adeguati sistemi di ventilazione assicureranno il necessario ricambio di aria sia al sistema delle torri sia ai nastri di movimentazione del carbone.

A protezione dei mulini saranno dedicate batterie fisse di bombole di CO₂ o azoto per l'inertizzazione degli stessi. L'incendio o il sospetto d'incendio all'interno di un mulino determinerà il suo isolamento e il suo riempimento con il gas.

Per quanto riguarda la protezione antincendio del parco cippato, lungo le strade perimetrali e lungo le corsie di separazione dei cumuli saranno posizionati idranti, idranti sottosuolo e monitori ad acqua auto-oscillanti.

I sistemi di rivelazione incendio saranno realizzati secondo le norme UNI EN 54-1/54-2 e UNI9795 con riporto di display alfanumerici e/o pannelli con segnalazioni acustiche e luminose dedicate sui quadri antincendio e a pagina video su monitor in Sala Manovra.

Prima dell'entrata in esercizio, l'impianto sarà sottoposto ad accertamento, da parte dei Vigili del Fuoco, per procedere al controllo dell'osservanza delle prescrizioni eventualmente impartite in sede di esame del progetto e per il rilascio del nuovo "Certificato Prevenzione Incendi".

3.5 OPERE PRINCIPALI COSTITUENTI L'IMPIANTO

L'impianto occupa una superficie complessiva di circa 2.350.000 mq di proprietà dell'Enel. L'ubicazione della Centrale è riportata nella **corografia n. PO0.0000.DIA.ATSV.P401** e nell'**estratto di mappa catastale** (Protocollo 3048 del 16 settembre 1994). La sistemazione generale del nuovo impianto è riportata nel **disegno n. PO0.0000.DIA.ATSV.P404**, mentre le viste e le sezioni di impianto sono illustrate nel **disegno n. PO0.0000.DIA.ATSV.P406**. L'area dell'impianto rimarrà invariata anche dopo gli interventi di conversione a carbone. Nel seguito verranno descritte le principali aree occupate da edifici ed apparecchiature che costituiscono l'impianto.

La sala macchine esistente ha una superficie di forma rettangolare di circa 18.500 m² per un volume complessivo di circa 633.000 m³. All'interno saranno disposte le turbine a vapore e relativi ausiliari, i condensatori e relativi ausiliari, le pompe estrazione condensato, il sistema di trattamento del condensato, il ciclo termico e le turbopompe di alimento, gli alternatori ed i relativi ausiliari nonché i quadri elettrici per le eccitatrici ed i servizi ausiliari. La sala macchine è dotata inoltre di carro ponte a due ganci per la movimentazione delle apparecchiature.

Le quattro nuove caldaie e i relativi ausiliari (ventilatori aria, riscaldatori aria vapore e i riscaldatori rigenerativi aria gas) e i quattro nuovi denitrificatori catalitici occuperanno una superficie di circa 14.000 m² per un volume complessivo di circa 1.000.000 m³. Subito davanti alle caldaie saranno realizzati i filtri a manica che occuperanno un'area di circa 4.500 m² per un volume di circa 160.000m³.

A Nord, in prossimità del fiume Po (Po di Pila) sono situate le esistenti opere dell'acqua di raffreddamento della Centrale le quali occupano un'area di circa 6.000 m². Sempre in prossimità del fiume (Po di Pila) sarà ristrutturata la darsena. L'area occupata dalla nuova darsena sarà pari a circa 18.000 m².

Ad Est della Centrale nell'area compresa tra la ciminiera esistente e il canale in comunicazione con il mare (Sacca del Canarin) saranno realizzati i desolficatori con i relativi ausiliari (ventilatori indotti, scambiatori rigenerativi gas-gas, serbatoi ricovero sospensione ed edifici ausiliari desolficatori, condotti gas, ecc.), che occuperanno un'area di circa 12.000 m² per un volume di circa 150.000m³.

A Nord-Est nell'area attualmente occupata da 2 serbatoi da 50.000 m³ del parco Nord che saranno demoliti saranno realizzati il capannone di stoccaggio del calcare e i relativi impianti di macinazione e preparazione della sospensione, l'edificio filtrazione e il capannone di stoccaggio del gesso, nonché i sili delle ceneri. L'area complessiva occupata dai suddetti impianti sarà pari a circa 20.000 m².

A Sud della Centrale nell'area compresa tra il parco combustibili sud e la Centrale stessa saranno realizzati i due capannoni a cupola "dome" per lo stoccaggio del carbone i quali occuperanno un'area 35.000 m² per un volume di circa 620.000m³.

Sempre a sud oltre i capannoni a cupola per lo stoccaggio del carbone, al posto di uno dei quattro serbatoi dell'olio da 100.000 m³ demoliti, sarà realizzato il parco di

stoccaggio delle biomasse. L'area complessiva occupata dal parco del cippato sarà pari a circa 36.000 m².

