

Committente:



CACIP S.p.A. Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari
Viale Diaz 86, 09125 Cagliari (CA)

Progetto:

**Revamping delle linee "A" e "B"
del termovalorizzatore
di Cagliari - Macchiareddu**

Progetto definitivo

Progettisti:

tbfpartner
Ingegneri e Consulenti

Strada Regina 70 T +41 91 610 26 26
Postfach E-Mail tbfti@tbf.ch
6982 Agno



R.P. Sarda s.r.l.
VIA GIOTTO, 7 SARROCH (CA)
TEL. 070 902036



Via Pitzolo 26 - Cagliari - tel. 070-454146
email: info@servinsri.it

Committente:

Progettista:

Titolo:

RELAZIONE GENERALE

Rev.	Data	Modifiche	Disegnato	Controllato
0	28.01.2016	Prima emissione	TOM	AC
1	31.10.2016	Seconda emissione	MSA	AC
2	15.06.2018	Revisione per verifica progetto	TOM	AC
3	25.07.2018	Aggiunte considerazioni su geotecnica + modifica valori garantiti di Hg e Cd+TI	TOM	AC
4				
5				

Scala:	Formato:	Data:	Documento no. :	Rev.
-	A4	25.07.2018	R.10.1000	3

Revisioni

Revisione	Data	Indicazione della modifica	Redatto	Verificato
0	28.01.2016	Prima emissione	PRL	AC
1	31.10.2016	Seconda emissione	PRL	AC
2	15.06.2018	Revisione per verifica progetto	PRL	AC
3	25.07.2018	Aggiunte considerazioni su geotecnica – modifica valori garantiti di Hg e Cd+TI	PRL	AC

Indice

1. Premessa	1
2. Scopo del progetto	2
3. Criteri utilizzati per le scelte progettuali	3
4. Inserimento dell'intervento	4
5. Configurazione generale dell'impianto	5
5.1 Dimensionamento dell'impianto	5
5.2 Parametri di esercizio	6
5.3 Inserimento nell'area e lay-out generale	6
6. Aspetti geologici geotecnici ed idrogeologici	7
7. Aspetti civili	10
7.1 Descrizione edificio esistente	10
7.2 Descrizione dell'intervento	10
7.2.1 Modifica altezza Edificio Forni in zona filtri	10
7.2.2 Zona combustione e produzione di vapore	11
7.2.3 Trattamento fumi e camino	11
7.3 Fasi operative di cantiere	11
7.4 Tipologie di opere civili	13
7.4.1 Demolizioni, rimozioni e ripristini	13
7.4.2 Scavi	13
7.4.3 Strutture in cemento armato e carpenteria metallica	13
7.4.4 Murature in blocchi di calcestruzzo vibrocompressi	14
7.4.5 Coperture	14
7.4.6 Finiture	14
8. Descrizione degli impianti di processo	15
8.1 Conferimento e stoccaggio rifiuti	15
8.2 Combustione e produzione di vapore	15
8.3 Trattamento fumi e camino	17
8.4 Ciclo termico e produzione di energia elettrica	21
8.5 Trattamento dei residui di combustione	22
8.6 Automazione dell'impianto	23
9. Impianti elettrici	24

9.1	Sistema della distribuzione elettrica	24
9.2	Distribuzione delle linee di alimentazione	25
9.3	Impianto di illuminazione	26
9.4	Collegamento elettrico alla rete nazionale	27
10.	Impianti ausiliari	28
10.1	Sostituzione torri di raffreddamento linee A, B ed R	28
10.2	Sostituzione dei compressori esistenti	28
11.	Opere provvisorie, ricollocamenti e adattamenti di impianti esistenti	29
11.1	Spostamento degli impianti di preparazione del latte di calce	29
11.2	Spostamento cabina di analisi fumi	29
11.3	Alimentazione elettrica linee esistenti	29
11.4	Strada perimetrale di stabilimento	30
11.5	Reti interrato nella zona esterna di futura installazione degli impianti	31
12.	Tempistica e programma indicativo del progetto	32
12.1	Progettazione ai fini autorizzativi	32
12.2	Iter autorizzativo ai fini AIA	32
12.3	Preparazione dei capitolati d'appalto e bandi di gara	33
12.4	Realizzazione delle opere	33
12.5	Supervisione dei lavori	33
12.6	Collaudi	34
13.	Indicazioni ambientali ai fini autorizzativi	35
13.1	Consumi di "utilities"	35
13.2	Livelli di emissione sonore attese	35
13.3	Emissioni atmosferiche	35
13.4	Produzione di rifiuti	36
13.5	Scarichi di processo	37
13.6	Consumo di materie prime	37
13.7	Emissione di odori verso l'esterno	38
13.8	Effetto sul traffico	38
13.9	Impatto sul paesaggio	38

1. Premessa

In provincia di Cagliari, nell'area industriale di Macchiareddu, esiste un impianto di smaltimento termico dei rifiuti, destinato all'eliminazione di una vasta gamma di rifiuti, che va dai solidi urbani agli ospedalieri pretrattati, ai tossico-nocivi, e prevede un ciclo di termodistruzione con recupero energetico. Inizialmente destinato al solo trattamento e depurazione delle acque industriali, l'attuale impianto, di proprietà del CACIP e gestito dalla Società TECNO-CASIC, si occupa non solo di reflui liquidi ma soprattutto dello smaltimento di rifiuti solidi.

Il CACIP, realizza, presso il sito ubicato nella zona Industriale di Cagliari, una straordinaria sinergia tra le sezioni di trattamento delle acque reflue, di termovalorizzazione dei rifiuti solidi "secchi", di selezione meccanica dei rifiuti indifferenziati e di compostaggio dei rifiuti organici, assicurando alla comunità un servizio a bassa tariffa e senza scopo di lucro.

L'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti del CACIP è dotato di tre linee di combustione con forno a griglia dalla capacità di incenerimento pari a circa 500 tonnellate/giorno complessive, destinate allo smaltimento di rifiuti solidi urbani, e di un forno rotativo per rifiuti speciali industriali ed ospedalieri trattati (con capacità pari a circa 100 tonnellate/giorno). La distruzione termica dei rifiuti con successivo recupero energetico prevede una fase iniziale di separazione degli organici dai rifiuti, con capacità di trattamento pari a circa 500 t/g, seguita dal caricamento della frazione vagliata secca ai forni, dove avviene la combustione (nel caso dei rifiuti ospedalieri è previsto il caricamento con l'intero imballaggio). Vi è inoltre un impianto di compostaggio per il trattamento e la valorizzazione della frazione organica proveniente dalla raccolta differenziata. Il calore contenuto nei fumi derivati dalla combustione viene ceduto alle caldaie ed il vapore surriscaldato prodotto alimenta due gruppi turboalternatori, producendo energia elettrica, che viene utilizzata in parte per autosostenere gli impianti ed in parte immessa direttamente in rete ENEL, con un valido ritorno economico.

Data l'oramai ventennale esercizio continuativo dell'impianto in esame e le esigenze sempre più stringenti in termini di smaltimento e trattamento dei rifiuti, in evoluzione verso risultati ambientali ottimali, il CACIP in data 10.11.2014 ha indetto una gara pubblica internazionale, avente per oggetto il progetto definitivo per il revamping delle linee A e B.

In base all'esito della procedura di gara, lo scrivente Raggruppamento Temporaneo era risultato affidatario dell'incarico di progettazione, in esecuzione del quale ha elaborato il presente progetto.