All'interno della Centrale l'area destinata ai servizi di impianto quali uffici, laboratori, officine e magazzini, occupa una superficie di circa 9.000 m², l'area destinata ai servizi di portineria e spogliatoi occupa una superficie di circa 1.800 m² mentre l'area destinata alla mensa occupa una superficie di circa 1.300 m².

Ad ovest della Centrale è situata l'esistente stazione elettrica in alta tensione per il collegamento alla rete elettrica nazionale che occupa una superficie di circa 70.000 m².

3.6 SUPERFICI E VOLUMI

Nelle tabelle seguenti sono riportati i volumi e le superfici occupati dalle strutture di Centrale nella situazione attuale, delle opere da demolire e dalle nuove apparecchiature previste dal progetto di conversione a carbone.

(*) I volumi indicati sono ricavati da valutazioni preliminari suscettibili di modeste variazioni che potranno derivare dalla aggiudicazione delle rispettive gare e dal progetto esecutivo.

Situazione attuale	VOLUMI [m ³]	SUPERFICI [m ²] (*)
Intero Impianto	2.450.000	2.350.000

Demolizioni (sopra piano campagna)	VOLUMI [m ³]	SUPERFICI [m ²]
N° 4 Caldaie e Ljungstroem	640.000	10.000
Condotti aria, condotti fumo, ventilatori	49.000	10.000
Precipitatori elettrostatici	130.000	4.500
N° 2 Serb. da 50.000 m ³ (Parco Nord)	100.000	185.000
N° 4 Serb. da 100.000 m ³ (Parco Sud)	400.000	
Bacini di contenimento serbatoi	100.000	
Stazioni discarica autobotti olio combustibile	15.000	3.500
Vasche di accumulo fanghi e ceneri da nafta	- - -	18.000
Darsena esistente	- - -	1.500
Totale	1.434.000	232.500

Nuove costruzioni (sopra piano campagna)	VOLUMI m ³	SUPERFICI m ²
N°4 Caldaie complete di bunker, DeNOx e Ljungstroem	1.000.000	14.500
N° 4 Filtri a manica, condotti fumo caldaia	160.000	4.500
Condotti fumo principali	35.000	6.000
N° 4 DeSOx + riscaldatori fumi	150.000	12.000
N° 4 Sili di stoccaggio ceneri	48.000	3.000
Nuovi pipe rack tubazioni	15.000	3.000
Nastri trasporto carbone, gesso, calcare	60.000	12.000
N° 2 Capannoni circolari per stoccaggio carbone	620.000	35.000
Capannone stoccaggio e impianto trattamento gesso	85.000	10.000
Sili stoccaggio e impianto trattamento calcare	40.000	6.000
Torri carbone	30.000	2.000
Impianto trattamento acque (cristallizzatore/evaporatore) + produzione H ₂ O industriale	20.000	2.500
Impianto stoccaggio, dissoluzione urea e produzione NH ₃	5.000	2.000
Banchina attracco chiatte + pontile	-----	18.000
Parco cippato	-----	36.000
Edificio ausiliari biomasse	12.000	1.400
Totali	2.280.000	167.900

Differenza tra nuove costruzioni e demolizioni	VOLUMI (m ³)	SUPERFICI (m ²)
	+ 846.000	- 64.600

4 CRITERI DI PROGETTO RELATIVI AI MALFUNZIONAMENTI E AGLI ASPETTI INCIDENTALI

4.1.1 Generalità

I sistemi degli impianti termoelettrici Enel, come la Centrale di Porto Tolle, sono realizzati con criteri di ridondanza tali da assicurare il corretto funzionamento anche in presenza di guasti o malfunzionamenti di singole apparecchiature. La probabilità di guasti alle apparecchiature e ai sistemi è ulteriormente ridotta grazie all'utilizzo di componenti di elevata qualità e operando un'efficace manutenzione e un corretto esercizio.

Sono previsti affidabili sistemi di controllo, protezione e supervisione che sovrintendono al buon esercizio dell'impianto evitando, attraverso l'uso estensivo di sequenze automatiche, funzionamenti non previsti a progetto, inoltre la centrale è presenziata da personale in turno continuo avvicendato 24 ore su 24.

4.1.2 Eventi naturali

Per quanto riguarda il rischio sismico, il territorio del Comune di Porto Tolle, con riferimento all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e successive modificazioni, è inserito in zona sismica 4 ($a_g = 0.05g$).

Per quanto riguarda il rischio idraulico, allo stato attuale delle conoscenze e sulla base di quanto riportato nel precedente studio per la trasformazione della centrale ad orimulsion, accompagnato da apposito studio idraulico, si può evidenziare che nel *"Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Delta del fiume Po"*, l'intera area del Delta del Po, e dunque il sito della Centrale di Porto Tolle, è esclusa da prescrizioni e vincoli in attesa di una specifica separata deliberazione.

4.1.3 Effluenti liquidi

I due serbatoi dell'olio combustibile non demoliti e i serbatoi gasolio sono protetti da bacini di contenimento completamente isolati dall'esterno. All'interno di ciascun bacino, una rete di raccolta convoglia i drenaggi all'ITAR e gli oli separati vengono stoccati e recuperati.

Le possibili perdite di combustibile all'esterno dei singoli bacini di contenimento dei serbatoi (stazioni di pompaggio, filtrazione, riscaldamento, etc.), sono protette da piazzali impermeabilizzati. Le pendenze dei piazzali, ove si prevedono versamenti di oli o di altre sostanze inquinanti, sono tali da convogliare lo scolo diretto delle sostanze e delle acque di lavaggio (o meteoriche) verso le fogne delle acque inquinabili che afferiscono al rispettivo impianto di trattamento.

Le acque reflue dell'ITAR saranno in parte recuperate per gli usi di centrale e in parte scaricate. Lo scarico avverrà dopo il consenso di una centralina di analisi prevista in coda all'impianto con misure in continuo di conducibilità, pH, torbidità, temperatura e contenuto di olio e ossigeno.

In caso di mancato consenso, i reflui saranno ricircolati in testa all'impianto per un successivo ciclo di trattamento. Gli spurghi del DeSOx e le acque inquinabili provenienti sempre dall'area DeSOx saranno integralmente recuperate grazie al nuovo impianto di evaporazione/cristallizzazione.

4.1.4 Sistemi relativi a depositi combustibili

4.1.4.1 Parchi carbone e relative infrastrutture

In relazione alla presenza di carbone nella Centrale di Porto Tolle, secondo il ciclo di lavorazione sotto riportato e descritto in dettaglio nei capitoli precedenti del presente studio,

CICLO LAVORAZIONE DEL CARBONE

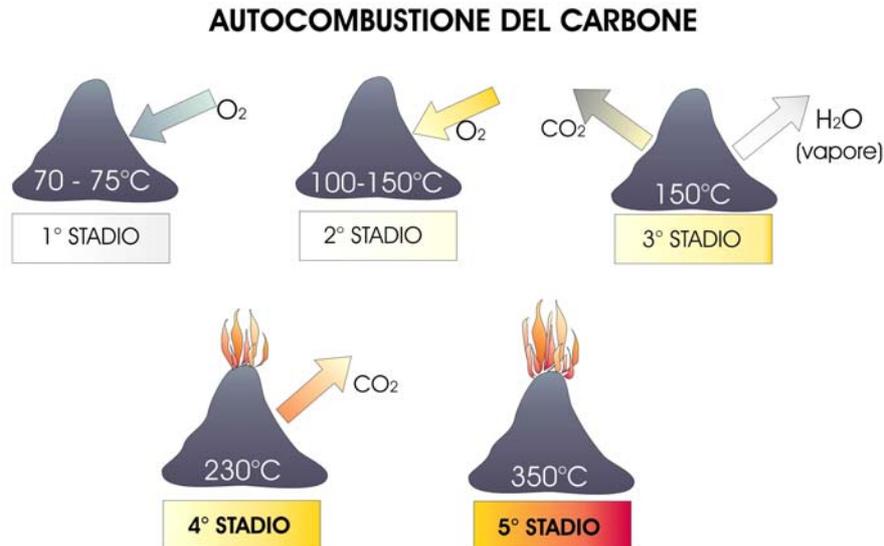
1. SCARICO DEL CARBONE DA NAVE
2. NASTRI TRASPORTATORI CARBONE
3. TORRI DI TRASFERIMENTO
4. PARCO CARBONE – CAPANNONI DI STOCCAGGIO
5. BUNKER
6. MULINI POLVERIZZATORI

sono stati valutati i seguenti rischi:

- 1° pericolo – AUTOCOMBUSTIONE
- 2° pericolo – INCENDIO SUI NASTRI
- 3° pericolo – INCENDIO SULLE TORRI DI SMISTAMENTO CARBONE
- 4° pericolo – INCENDIO NEI BUNKER – MULINI
- 5° pericolo – INCENDIO – SCOPPIO NEI CAPANNONI DI STOCCAGGIO CARBONE

Autocombustione

L'autocombustione è il risultato finale di un lento processo di ossidazione del carbone, in cui la velocità di produzione del calore di ossidazione eccede la velocità di dissipazione.



Il processo di ossidazione si svolge in sei stadi distinti:

- inizialmente il carbone comincia ad assorbire ossigeno lentamente con conseguente aumento della temperatura se il calore di ossidazione non viene rapidamente dissipato;
- al raggiungimento di circa 70°C ÷ 75°C la combustione spontanea diventa un pericolo imminente;
- favorita dalla temperatura, la reazione con l'ossigeno aumenta fino a che il carbone raggiunge temperature di 100°C ÷ 150°C;
- a 150 °C cominciano a svilupparsi anidride carbonica e vapor d'acqua;
- la liberazione di anidride carbonica continua fino alla temperatura di 230 °C, temperatura alla quale può aversi già l'autocombustione spontanea;
- l'ultimo stadio si verifica a 350 °C allorché il carbone si accende e brucia vigorosamente.

La prevenzione dell'autocombustione si basa essenzialmente sulla riduzione dei tempi di stoccaggio e sulla limitazione dell'ingresso dell'aria all'interno del mucchio di carbone ottenuta per mezzo di una buona compattazione.