In data 27.10.2015 CACIP, con la sottoscrizione di apposito contratto, ha commissionato allo scrivente Raggruppamento Temporaneo l'incarico di stesura del progetto definitivo.

2. Scopo del progetto

Scopo del presente progetto è l'adeguamento tecnologico delle due linee d'impianto esistenti, denominate "A" e "B", e destinate allo smaltimento ed alla valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani.

Il progetto preliminare proposto prevede la realizzazione di due linee di termovalorizzazione, aventi una potenza termica nominale di 23.7 MW ciascuna, con combustione dei rifiuti su griglia in analogia alla tecnologia adottata attualmente, che prevede appunto forni a griglia.

Il progetto di revamping interesserà anche la capacità di produzione di potenza elettrica dell'impianto. Secondo l'impostazione del progetto preliminare, era prevista una nuova turbina a vapore, dimensionata "ad hoc" per sfruttare il vapore surriscaldato prodotto dalle nuove linee A e B. Dopo più attente riflessioni, in sede di progetto definitivo si è deciso di installare una nuova turbina di taglia ridotta ed in grado di trattare la quantità di vapore surriscaldato eccedente la capacità a pieno regime della turbina esistente. Grazie all'utilizzo in parallelo ed a pieno carico delle due turbine (quella esistente e quella nuova) la nuova configurazione d'impianto consentirà una produzione totale lorda di energia elettrica pari a circa 16 MW.

Gli interventi di adeguamento delle nuove linee hanno un impatto modesto sulle altre due linee di combustione esistenti (linea C e linea R, a forno rotante). Queste ultime infatti non saranno toccate, se non per quanto attiene un intervento sulla parte di ciclo termico, pertanto dette linee potranno essere mantenute in esercizio durante l'intera durata dei lavori, consentendo all'impianto di disporre sempre di una parziale capacità di smaltimento dei rifiuti.

Attraverso l'adozione delle più moderne tecnologie di trattamento dei fumi di combustione sarà inoltre possibile ridurre i valori di emissione di sostanze inquinanti da parte delle nuove linee A e B.

3. Criteri utilizzati per le scelte progettuali

L'impianto di termovalorizzazione è stato progettato con criteri atti ad ottenere un impianto efficiente, in grado di soddisfare i più stringenti requisiti di impatto ambientale e garantire un esercizio, che ponga sempre in primo piano la qualità dell'ambiente di lavoro e la sicurezza del personale coinvolto.

Particolare cura è stata posta nella definizione della planimetria, alla ricerca di semplicità di movimento degli operatori per aree funzionali, premessa indispensabile per la sicurezza. Tutte le componenti dell'impianto sono infatti progettate e disposte in modo tale che possano essere agevolmente ispezionate, revisionate o sostituite in breve tempo, con uno sforzo minimo ed in normali condizioni di lavoro.

Tutta la realizzazione sarà conforme alle normative e leggi vigenti e più in generale alle buone prassi di progettazione e costruzione. Il progetto prevede l'adozione di tecnologie che costituiscono l'attuale miglior stato dell'arte in materia (Rif. BREF, Agosto 2006 e successivo "draft" di Ottobre 2017)).

I nuovi impianti, incluse tutte le componenti e le attrezzature ausiliarie, sono stati concepiti e progettati in base ad elevati standard di qualità e dovranno essere realizzati e gestiti in accordo ai medesimi standard di qualità.

L'esercizio dell'impianto di termovalorizzazione è previsto in modo continuo, 24 ore al giorno per sette giorni alla settimana, con le sole fermate previste per la manutenzione programmata. Il funzionamento delle nuove linee sarà completamente automatizzato e gestito da un sistema di regolazione e controllo, tale che, in funzione di quanto impostato dall'operatore e di quanto rilevato dagli strumenti di processo, opportuni segnali verranno inviati agli organi di regolazione delle varie parti costituenti l'impianto, per l'adeguamento al carico richiesto e per il mantenimento dei parametri ottimali di funzionamento.

Ciascuna linea dovrà essere costruita con materiali, dotazioni e criteri tali da salvaguardarne l'integrità, anche in caso di guasto di singoli componenti, errori di manovra, avarie del sistema di regolazione e controllo.

La sezione di trattamento dei fumi, che ha un ruolo di primaria importanza soprattutto ai fini ambientali, è stata progettata in modo da:

- consentire il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla Legge;
- ottimizzare il consumo dei reagenti;
- minimizzare la produzione di residui;
- garantire la massima affidabilità di funzionamento;
- massimizzare il recupero di energia dai fumi;
- minimizzare il pennacchio visibile al camino.

4. Inserimento dell'intervento

Il sito oggetto di studio, Macchiareddu, ricade interamente nel territorio del Comune di Capoterra ed è ricompreso tra lo stagno di Cagliari ed aree agricole in cui sono anche installate attrezzature consortili-verde quali l'Osservatorio Ornitologico ed aree a verde agricolo di rispetto. Si localizza all'interno dell'area del Consorzio Industriale Provinciale di Cagliari, in un contesto vasto caratterizzato dall'alternanza di aree a destinazione agricola ed industriale.

L'area dell'impianto ha specifica destinazione ad attività industriali (Impianto CACIP), come si evince dall'estratto del Piano Territoriale Paesistico riportato qui sotto.