Incendio-scoppio di polverino da carbone

Il pericolo più grave che può essere ipotizzato è quello dello scoppio che può avvenire in ambiente confinato.

A tale proposito si fa notare che quando in un ambiente chiuso di volume V_0 c'è un rilascio di vapori e/o polveri leggere (nella fattispecie polverino di carbone) del volume V_1 il rapporto $\delta = V_1/V_0$ è detto comunemente rapporto di detonanza.

La tabella di seguito riportata indica i valori di detto rapporto per le varie sostanze:

	Temperatura di accensione °C	Campo d'infiammabilità nell'aria % in volume	Potere Calorifico Kcal/Kg
Acetilene	300	1,5  82	11.750
Alcool metilico	455	5,5  26,5	5.280
Benzine	280	0,7  19,2	10.500
Butano	365	1,5  8,5	11.800
Idrogeno	560	4,0  75	29.000
Metano	537	5,0  15	11.950
Propano	466	2,1  9,5	11.080
Polverino $\Phi < 0,5$ mm	630	9,0  23	7.200

Il rischio di esplosione di polvere di carbone è simile a quello dei gas di vapori di liquidi infiammabili. L'ignizione di una nube di polvere dipende dalle impurezze e dalla resistenza delle miscele all'ignizione.

La sensibilità d'ignizione è funzione della temperatura mentre la gravità del danno è funzione della massima pressione dell'esplosione che è maggiore nei locali di limitato volume dove è minore l'espansione del gas.

Nelle grandi cupole, per il volume e per l'areazione naturale esistente, la possibilità di formazione di miscela tonante è molto ridotta.

Quando si verifica un'esplosione di polvere si formano prodotti gassosi che vengono rilasciati ed elevano la temperatura nell'ambiente confinato. Poiché i gas quando riscaldati si espandono, le pressioni distruttive del valore di circa $10 \div 15$ kg/cm² si esercitano sugli ambienti circostanti a meno che non vengano realizzate, come in questo caso, aperture per rilasciare i gas caldi ed evitare così le pressioni pericolose.

La dispersione del polverino nell'atmosfera è più difficile di quella dei vapori dei liquidi infiammabili.

Il Lower Explosive Limit (L.E.L.), concentrazione minima di polverino è di 9% per $\Phi < 0,8$ mm.

Quindi è necessario, per ridurre al minimo il rischio di esplosioni nei locali chiusi:

- evitare il deposito di una quantità di polverino che possa raggiungere il valore minimo della concentrazione esplosiva all'interno dei canali che racchiudono i nastri trasportatori, sia nei locali di smistamento sia nelle tramogge, sia sotto la grande cupola;
- in tutti gli ambienti chiusi è necessario che il rapporto polverino di carbone-aria sia inferiore al 9%.

Le possibilità sono due:

- evitare la produzione di polverino quindi ($V1 \Rightarrow 0$);
- aumentare $V0$ il più possibile. ($V0 \Rightarrow \infty$).

Per la prevenzione dei fenomeni di autocombustione, incendio/scoppio del polverino di carbone, il sistema di movimentazione del carbone (nastri e torri) sarà protetto con un sistema di rilevazione incendi a bulbi di quarzo o termocoppie sensibili, un nuovo impianto antincendio ad acqua frazionata in corrispondenza delle torri e da nastri lungo le passerelle del ponte nastri.

A seguito della segnalazione di allarme in Sala Manovre proveniente dai bulbi di quarzo o dalle termocoppie sensibili sarà possibile telecomandare l'intervento del sistema antincendio fisso relativo all'area interessata, andata in allarme. Inoltre l'impianto trasporto carbone sarà dotato di una rete di sorveglianza costituita da telecamere dislocate sulle torri e lungo i nastri facenti capo ad un unico quadro installato in Sala Manovre.

I carbonili coperti saranno dotati di:

- macchina per la messa a parco e la ripresa del carbone con controllo a distanza;
- sistema di rilevamento di eventuali fenomeni di autocombustione mediante telecamere visive e termosensibili con visualizzazione e allarme riportate su monitor in Sala Manovre;
- porte di accesso alle cupole dei carbonili coperti e adeguata viabilità per l'ingresso di bulldozer per la eventuale movimentazione e compattazione del carbone;
- accessi indipendenti per il personale alle cupole e idonee vie di fuga;
- sistema antincendio fisso con monitori ad acqua o ad acqua nebulizzata all'interno dei carbonili e rete idranti all'esterno.

Adeguati sistemi di ventilazione assicureranno il necessario ricambio di aria sia al sistema torri e nastri di movimentazione carbone sia ai due carbonili coperti, per prevenire eventuali formazioni di miscele esplosive aria-gas. In particolare fra il cordolo di cemento dove poggia la struttura del "dome" e l'inizio della copertura vi è uno spazio sufficiente alla circolazione dell'aria a tiraggio naturale. Nella parte superiore del "dome" saranno praticate delle aperture idonee a garantire il giusto tiraggio all'interno della struttura. La ventilazione sarà idonea a permettere lo smaltimento della miscela di gas che il carbone emette naturalmente.

A protezione dei mulini saranno dedicate batterie fisse di bombole di CO₂ o azoto per l'inertizzazione degli stessi. L'incendio o il sospetto d'incendio all'interno di un mulino determina il suo isolamento e il suo riempimento con il gas.

I locali e i cavedi degli edifici ausiliari saranno protetti da idonei impianti di rivelazione.

I sistemi di rivelazione incendio saranno realizzati secondo le norme UNI EN 54-1/54-2 e UNI9795 con riporto di display alfanumerici e/o pannelli con segnalazioni acustiche e luminose e visualizzazione su monitor in Sala Manovre.

4.1.4.2 Parco stoccaggio biomasse vegetali legnose e relative infrastrutture

Per quanto attiene alla presenza di biomassa vegetale legnosa, secondo esperienze e prove di impianti esistenti in altri paesi, e come riportato nella norma tecnica NFPA 230 "Standard for the Fire Protection of Storage", Appendix E "Guidelines for Storage of Forest Products", item E-5 "Outside Storage of Wood Chips", possono verificarsi due tipologie d'incendio completamente differenti: incendi di superficie e incendi interni.

Gli incendi interni vengono generati da un surriscaldamento interno spontaneo provocato dalla decomposizione con degrado termico di pezzi di corteccia, foglie e parti sottili presenti nel cumulo o per degrado del cippato stesso causa lungo periodo di

stoccaggio; tale surriscaldamento può progressivamente portare, sotto certe condizioni, a fenomeni di autocombustione.

I fuochi superficiali possono derivare dal riscaldamento esotermico di parti sottili molto secche sulla superficie dei cumuli in presenza di tempo meteorologico caldo e secco.

L'area a rischio specifico d'incendio è pertanto costituita dall'intero deposito.

Per la prevenzione di tali fenomeni il deposito viene realizzato in un'area dedicata, localizzata sul lato Sud della centrale stessa.

L'accessibilità al deposito è costituita da strada carrabile di larghezza idonea al transito degli automezzi che corre su tutto il perimetro del deposito.

Il deposito è suddiviso in cumuli di dimensioni in pianta alla base pari a 30 x 70 m ed una altezza di 6 m, separati tra loro da corsie larghe circa 10 m.

La permanenza dei materiali nel deposito, in condizioni di normale funzionamento della centrale, non è superiore ad 1 mese.

Il fondo del deposito è inoltre asfaltato e dotato di idonee pendenze in modo da drenarlo e convogliare l'acqua in apposita vasca di recupero e invio al trattamento.

Le corsie di separazione e la strada di accesso costituiscono un adeguato sistema di vie di esodo e di accesso dei mezzi di soccorso.

Il deposito sarà dotato di torri faro che garantiranno l'illuminazione durante tutta la notte ed anche l'illuminazione d'emergenza.

Le torri faro sono auto-protette contro le scariche atmosferiche e gli impianti elettrici saranno a norma CEI.

Nella gestione del deposito, al fine di minimizzare i rischi d'incendio, verranno adottate le seguenti procedure operative:

- il deposito viene regolarmente ispezionato da personale addestrato;
- gli scarti e il legname vecchio vengono asportati dalla base dei cumuli;
- il legname non rimane stoccato per un tempo superiore a 1 mese;
- la qualità delle schegge viene controllata in termini di percentuale di materiali sottili;
- la concentrazione dei materiali sottili deve essere evitata nella costituzione dei nuovi cumuli;
- i cumuli vengono regolarmente umidificati in modo da evitare anche che i materiali sottili sulla superficie si secchino troppo con tempo atmosferico troppo secco.

Al fine di ridurre la probabilità di sviluppo di incendi, e l'entità dei danni in caso di sviluppo di incendio, lungo le strade perimetrali e lungo le corsie di separazione dei cumuli saranno posizionati idranti, idranti sottosuolo e monitori ad acqua auto-oscillanti.

4.1.5 Prevenzione incendi

La prevenzione e la protezione antincendio nelle centrali termoelettriche, è regolata da disposizioni di legge e norme tecniche unificate che hanno lo scopo di garantire un elevato standard di sicurezza.

Enel integra le disposizioni legislative e le norme tecniche italiane con normative internazionali e standard propri derivati essenzialmente dall'esperienza maturata sia nella fase di costruzione che di esercizio degli impianti.

Il controllo della sicurezza antincendi è affidato al Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco da disposizioni legislative.

Il Decreto Ministeriale 16 Febbraio 1982, inserisce le centrali termoelettriche nel loro complesso, e i singoli impianti che le compongono, fra le attività soggette alle visite di prevenzione incendi, per le quali deve essere richiesto il Certificato di Prevenzione Incendi di validità triennale.