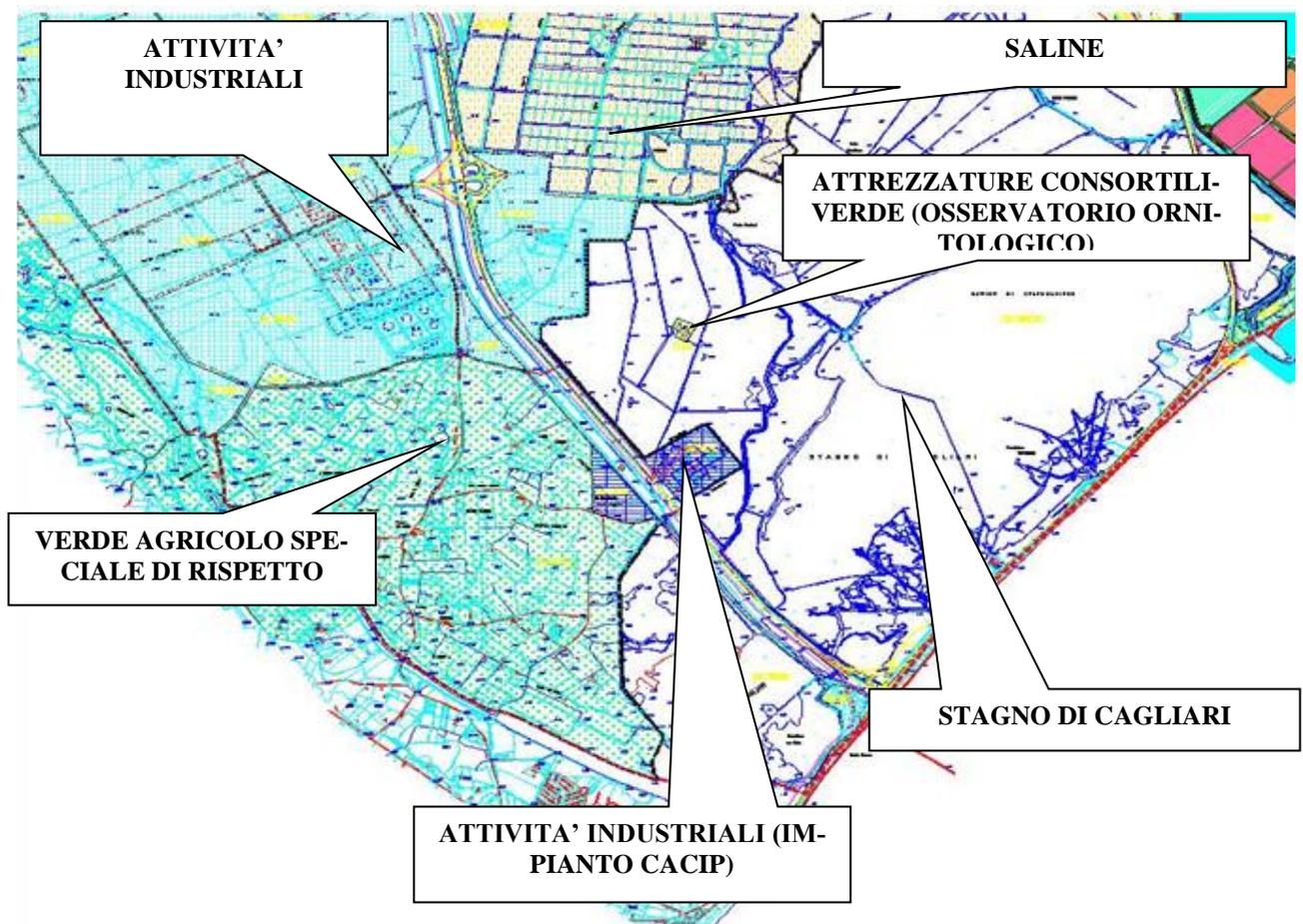


Figura 1: Estratto del Piano Territoriale Paesistico

Si ricorda per altro che l'intervento in discussione non comporta sostanziali modifiche del sito, in quanto riguarda la sostituzione di macchine ed il loro ammodernamento tecnologico con marginali opere civili. Si può pertanto affermare che l'intervento in oggetto non comporta variazioni peggiorative rispetto all'originale valutazione d'inserimento dell'impianto oggi in esercizio.

5. Configurazione generale dell'impianto

5.1 Dimensionamento dell'impianto

Le nuove linee A e B dell'impianto di termovalorizzazione di Cagliari-Macchiareddu saranno dimensionate per trattare il seguente quantitativo di Rifiuti Solidi Urbani (di seguito RSU):

- Linea A 6.25 t/h;
- Linea B 6.25 t/h;

per un totale di rifiuti trattati pari a 12.5 t/h.

Considerando che le nuove linee verranno progettate per poter essere esercite fino a 8'000 ore all'anno, il quantitativo annuo di rifiuti smaltibili ammonta a $12.5 \text{ t/h} \times 8'000 \text{ h/a} = 100'000 \text{ t/a}$.

Relativamente al potere calorifico medio dei rifiuti trattati, occorre tenere conto dell'attuale organizzazione dei servizi di raccolta dei RSU, che tendono sempre più verso il modello della raccolta differenziata "porta a porta".

Con quest'ultimo sistema di raccolta i rifiuti solidi urbani vengono suddivisi in diverse tipologie (es. umido, metalli, vetro, carta, plastica) e raccolti in maniera differenziata, al fine di avere un materiale raccolto il più possibile omogeneo e pronto ad essere avviato verso le operazioni di riciclo/recupero di materia.

A valle della raccolta differenziata resta il cosiddetto "residuo secco" o "indifferenziato", che è sostanzialmente composto da tutti quei rifiuti, che attualmente non è economicamente vantaggioso raccogliere separatamente. Questa frazione "secca" è in genere composta da materiali con PCI relativamente elevati (es. plastiche non riciclabili, legno, stoffe, cc.) e da un contenuto di umidità piuttosto basso, visto che la frazione umida, legata prevalentemente agli scarti di cucina, viene raccolta in maniera separata.

Per le considerazioni di cui sopra, si è ipotizzato un PCI della frazione "secca" pari a 13'700 kJ/kg (circa 3'250 kcal/kg). Con questo valore si ottiene una potenza termica nominale di 23.7 MW per ogni forno di combustione e di complessivi 47.4 MW, laddove si considerino entrambe le linee di combustione.

5.2 Parametri di esercizio

Nella seguente tabella si riassumono i parametri di esercizio più significativi dell'impianto, relativi alla condizione nominale di esercizio delle due linee.

I dati indicati si riferiscono alle linee A e B a valle delle previste opere di revamping.

I parametri del vapore sono quelli attualmente in uso presso l'impianto e che verranno mantenuti anche per il progetto delle nuove linee.

Oggetto	U.M.	Valore*
Capacità di smaltimento rifiuti	t/h	6.25
Potere calorifico medio dei rifiuti tal quali	kJ/kg	13'700
Potenza calorica nominale	MW	23.7
Portata fumi uscita caldaia	Nm ³ /h	46'400
Portata vapore prodotto	t/h	55
Pressione vapore uscita caldaia	bar(a)	40
Temperatura vapore uscita caldaia	°C	370
Pressione vapore ingresso turbina	bar(a)	38
Temperatura vapore ingresso turbina	°C	368

* valori riferiti alla singola linea di combustione

Tabella 1: Parametri di esercizio delle linee di combustione a valle delle opere di revamping

5.3 Inserimento nell'area e lay-out generale

Le linee A e B esistenti saranno realizzate all'interno dell'esistente edificio prefabbricato in cemento armato precompresso, che verrà parzialmente modificato per tale scopo.

Dopo attente verifiche dimensionali, è stato possibile progettare le nuove linee di combustione, in modo che la maggior parte delle apparecchiature di processo (es. forno, caldaia, filtri a maniche) sia installata all'interno del suddetto fabbricato. Le rimanenti apparecchiature di processo (es. reattore, catalizzatore DeNOx, silos di stoccaggio reagenti) verranno installate all'esterno.

Una parte delle apparecchiature previste all'esterno verranno installate sull'attuale piazzale retrostante gli edifici, mentre la restante parte verrà installata su quella che è l'attuale strada di accesso. Quest'ultima verrà mantenuta come strada perimetrale di circolazione, passando dall'attuale doppio senso di circolazione al futuro senso unico. L'attuale strada perimetrale potrebbe subire inoltre una leggera risagomatura, al fine di consentire un passaggio più agevole dei gli automezzi.

6. Aspetti geologici geotecnici ed idrogeologici

Da un punto di vista geomorfologico il sito in esame è individuabile in un'ampia pianura, compresa tra gli abitati di Assemini, Uta e Capoterra e delimitata a nord dal Rio Cixerri e dal Flumini Mannu, dai rilievi paleozoici siti a ovest, dallo Stagno di Santa Gilla a est e dal mare a sud. Essa degrada da ovest verso sud-est con una pendenza media dell'1%.

Il reticolo fluviale è di tipo dendritico con andamento generale NO-SE ed è rappresentato principalmente da tre corsi d'acqua a regime permanente:

- il Rio Santa Lucia,
- il Rio Cixerri,
- il Flumini Mannu.

Da un punto di vista geologico, nel settore occidentale dell'area di studio è ampiamente presente il basalto paleozoico, rappresentato da scisti cornubianitici arenacei, più o meno sili-cizzati a grana minuta, con scistosità poco marcata, del Siluriano inferiore. Sono inoltre presenti arenarie quarzitiche e quarziti grigiastre e nere, scisti neri, granito e filoni di quarzo.

Il complesso scistoso-arenaceo è intensamente tettonizzato e interessato dalle intrusioni granitiche erciniche. Le cornubianiti sono osservabili nelle carte geologiche a Monte Cuccureddus (82 m s.l.m.) e a Monte Arrubiu (347 m s.l.m.).

Il granito ercinico affiora a est delle zone metamorfiche a M. Arbu (192 m s.l.m.) e nei monti a sud di Capoterra.

Il Quaternario, sia continentale sia marino, rappresenta la formazione predominante nella piana e altresì il complesso geologico e idrogeologico su cui insiste il sito in oggetto. Nella successione dei depositi quaternari, partendo da quelli più antichi, si individuano i seguenti tipi: le alluvioni antiche terrazzate, le alluvioni ciottolose antiche non terrazzate (più recenti rispetto alle precedenti), la "Panchina" tirreniana, i detriti di falda, i depositi limnici e le alluvioni ciottolose attuali.

La stratigrafia dell'area in esame è caratterizzata dalla presenza di uno strato di sedimenti alluvionali con permeabilità mista, con spessore variabile da 18 a 23 m, costituiti principalmente da ghiaie, sabbie e limi. Al di sotto di questo primo livello si trova uno strato costituito da argille e limi, impermeabile e pressoché continuo, che rappresenta la base dell'acquifero superficiale. Una volta superato questo limite impermeabile si ripresenta l'alternanza tra sabbie limose, limi e argille, con un sensibile aumento delle granulometrie fini.

La sequenza stratigrafica nell'area può essere schematizzata come segue:

- dal piano campagna fino alla profondità variabile di 0.50 - 2.50 m è presente uno strato di riporto, costituito principalmente da sabbie e limi moderatamente compattate;

- Segue la Panchina Tirreniana, con potenza media di 2 metri, costituita da una calcarenite microconglomeratica e contenente frammenti di conchiglie di fauna tirreniana;
- una successione alluvionale costituita da strati sabbioso-ghiaioso-ciottolosi di colore marrone, in matrice limosa e/o argillosa, e strati argilloso-limosi di colore grigio-verde, fino alla quota -25.50 metri s.l.m.;
- una successione di strati argilloso – limosi, tra -11 e -25.50 m s.l.m., di bassa permeabilità con potenza variabile fra 1 e 4 metri. Presentano buona continuità laterale e formano la base di appoggio della falda superficiale.

Relativamente agli aspetti geotecnici nel mese di giugno 2018 sono stati condotti dei sondaggi con specifiche prove finalizzate alla valutazione della risposta sismica. Le suddette prove hanno anche permesso di determinare meglio le caratteristiche di resistenza del terreno, stabilendo anche un limite massimo alla pressione di contatto nel caso di realizzazione di fondazioni di sostegno di tipo diretto.

Sulla base delle caratteristiche del terreno sono state svolte anche tutte le necessarie verifiche geotecniche, che sono riportate nella Relazione Geotecnica (doc. n. R.30.1130), a cui si rimanda integralmente per ogni ulteriore approfondimento.

Da un punto di vista idrogeologico si è in presenza di un acquifero alluvionale multistrato formato da livelli sabbioso-ghiaiosi molto permeabili (acquiferi) alternati e separati da strati argilloso-limosi impermeabili o semi-permeabili (aquicludi o aquitardi) appartenenti alla parte superiore più permeabile del complesso alluvionale multistrato pleistocenico che colma la fossa del Campidano (CAS.MEZ., 1986). In questo schema le falde circolano negli strati sabbioso-ghiaiosi, mantenute in pressione dagli strati impermeabili argilloso-limosi che li separano.

Il CAS.MEZ (1986) ha determinato, attraverso prospezioni geoelettriche appoggiate a misure di taratura in corrispondenza di perforazioni, lo spessore e l'andamento del complesso ghiaioso-sabbioso-argilloso superiore. Lo spessore di tale complesso risulterebbe pari in media a 50 m, oltre i quali aumenterebbe progressivamente il grado di argille (CAS.MEZ., 1996).

Sulla base delle ulteriori informazioni prodotte dal CASIC nel giugno 2007 con il documento "Ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico", si può ritenere che nella parte alta del sottosuolo in esame, fino a circa -18/-25.50 m s.l.m., l'acquifero superficiale è rappresentato da strati sabbioso-ghiaioso-ciottolosi in matrice limosa e/o argillosa, da poco addensati, prevalentemente di colore marrone separati da alcune lenti argillose e limose. Alla quota media di -21.50 m s.l.m. si incontra un insieme di strati di spessore variabile da 1 a 4 metri costituito da limi, limi sabbiosi, limi argillosi, argille, argille limose e argille sabbiose, a bassissima permeabilità. Questi strati si comportano come aquicludi o aquitardi, in talune zone si alternano a sottili livelli di sabbie limoso-argillose e separano la falda superficiale da quella profonda. A una quota di circa -25/-30 m sotto il livello del mare è presente un ulteriore strato argilloso che può però essere trascurato in quanto incontrato solo localmente.

Nel suo studio idrogeologico del settore della piana anche Pala (1983) mette in evidenza, nel settore orientale a est della piana di Capoterra verso la laguna di Santa Gilla, la presenza di uno strato argilloso che divide due falde, una superficiale e una profonda.

Le prove descritte nel documento del CASIC del 2007 mettono in evidenza che lo strato acquifero costituito da sabbie e ghiaie in matrice limosa presenta una permeabilità media compresa tra $2,27$ e $1,21 \times 10^{-5}$ m/s; il livello iniziale costituito da materiale di riporto e sabbie fini presenta invece una permeabilità pari a $2,56 \times 10^{-8}$ m/s.

7. Aspetti civili

7.1 Descrizione edificio esistente

Le linee A e B esistenti sono racchiuse all'interno di un edificio in cemento armato con coperture in elementi prefabbricati precompressi (travi prefabbricate trasversali con sopra pannelli alveolari in cemento armato precompresso).

L'edificio del termovalorizzatore è formato da 3 corpi principali:

- edificio fossa;
- edificio forni, ospitante le linee A, B (navata doppia) e C (navata singola);
- edificio ciclo termico, ospitante le apparecchiature del ciclo termico.

L'edificio forni ha dimensioni di 41 m (2 campate) x 47 m (6 campate), mentre l'edificio turbina ha dimensioni di 17,5 m (1 campata) x 47 m (6 campate). Le apparecchiature esterne sono disposte in prossimità del camino sul piazzale esterno a Nord Ovest.

Non considerando l'edificio fossa, l'impronta totale dell'edificio del termovalorizzatore è 58,5 m x 47,0 m circa.

7.2 Descrizione dell'intervento

In questo capitolo sono descritte le principali opere civili da realizzare, relativamente all'intervento in oggetto.

7.2.1 Modifica altezza Edificio Forni in zona filtri

La fossa rifiuti esistente risulta dimensionata per l'esercizio delle attuali 4 linee di incenerimento (A, B, C, ed R) nelle loro rispettive condizioni operative nominali e non è pertanto oggetto di intervento.

Le prime 4 campate dell'Edificio Forni, procedendo in senso SUD-EST / NORD-OVEST, hanno attualmente altezza di +30,50 m mentre le ultime due hanno altezza utile pari a +15.64 m.

L'intervento previsto porterà l'altezza di tutte le campate a +30,50 m, mediante scoperchiamento di dette due campate ed innalzamento degli attuali pilastri e realizzazione delle relative travi di intelaiatura.

La zona interessata all'innalzamento ha un'impronta a terra di 26,0 x 15,0 m circa.