In accordo al DPR 29 Luglio 1982, n. 577 il controllo dei VVF si esplica attraverso:

- l'esame preventivo dei progetti;
- le visite, a lavori ultimati, per il controllo dell'esecuzione delle prescrizioni eventualmente impartite;
- il rilascio del Certificato di Prevenzione Incendi;
- le visite periodiche, per il rinnovo del Certificato di Prevenzione Incendi.

Risulta evidente che le caratteristiche di sicurezza della Centrale termoelettrica, ai fini della prevenzione incendi, sono accuratamente valutate e confrontate con la normativa di riferimento vigente e applicabile sia da parte dei progettisti che successivamente da parte degli organi istituzionali di controllo.

L'esperienza dimostra inoltre che nell'esercizio delle centrali termoelettriche non sono mai avvenuti incidenti che abbiano avuto una qualche conseguenza nei confronti dell'esterno e dello stesso personale di esercizio.

La Centrale di Porto Tolle, attualmente in esercizio, è dotata di adeguati sistemi di prevenzione e protezione antincendio ed è provvista di Certificato di Prevenzione Incendi rilasciato dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Rovigo in data 18 giugno 2002 attualmente in fase di rinnovo.

Per gli interventi di conversione a carbone, tali sistemi saranno modificati ed integrati come precedentemente detto, tenendo conto dei moderni criteri di protezione ed alla luce della vigente normativa. In particolare, nella fase di progettazione esecutiva, il progetto sarà sottoposto al "Parere di conformità" dei vigili del fuoco ai sensi del DPR n.37 del 1998 e DPR n.577 del 29 luglio 1982. L'entrata in esercizio dell'impianto dopo la conversione a carbone è inoltre subordinata al rilascio del nuovo Certificato di Prevenzione Incendi da parte del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Rovigo.

4.1.6 Gestione dell'emergenza

La gestione degli interventi di emergenza è stata pianificata con apposita procedura nell'ambito del Sistema di Gestione Ambientale implementato dalla centrale.

In caso di emergenza, il personale è stato addestrato, in funzione delle proprie competenze, ad eliminare o ridurre le situazioni di pericolo delle quali sia venuto a conoscenza.

La segnalazione di evento grave viene indirizzata alle Sale Manovre (sempre presidiate) nel più breve tempo possibile, utilizzando i mezzi di comunicazione esistenti sull'impianto (telefoni, interfoni, etc.) o direttamente. Ricevuta la segnalazione, è competenza del personale di turno provvedere ad attivare il segnale generale di allarme dando avvio alla "procedura operativa per interventi di emergenza" e valutando la necessità di chiamata dei soccorsi esterni od altro.

All'attivazione del segnale d'allarme vengono costituite due squadre di emergenza, la cui composizione e le modalità di intervento sono definiti nella succitata procedura. La prima squadra è formata da personale di esercizio addetto alla conduzione dei gruppi termici, mentre la seconda squadra è composta da personale di esercizio in orario normale e da personale di manutenzione in turno di reperibilità, presente in orario giornaliero normale o reperibile su chiamata telefonica negli altri casi.

Le dotazioni antinfortunistiche, le attrezzature, i mezzi e i materiali indicati nella "procedura operativa per interventi di emergenza" devono essere obbligatoriamente utilizzati dal personale quando le esigenze specifiche lo richiedano; essi devono, altresì, essere messi a disposizione delle Autorità coinvolte (Capitaneria di Porto di Chioggia, Protezione Civile, etc.) qualora queste ne facciano richiesta.

Tutti gli impianti antincendio della centrale sono muniti di un'apposita scheda di prova in cui si riportano i titoli e la relativa scadenza di prova. Ogni scheda di prova è corredata da una breve descrizione dell'impianto cui si riferisce nonché della modalità di esecuzione della prova stessa e del successivo ripristino dell'impianto a prova avvenuta.

4.1.7 Normativa di riferimento

Decreto del Presidente della Repubblica del 27 aprile 1955 n°547 "Norme per la prevenzione degli infortuni su lavoro" e successive circolari integrative.

Decreto Ministeriale del 31 luglio 1934 "Approvazioni delle Norme di sicurezza per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego o la vendita di oli minerali" e successive circolari integrative e di aggiornamento.

Decreto Ministeriale del 16 febbraio 1982 "Modificazioni del Decreto Ministeriale 27 settembre 1965, concernente la determinazione delle attività soggette alla visita di prevenzione incendi".

Decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 577 "Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e di vigilanza antincendi".

Decreto Ministeriale 26 giugno 1984 "Classificazione di reazione al fuoco ed omologazione dei materiali ai fini della prevenzione incendi".

Decreto del Presidente della Repubblica n.37 del 12 gennaio 1998 "Regolamento recante le discipline dei provvedimenti relativi alla prevenzione incendi".