In sostituzione degli attuali coppi in calcestruzzo precompresso, in quota verrà installata una nuova copertura metallica (travi in acciaio e lamiera grecata) e si provvederà a realizzare le intelaiature in cemento armato delle facciate, onde non modificare il funzionamento struttura-

le dell'edificio e la sostanziale estetica. Alla nuova copertura verranno fissate n. 4 gru a monorotaia, che serviranno per la manutenzione dei filtri.

Attualmente l'edificio forni è tamponato lateralmente fino a quota 15,6 m con pannelli prefabbricati, sebbene vi siano anche zone a Piano Terra tamponate con muri in blocchetti di calcestruzzo vibro compresso. Al di sopra di quota 15,6 m non vi sono tamponature e la struttura in cemento armato rimane a vista.

7.2.2 Zona combustione e produzione di vapore

Questa zona occupa le prime 4 campate dell'Edificio Forni, che rimarrà sostanzialmente uguale. Per motivi di smontaggi delle attuali caldaie esistenti ed altre apparecchiature, la copertura in pannelli alveolari in calcestruzzo armato precompresso verrà smontata ed eliminata, eccezione fatta per le travi trasversali e per le fasce laterali, che non danno fastidio alle operazioni di smontaggio/montaggio.

Alla fine del montaggio delle nuove caldaie ed apparecchiature varie verrà realizzata una copertura leggera, con putrelle metalliche e lamiera grecata. Per esigenze di manutenzione verranno installate sulle travi prefabbricate di copertura due monorotaie in corrispondenza delle caldaie delle linee di combustione A e B.

Le nuove apparecchiature di processo si posizioneranno, in parte sulle fondazioni esistenti, eventualmente rinforzate, ed in parte su nuove fondazioni su pali.

7.2.3 Trattamento fumi e camino

La depurazione dei fumi di combustione prima dell'emissione in atmosfera attraverso il camino, avviene a mezzo di varie fasi di trattamento, di cui una parte verrà installata all'interno della porzione di edificio innalzato e la rimanente parte sarà installata all'esterno, vicino al camino esistente.

Nello spazio esterno a Nord Ovest, antistante l'entrata del capannone è previsto il posizionamento di reattori, SCR DeNOx, ventilatori ed altre apparecchiature di processo.

Per tutte le apparecchiature sopra menzionate verranno realizzate fondazioni "ad hoc".

7.3 Fasi operative di cantiere

Tenuto conto che almeno una delle linee esistenti dovrà rimanere in funzione anche durante le operazioni di costruzione della nuova linea, si elencano qui di seguito in maniera estremamente sintetica le fasi operative di cantiere necessarie per la realizzazione dell'intervento.

- Demolizione della pavimentazione, ove necessario
- Realizzazione delle palificazioni e fondazioni dei nuovi pilastri (arco di sostegno centrale ed in corrispondenza della facciata Nord-Ovest)

- Costruzione di due nuovi pilastri centrali a parziale sostituzione dell'unico pilastro centrale presente tra quota +0.00 e +15.64 m
- Smontaggio parziale e costruzione dei nuovi pilastri in facciata (intercettando le travi esistenti)
- Creazione di mensole provvisorie in acciaio per l'appoggio della trave prefabbricata a quota +15,6 m
- Taglio teste trave prefabbricata
- Prolungamento pilastri e travi da quota +15,6 m a +30 m, mantenendo la copertura in solai "Spiroll" a +15,6 m
- Ad eccezione dei pannelli che, inferendo con i nuovi pilastri, saranno smontati subito, l'attuale copertura sarà provvisoriamente mantenuta ed avrà un doppio ruolo:
 - di protezione delle attività a terra;
 - di area di cantiere per l'innalzamento della struttura
- Smontaggio pannelli copertura prefabbricata a quota +15,6 m, una volta arrivati con le intelaiature a quota +30 m
- Smontaggio trave prefabbricata a quota +15,6 m,
- Smontaggio pannelli copertura prefabbricata della sezione di Edificio Fossa dedicata alla combustione e posta a quota +30 m (tranne le fasce laterali)
- Realizzazione del nuovo travone portale, posto a quota +15.6 m
- Dopo sufficiente maturazione del travone, demolizione vecchio pilastro centrale
- Lavori di smontaggio della linea A
- Lavori civili a terra linea A (demolizioni, palificazioni, fondazioni, ripristino pavimentazioni, nuovi locali a P.T.)
- Montaggio delle strutture e apparecchiature della linea A
- Montaggio monorotaia A
- Messa in funzione della linea A
- Lavori di smontaggio della linea B
- Lavori civili a terra linea B (demolizioni, palificazioni, fondazioni, ripristino pavimentazioni, nuovi locali a P.T.)
- Montaggio delle strutture e apparecchiature della linea B
- Montaggio monorotaia B
- Messa in funzione della linea B

Alla fine di tutti gli interventi costrutti verranno installate in copertura le nuove coperture metalliche leggere.

7.4 Tipologie di opere civili

Nell'ambito dei lavori di revamping delle due linee A e B si renderanno necessarie le seguenti tipologie di opere civili

7.4.1 Demolizioni, rimozioni e ripristini

- Demolizione pavimentazione esterna in asfalto
- Demolizione pavimentazione esterna in cemento armato
- Demolizione pavimentazione di tipo industriale all'interno del capannone per realizzazione di nuove fondazioni/allargamento vecchie fondazioni.
- Rimozione di pannelli prefabbricati in facciata
- Demolizione muri in blocchetti di calcestruzzo vibrocompressso
- Demolizione strutture in cemento armato quali, fondazioni, pilastri travi, o parti di esse
- Rimozione di manti impermeabili di copertura
- Rimozione di massetti di pendenza in copertura
- Rimozione di pannelli alveolari in copertura
- Ripristino pavimentazione industriale in calcestruzzo armato

7.4.2 Scavi

- Scavo di sbancamento di materiali sciolti, riporti, etc.
- Scavo a sezione obbligata per fondazioni, trincee, etc.
- Esecuzione di pali di diametro 40 cm circa eseguito con perforazione a rotazione o percussione con profondità medie di 8-10 m, con portate di 60-70 t
- Vespaio/sottofondo pavimentazione industriale, con mistone di adeguata pezzatura, spessore 40-50 cm.

Per approfondimenti sulla gestione dei materiali di risulta si faccia riferimento al documento n. R.30.1140, Relazione sulla gestione delle materie.

7.4.3 Strutture in cemento armato e carpenteria metallica

- Realizzazione di strutture in cemento armato, comprese di cassetture, armature, eventuali spinottature nel calcestruzzo esistente, getto di calcestruzzo strutturale (pilastri, travi, solette sospese
- Strutture in carpenteria metallica, supporti e staffe fissati alla struttura in cemento armato
- Manufatti provvisori in carpenteria metallica, quali mensole, rinforzi locali, da rimuovere alla fine dei lavori

7.4.4 Murature in blocchi di calcestruzzo vibrocompressi

- Murature portanti e non, in blocchi in calcestruzzo vibrocompressi, compresi rinforzi con armatura metallica verticali ed orizzontali per zone sismiche

7.4.5 Coperture

- Rifacimento manto impermeabile su supporto cementizio
- Copertura metallica con lamiera grecata preverniciata
- Opere di lattoneria (scossaline, canali di gronda, pluviali)

7.4.6 Finiture

Le finiture rimarranno quelle di tipo industriale:

- Calcestruzzo a vista
- Muri in blocchetti fugati non tinteggiati
- Pavimenti industriali in cemento
- Porte e portoni in metallo verniciati

8. Descrizione degli impianti di processo

In questo capitolo sono descritte le principali componenti dell'impianto ed il loro funzionamento.