Decreto Ministeriale del 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

Norme "National Fire Protection Association":

- NFPA 11 - Low Expansion Foam and Combined Agent Systems;
- NFPA 11A - Medium and High Expansion Foam Systems;
- NFPA 12 - Carbon Dioxide Extinguishing Systems;
- NFPA 13 - Sprinkler Systems;
- NFPA 14 - Standpipe and Hose Systems;
- NFPA 15 - Water Spray Fixed Systems;
- NFPA 72 - National Fire Alarm Code;
- NFPA 850 - Fire Protection for Electric Generating Plants.
- NFPA 230 - Standard for the Fire Protection of Storage", Appendix E "Guidelines for Storage of Forest Products", item E-5 "Outside Storage of Wood Chips

Norme Concordato Italiano Incendi per:

- Impianti automatici a pioggia;
- Impianti automatici di rivelazione incendi;

Norme Comitato Elettrotecnico Italiano:

- CEI 64-2;
- CEI 1138-1;
- CEI 111-8;

Norme UNI:

- UNI EN54 Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio.
- UNI 19485 Idranti a colonna soprassuolo in ghisa;
- UNI 9489 Impianti fissi di estinzione automatica a pioggia (Sprinkler);
- UNI 9490 Alimentazioni idriche per impianti automatici antincendio;
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio.

Tabella Ia
Caratteristiche di riferimento del carbone

Descrizione	Unità di misura	Valori di riferimento	Estremi variazione
PCS	Kcal/kg	6.250	6.190÷7.042
PCI	Kcal/kg	6.025	5.955÷6763
Umidità	%	8,0	6,53÷15,53
Ceneri	%	11,0	3,53÷18
Volatili	%	26,0	23,1÷38,4
Zolfo	%	0,6	03÷1,0
Idrogeno	%	3,5	3,5÷4,81
Carbonio	%	66,4	63,39÷71,93
Azoto	%	1,4	1,19÷1,58
Ossigeno	%	6,1	5,92÷11,47
Cloro	%	0,014	0,001÷0,03
Fluoro	Ppm	34,6	9,1÷60

Tabella Ib
Caratteristiche di riferimento della biomassa vegetale legnosa

Origine: Biomassa vergine, trattata solo meccanicamente come da DPCM 8 marzo 2002				
Tipologia commerciale:		cippato di legno (CTI R03/1)		
Dimensioni (mm)				
Frazione principale > 80 % della massa	frazione fine < 5%	frazione grossolana <1%;	Totale 100%	ASTM D197
3,15 P 63 mm	<1mm	> 100mm	<150mm	
Umidità (% peso, sul tal quale)				
40%		ASTM D5142		
Massa volumica apparente				
200 kg/m ³ sfuso		ASTM D167		
Inerti				
Percentuale massima 2% w/w				
Dimensione massima 25 mm				
	Unità di misura			
Potere calorifico inferiore	MJ/kg (d.a.f)	>15.0	ASTM D3286	
Ceneri e inerti	(% w/w d)	<2.5	ASTM D5142	
Volatili	(% w/w d)	70	ASTM D5142	
Cl	(% w/w daf)	<0.1	ASTM D2361	
Na	(mg/kg d)	<200	ASTM PS 5296	
K	(mg/kg d)	<1500	ASTM PS 5296	

% w/w: percentuale in peso

d: dry (secco)

daf: dry ash free (secco e senza ceneri)

Tab. II**Emissioni in atmosfera**

Sezioni	Camino		Fumi		Emissioni mg/Nm ³ (*)		
	H (m)	d (m)	Portata tal quali (Nm ³ /h)	Temp. (°C)	SO _x	NO _x	Polveri
1	250	4x5,8	2.100.000	90	200	100	30
2			2.100.000	90	200	100	30
3			2.100.000	90	200	100	30
4			2.100.000	90	200	100	30

NOTE ALLA TABELLA:

(*) Valori riferiti ai fumi secchi ed al tenore di ossigeno di riferimento: 6%.

Tabella III

Caratteristiche tecniche principali dell'impianto e dei componenti principali

a) Le prestazioni delle nuove sezioni sono indicate nel disegno n. PO0.0000.TIL.ATSV.P308. In particolare, si evidenziano i seguenti dati:

- | | |
|---|---------------|
| ▪ potenza lorda sezione a vapore ai morsetti alternatore: | circa 660 MW; |
| ▪ potenza netta della sezione: | circa 634 MW; |
| ▪ rendimento complessivo netto: | circa 44,6 %. |

b) parametri termodinamici del ciclo vapore al carico nominale continuo CNC

- | | |
|---|-----------|
| ▪ produzione vapore | 1.845 t/h |
| ▪ pressione vapore uscita SH2 | 257 bar |
| ▪ temperatura vapore uscita SH2 | 604 °C |
| ▪ portata vapore uscita RHC | 1.538 t/h |
| ▪ pressione vapore uscita RHC | 55 bar |
| ▪ temperatura vapore uscita RHC | 612 °C |
| ▪ portata vapore ingresso sez. B.P. turbina a vapore | 1.190 t/h |
| ▪ pressione vapore ingresso sez. B.P. turbina a vapore | 7,3 bar |
| ▪ temperatura vapore ingresso sezz. B.P. turbina a vapore | 306 °C |
| ▪ pressione del vapore allo scarico della turbina | 0,042 bar |
| ▪ temperatura del condensato mandata pompe E.C. | 30 °C |
| ▪ temperatura acqua alimento ingresso caldaia | 310 °C |

c) caratteristiche tecniche del macchinario principale

Turbine a vapore (nuove)

- | | |
|---------------------|----------------|
| ▪ Numero | 4 |
| ▪ Tipo | a 4 cilindri |
| ▪ Velocità nominale | 3.000 giri/min |
| ▪ Potenza nominale | 660 MW |

Condensatori (esistenti)

- | | |
|------------------------------------|---------------------|
| ▪ Numero | 4 |
| ▪ Tipo | a singolo passaggio |
| ▪ Pressione progetto lato mantello | 0,050 bar |

Alternatori (esistenti)

- | | |
|----------------------|--------------------|
| ▪ Numero | 4 |
| ▪ Potenza nominale | 750 MWA |
| ▪ Tensione nominale | 20 kV |
| ▪ Fattori di potenza | 0,9 rit / 0,95ant. |
| ▪ Velocità | 3000 giri / min |

- Tipo raffreddamento rotore idrogeno
- Tipo raffreddamento statore acqua demi

Trasformatori principali (esistenti)

- Numero 8
- Potenza nominale 370 MVA
- Rapporto di trasformazione 400/20 kV

Trasformatori di unità TU (nuovi)

- Numero 4
- Potenza nominale 70/35/35 MVA (ONAF)
- Rapporto di trasformazione 20/6 kV

Trasformatori di avviamento TAG (nuovi)

- Numero 2
- Potenza nominale 70/35/35 MVA (ONAF)
- Rapporto di trasformazione 132/6 kV

Ciminiere (esistenti)

- Numero 1
- Tipo mutliflusso
a 4 canne metalliche
- Altezza 250 m
- Diametro interno singola canna 5,8 m
- Temperatura fumi in uscita ~ 90°C
- Velocità fumi in uscita 29 m/s

Tabella IV

Bilancio generale di massa dell'impianto

Ingressi

Ingressi		
Descrizione	Valore	Unità di misura
COMBUSTIBILI:		
Carbone	4x200	t/h
ACQUA		
Acqua di circolazione	4x20	m ³ /s
Acqua per usi industriali	3.650.000	m ³ /anno
Acqua potabile	50.000	m ³ /anno
REAGENTI		
Calcare	180.000	t/anno
Urea	13.000	t/anno

Uscite		
Descrizione	Valore	Unità di misura
EMISSIONI		
Portata fumi tal quale	4 x 2.100.000	Nm ³ /h
Portata fumi secchi (*)	4 x 2.000.000	Nm ³ /h
SO ₂	200	mg/Nm ³
NO _x	100	mg/Nm ³
CO	250	mg/Nm ³
Polveri	30	mg/Nm ³
EFFLUENTI LIQUIDI		
Acque reflue	900.000	m ³ /anno
RESIDUI SOLIDI		
Fanghi	6.000	t/anno
Gesso	300.000	t/anno
Ceneri	550.000	t/anno
Sali cristallizzati	5.000	t/anno

(*) Riferito a gas normalizzati secchi riportati ad un tenore di ossigeno pari al 6%.

Tabella V

Confronto tra situazione attuale e dopo interventi di conversione a carbone

Tab. V/a - Dati caratteristici di impianto

CARATTERISTICHE PRINCIPALI Sezioni 1÷4	Situazione attuale	Dopo conversione a carbone
Potenza termica [MW]	6240	5.686
Potenza elettrica lorda [MW]	2640	2.640
Potenza elettrica netta [MW]	2560	2.536
Rendimento netto [%]	41	44,6
Portata fumi tal quale [Nm ³ /h]	8.000.000	8.400.000
Temperatura fumi [°C]	130-140	90
Olio Combustibile (t/h)	560	----
Carbone [t/h]	----	800

Tab. V/b - Effluenti ed emissioni

EFFLUENTI E EMISSIONI	Situazione attuale	Dopo conversione a carbone	Δ %
SO ₂ sezz 1-2-3-4 [mg/Nm ³]	400 ⁽¹⁾	200⁽²⁾	
SO₂ totale [t/h]	2,72	1,6	-41
NO _x sezz 1-2-3-4 [mg/Nm ³ come NO ₂]	200 ⁽¹⁾	100⁽²⁾	
NO_x totale [t/h]	1,36	0,80	-41
CO sezz. 1-2-3-4 [mg/Nm ³]	250 ⁽¹⁾	250⁽²⁾	
CO totale [t/h]	1,7	2,0	+18
Polveri sezz. 1-2-3-4 [mg/Nm ³]	50 ⁽¹⁾	30⁽²⁾	
Polveri totale [t/h]	0,34	0,24	-29
Potenza dissipata dal circuito di raffreddamento [MWt]	3.120	2650	-15
Acque di scarico da ITAR [m ³ /anno]	1.300.000	900.000	-31

(1) Riferito a gas normalizzati secchi riportati ad un tenore di ossigeno pari al 3%;

(2) Riferito a gas normalizzati secchi riportati ad un tenore di ossigeno pari al 6%.