8.1 Conferimento e stoccaggio rifiuti

La fossa rifiuti esistente risulta adeguatamente dimensionata per l'esercizio delle attuali 4 linee di incenerimento (A, B, C, R) nelle loro rispettive condizioni operative nominali.

I due carroponte con benne a polipo sono sufficientemente dimensionati per la movimentazione del quantitativo dei rifiuti destinati ad alimentare contemporaneamente le linee con forni a griglia (A, B e C).

Il terzo carroponte con benna bivalve è sufficientemente dimensionato per l'alimentazione della linea con forno rotante (linea R), destinata allo smaltimento termico dei rifiuti speciali.

La sezione d'impianto relativa al conferimento, stoccaggio e caricamento dei rifiuti nei forni non è oggetto dell'attuale intervento di progettazione.

8.2 Combustione e produzione di vapore

Dalla fossa di accumulo i rifiuti vengono trasferiti tramite carroponte fino alle tramogge di alimentazione dei forni. Da qui essi scendono lungo un condotto raffreddato ad acqua fino allo spintore di alimentazione. I rifiuti accumulati nel condotto fungono anche da tappo per evitare infiltrazioni d'aria incontrollata nella camera di combustione.

Il dosaggio dei rifiuti nel forno avviene per mezzo di uno spintore a cassette rovesciati, azionato da cilindri idraulici. Frequenza e velocità di spinta dei cassette determinano la quantità di rifiuti introdotti nel forno, e sono regolati automaticamente dal sistema di comando e controllo (DCS).

Attraverso lo spintore i rifiuti entrano nella camera di combustione, costituita essenzialmente da una griglia metallica mobile, orizzontale e composta da barrotti raffreddati ad acqua nelle zone termicamente più sollecitate dalla combustione dei rifiuti. Questo permette la combustione di rifiuti ad alto potere calorifico, come la frazione residua secca proveniente dalla raccolta differenziata. Il raffreddamento con acqua dei barrotti della prima metà della griglia di combustione permette di ridurre le temperature massime sulla superficie esterna dei barrotti, le quali, se troppo elevate, ne causerebbero un veloce deterioramento. I barrotti della seconda metà della griglia restano del tipo tradizionale (non raffreddati ad acqua), in quanto non risultano esposti direttamente alla fiamma, avvenendo in questa porzione di griglia il solo completamento della combustione dei rifiuti stessi.

I barrotti, sistemati alternativamente su telai mobili e fissi, muovono i rifiuti in direzione dello scarico delle scorie ad una velocità regolata dal sistema di controllo e comando in funzione di vari parametri.

Sulla griglia avviene la combustione dei rifiuti, alimentata da aria primaria insufflata da sotto la griglia ed omogeneamente distribuita. Le scorie restanti dopo la combustione sono scaricate in fondo alla griglia, attraverso un pozzo di caduta, in un estrattore scorie colmo d'acqua, nel quale si raffreddano. Tramite l'azionamento idraulico di un apposito spintore, le scorie sono periodicamente espulse dall'estrattore e trasportate con un nastro verso la fossa di accumulo delle scorie di combustione.

I fumi prodotti dalla combustione primaria salgono verso l'alto, ed all'entrata della camera di post-combustione sono miscelati con aria di combustione secondaria. L'aria secondaria viene immessa in camera di post-combustione ad alta velocità, tramite appositi ugelli sistemati in corrispondenza delle pareti anteriori e posteriori della caldaia. Questa immissione ad alta velocità provoca un vigoroso rimescolamento dei fumi di combustione ed ha lo scopo di favorire la completa combustione delle componenti rimaste incombuste, garantendo in questo modo la completa ossidazione dei composti organici.

Come prescritto dalla legge, la permanenza dei fumi nella camera di post-combustione deve avvenire per almeno 2 secondi ad una temperatura superiore a 850°C. Per assicurare questa condizione minima, sono installati 2 bruciatori di sostegno, che si avviano automaticamente quando la temperatura scende sotto il limite prescritto. Gli stessi bruciatori vengono utilizzati anche in fase di avviamento e di spegnimento del forno, per mantenerlo ad una temperatura sufficientemente alta, prima e dopo l'introduzione dei rifiuti, in modo tale da assicurare le condizioni minime prescritte per legge per la combustione dei rifiuti (temperatura di post-combustione non inferiore a 850°C).

La camera di post-combustione è praticamente il prolungamento della camera di combustione. Essa è costituita da pareti di tubi membranati, protetti fino ad una determinata altezza da materiale refrattario.

Le pareti membranate sono parte integrante della caldaia e nei tubi scorre acqua, che funge contemporaneamente da fluido di raffreddamento e da recuperatore del calore sprigionato dalla combustione dei rifiuti. Questa prima sezione di caldaia è detta radiante, poiché lo scambio termico fra fumi di combustione e tubi membranati avviene essenzialmente per irraggiamento.

Segue, nel senso di direzione dei fumi, la sezione convettiva della caldaia, dove lo scambio termico ha luogo in prevalenza per via convettiva. Essa è costituita da fasci di tubi installati in senso verticale, attraverso i quali i fumi scorrono orizzontalmente.

Questa costruzione della caldaia allunga notevolmente lo sviluppo della linea di combustione, rispetto all'attuale soluzione, che prevede una sezione convettiva a sviluppo verticale (flusso dei fumi verticale e tubi orizzontali).

La configurazione della sezione convettiva a sviluppo orizzontale presenta però sostanziali vantaggi per quanto riguarda la pulizia della caldaia. Infatti con questa soluzione la pulizia

dei tubi avviene meccanicamente con un sistema di percussione a martelli, che colpiscono a intervalli regolabili in senso orizzontale sull'estremità inferiore dei fasci di tubi, ove quest'ultimi risultano appesi all'estremità superiore. Queste percussioni creano fortissime accelerazioni e vibrazioni istantanee, le quali a loro volta provocano il distacco dei depositi dalla superficie esterna dei tubi. I depositi di cenere volante cadono per gravità nelle tramogge sottostanti e da qui sono estratte e trasportate al silo d'accumulo.

Con questo tipo di pulizia, che oltretutto genera minore usura ai tubi rispetto ai sistemi di pulizia a soffiatura con vapore, si raggiungono periodi d'esercizio ininterrotti di 8'000 ore. Queste durate di esercizio sarebbero impensabili con caldaie del tipo a sezione convettiva verticale.

Dai tubi delle pareti membranate fuoriescono acqua e vapore, che sono immessi nel corpo cilindrico, posto sulla sommità della caldaia.

Da quest'ultimo esce il vapore saturo, il quale fluisce attraverso gli scambiatori a fasci tubieri posti all'ingresso della sezione convettiva (dove i fumi sono più caldi), trasformandosi in vapore surriscaldato, per poi espandersi nella turbina a vapore. Questi fasci tubieri, i cosiddetti surriscaldatori, sono le componenti più critiche della caldaia. Infatti, essi sottostanno alle maggiori temperature sia internamente ai tubi (vapore surriscaldato a circa 400 °C) sia esternamente (fumi fino a 650°C). Queste elevate temperature, in combinazione con gli agenti aggressivi presenti nei fumi, possono causare l'insorgere di pericolosi fenomeni corrosivi. Per ovviare a ciò, in ingresso alla sezione convettiva e quindi a monte del primo surriscaldatore, è sistemato un banco evaporativo che ha la funzione di "schermare" i successivi banchi surriscaldatori, raffreddando opportunamente i fumi di combustione e quindi evitando un'eccessiva temperatura dei fumi sui surriscaldatori stessi, schermando quest'ultimi anche dall'irraggiamento della sezione radiante.

Fanno parte della caldaia anche gli economizzatori, ossia dei fasci tubieri nei quali scorre acqua d'alimento, che viene preriscaldata prima di entrare nelle sezioni evaporative. Gli economizzatori sono posti nella parte finale della sezione convettiva e raffreddano i fumi fino a temperature accettabili dal successivo sistema di trattamento fumi. Come vedremo successivamente, quest'ultimo dovrà ricevere i fumi di combustione ad una temperatura compresa tra i 180 ed i 200 °C. L'economizzatore ha dunque la funzione di regolare la temperatura dei fumi di combustione, che in uscita dalla caldaia fanno il loro ingresso nel sistema di trattamento fumi. Tale regolazione potrà essere assicurata o da uno scambiatore di preriscaldamento dell'acqua di alimento caldaia inserito nel corpo cilindrico oppure da un by-pass modulabile dell'acqua d'alimento in ingresso ai banchi economizzatori.

8.3 Trattamento fumi e camino

La depurazione dei fumi di combustione prima dell'emissione in atmosfera attraverso il camino, avviene a mezzo delle seguenti fasi di trattamento:

- un primo filtro a maniche per la rimozione del particolato solido grossolano (ceneri volanti) contenuto nei fumi di combustione provenienti dalla caldaia;

- un secondo filtro a maniche con precedente dosaggio di bicarbonato di sodio e carboni attivi come reagenti chimici, per l'eliminazione del particolato solido fine, degli inquinanti acidi (HCl, SO_x, HF) e dei microinquinanti (metalli pesanti, diossine, furani);
- una denitrificazione catalitica (SCR DeNO_x), per la riduzione degli ossidi di azoto e l'ulteriore abbattimento delle concentrazioni residue di microinquinanti (diossine, furani), eventualmente ancora presenti nei fumi precedentemente depurati.

Primo filtro a maniche

Il filtro a maniche è costruito appunto con maniche di materiale filtrante, resistente alle elevate temperature dei fumi ed agli agenti aggressivi in essi contenuti, che trattiene le particelle solide. Le ceneri volanti si accumulano sul tessuto filtrante fino a formare uno strato di residui solidi sulla superficie esterna delle maniche. Quando lo strato sulle maniche raggiunge un certo spessore, misurato indirettamente con la perdita di pressione dei fumi, un dispositivo fisso scarica un colpo di aria compressa all'interno di ogni manica, e l'onda d'urto così creata provoca il distacco di una parte del materiale accumulatosi sulla superficie esterna della manica. Quest'ultimo cade per gravità nelle sottostanti tramogge, da dove viene estratto con rotelle e trasportato pneumaticamente fino ad un silo di stoccaggio.

Il filtro è suddiviso in celle separate, singolarmente chiudibili al flusso dei fumi. Questo permette la sostituzione di eventuali maniche danneggiate senza interrompere l'esercizio dell'impianto.

Secondo filtro a maniche

A valle del primo filtro a maniche, in corrispondenza del reattore, avviene l'immissione dei reagenti chimici (bicarbonato di sodio e carbone attivo). Il reattore è un volume all'interno del quale i reagenti hanno il tempo per mescolarsi con i fumi e di rimanere in contatto per un certo tempo. In questo modo il bicarbonato di sodio ha il tempo di attivarsi e di reagire con i gas acidi (HCl, HF, SO_x), mentre le particelle di carbone attivo adsorbono i microinquinanti (metalli pesanti, diossine, furani).

Dopo il reattore un filtro a maniche trattiene le particelle solide ancora presenti nei fumi, costituite dai reagenti precedentemente immessi ed in parte reagiti e dalle ceneri volanti non trattenute dal primo filtro a maniche.

I reagenti si accumulano sul tessuto filtrante, fino a formare uno strato sulla superficie esterna delle maniche. I fumi, attraversando questo strato, permettono alle molecole di gas acido ed ai microinquinanti liberi di entrare in intimo contatto con i reagenti ancora attivi e di essere così trattenuti.

Anche per il secondo filtro a maniche sarà previsto un dispositivo di pulizia delle maniche con aria compressa e lo stesso filtro sarà suddiviso in più celle separate, singolarmente chiudibili al flusso dei fumi, per permettere l'eventuale sostituzione di una manica senza interrompere il normale esercizio dell'impianto.

DeNOx catalitico

Come ultimo stadio di depurazione dei fumi vi è il catalizzatore per l'abbattimento degli ossidi di azoto (NOx). Il sistema di denitrificazione catalitica consente di ottenere valori d'emissione degli ossidi di azoto molto inferiori rispetto ai limiti normativi vigenti. Questi valori non sono tecnicamente raggiungibili con il sistema non catalitico (SNCR), ora in uso presso le linee A e B esistenti.

I fumi provenienti dal secondo filtro a maniche mantengono una temperatura sufficientemente elevata (circa 180 °C), al fine di rendere possibile l'attivazione delle reazioni di denitrificazione sulla superficie attiva del catalizzatore.

Prima dell'ingresso dei fumi nel catalizzatore viene iniettata all'interno dei condotti una portata controllata di soluzione ammoniacale, il cui dosaggio avviene in funzione del valore degli NOx misurati a monte ed a valle del catalizzatore.

Dopo aver attraversato un miscelatore statico all'interno del quale l'ammoniaca è ben omogeneizzata nei fumi, quest'ultimi entrano nel catalizzatore. Esso è costituito da pacchi di moduli costruiti a nido d'ape o a piastre corrugate. I moduli sono in materiale ceramico poroso la cui superficie è arricchita da elementi catalizzanti (es. TiO₂, V₂O₅).

All'interno del catalizzatore ha luogo la reazione riducente fra ammoniaca (NH₃) e ossidi di azoto (NO, NO₂), la quale ha come sottoprodotti azoto (N₂) e acqua (H₂O). Non vi sono dunque prodotti residui inquinanti.

Scambiatore-recuperatore per il preriscaldamento delle condense

A valle del catalizzatore è installato uno scambiatore di calore, che ha il compito di recuperare una parte del calore sensibile ancora contenuto nei fumi depurati, prima del loro definitivo rilascio in atmosfera attraverso il camino.

I fumi depurati in uscita dal catalizzatore hanno ancora una elevata temperatura residua (circa 180 °C). Attraverso uno scambiatore di calore, l'energia termica ancora contenuta nei fumi viene utilizzata per preriscaldare le condense raccolte dal pozzo caldo, prima del loro ingresso nel degasatore.

Indicativamente si può ipotizzare un raffreddamento dei fumi da circa 180 °C fino a circa 100 °C, che permette un contestuale preriscaldamento delle condense da una temperatura iniziale di circa 54 °C (temperatura di condensazione per una pressione di 0.15 bar assoluti) ad una temperatura di circa 90 °C.

Con questo scambiatore-recuperatore è possibile ridurre il fabbisogno di vapore destinato al degasatore, per preriscaldare l'acqua di alimento caldaie fino alla temperatura di progetto di circa 130 °C.

Ventilatore fumi

A valle del catalizzatore un ventilatore aspira i fumi immettendoli nel camino dal quale fuoriescono in atmosfera ad un'altezza di circa 63 m. Il ventilatore è dotato di un motore elettrico

principale, alimentato tramite convertitore di frequenza, che ne permette la regolazione del numero di giri. Quest'ultimi sono determinati dalla depressione presente in camera di combustione, che deve essere mantenuta ad un valore minimo, onde evitare pericolose fuoriuscite dei fumi di combustione dall'impianto.

Il ventilatore fumi è altresì dotato di un motore di emergenza e di potenza ridotta, che interviene in caso di avaria al motore principale. Questo secondo motore è in grado di far girare il ventilatore ad una velocità ridotta rispetto al motore principale, che, pur non consentendo di mantenere in esercizio la linea di combustione, permette comunque di mantenere in depressione l'intera linea di combustione e trattamento fumi, evitando la formazione di pericolose sacche di gas esplosivo (es. CO) e consentendo agli operatori lo spegnimento controllato ed in piena sicurezza della linea di combustione stessa.

Misura delle emissioni

Come richiesto dalla normativa vigente, le concentrazioni degli agenti inquinanti nei fumi al camino devono essere misurate in continuo da una stazione di misurazione indipendente, separata dal resto del processo, e liberamente accessibile dalle autorità di controllo. I principali parametri rilevati sono:

- portata fumi
- temperatura fumi
- pressione fumi
- O₂
- H₂O
- CO
- SO₂
- NO_x
- NH₃
- HCl
- HF
- COT
- polveri

Le misure sono registrate da un elaboratore elettronico e tutti i dati vengono archiviati su supporto informatico.

In aggiunte alle misure in continuo degli inquinanti sopra riportati sarà inoltre previsto un analizzatore in continuo del mercurio ed un campionatore in continuo delle diossine.

Oltre alle misure in continuo di cui sopra, saranno previste le misure periodiche previste dalla legge, quali ad esempio:

- Cd+TI
- Metalli
- PCDD/TCDD
- IPA

Camino

Il camino attuale ospita già le canne fumarie per le esistenti linee di combustione A, B e C. Su questo camino ed in corrispondenza delle rispettive canne fumarie sono montati gli strumenti di misura delle concentrazioni di inquinanti. Sia le canne fumarie che gli strumenti montati su di esse verranno integralmente riutilizzati per il monitoraggio delle emissioni delle nuove linee A e B.

8.4 Ciclo termico e produzione di energia elettrica

Il ciclo termico è costituito da un classico ciclo acqua/vapore con produzione di energia elettrica tramite un gruppo turbina-generatore. Le linee A e B attuali dispongono già di un ciclo termico acqua/vapore per il recupero dell'energia termica contenuta nei rifiuti. Con la sostituzione delle linee di combustione si interverrà anche a livello di ciclo termico per migliorare la sua efficienza energetica.

L'acqua di alimento è prelevata da un serbatoio apposito e pompata nella caldaia. Qui, grazie al calore sprigionato dalla combustione dei rifiuti, si riscalda, evapora ed il vapore così prodotto viene surriscaldato. Il vapore surriscaldato è immesso in una turbina nella quale si espande fino a pressioni inferiori a quella atmosferica. L'energia meccanica così ottenuta è trasferita ad un generatore che produce energia elettrica, in parte assorbita dalle utenze dell'impianto stesso, mentre quella in esubero viene immessa nella rete elettrica nazionale. La vendita dell'energia elettrica così prodotta costituisce un'importante fonte di introiti per coprire i costi d'esercizio dell'impianto di termovalorizzazione.

Il vapore esausto in uscita dalla turbina è inviato in un condensatore, all'interno del quale avviene il passaggio dalla fase gassosa a quella liquida. Il condensatore è costituito da uno scambiatore del tipo a tubi e mantello, raffreddato con acqua di torre. Il vapore della turbina, scaricato all'interno del mantello, viene fatto condensare dall'acqua di torre circolante all'interno dei tubi dello scambiatore.

Il condensato è raccolto in un recipiente chiuso posto al di sotto del condensatore (hot well) e da qui ripompato nel degasatore, posto alla sommità del serbatoio dell'acqua d'alimento. Il degasatore, a sua volta alimentato con vapore a bassa pressione, ha la funzione di rimuovere dall'acqua eventuali gas introdottisi, i quali avrebbero effetti corrosivi in particolare nella caldaia.

Nel degasatore è immessa anche l'acqua di reintegro prodotta da un impianto di demineralizzazione. Il reintegro va a compensare l'acqua persa attraverso gli spurghi della caldaia e le altre perdite del ciclo termico.

8.5 Trattamento dei residui di combustione

I residui solidi del processo di combustione dei rifiuti sono:

- scorie in uscita dal forno;
- ceneri volanti estratte dalle tramogge della caldaia;
- ceneri volanti rimosse dal primo filtro a maniche;
- residui solidi (tra cui i Prodotti Sodici Residui) rimossi dal reattore e dal secondo filtro a maniche.

Scorie

In uscita dall'estrattore le scorie sono convogliate mediante trasportatore a nastro nella fossa scorie ad esse dedicata.

Nella fossa scorie esiste un volume sufficiente per raccogliere le scorie delle linee A, B, C e R.

Da questa fossa le scorie sono periodicamente caricate, per mezzo di una gru a carroponete, su di un autocarro di trasporto, che provvede al loro allontanamento dall'impianto verso lo smaltimento definitivo.

Ceneri volanti di caldaia

In accordo al progetto le ceneri volatili scaricate dalle tramogge di raccolta della caldaia cadono in un trasportatore a catena e da qui sono trasportate meccanicamente fino ad un propulsore pneumatico, che le trasporta fino al relativo silo di stoccaggio.

Dal silo di stoccaggio le ceneri volanti vengono successivamente caricate, per mezzo di una coclea orizzontale, sulle autobotti. Un tubo verticale telescopico con aspirazione dell'aria evita la fuoriuscita di ceneri in atmosfera.

In caso di emergenza (silo di stoccaggio pieno) o di avaria (rottura di un sistema di trasporto) il progetto prevede comunque la possibilità di scaricare le ceneri volanti in big-bags, da avviare a successivo smaltimento.

Residui solidi del primo filtro (ceneri volanti)

Dalle tramogge di raccolta del primo filtro a maniche le ceneri volanti vengono scaricate dapprima in un trasportatore a catena e successivamente in un propulsore pneumatico, che le invia al relativo silo di stoccaggio, che sarà lo stesso silo di stoccaggio delle ceneri volanti di caldaia.

Anche per il primo filtro a maniche in caso di emergenza (silo di stoccaggio pieno) o di avaria (rottura di un sistema di trasporto) il progetto prevede la possibilità di scaricarli in big-bags, da avviare a successivo smaltimento.

Residui solidi del reattore e del secondo filtro (PSR)

Dal fondo del reattore e dalle tramogge di raccolta del secondo filtro a maniche i prodotti di reazione del bicarbonato di sodio (PSR) e dei carboni attivi vengono scaricati in un trasportatore a catena e successivamente in un propulsore pneumatico, che permette di trasportare questi residui solidi fino al corrispondente silo di stoccaggio.

Una volta accumulati nel corrispondente silo di stoccaggio, questi residui solidi potranno essere scaricati in autobotti attraverso una coclea orizzontale ed un tubo di collegamento verticale telescopico, analogamente a quanto descritto per le ceneri volanti di caldaia.

Questi residui solidi, prevalentemente costituiti da PSR ed eventuale bicarbonato di sodio non reagito, potranno essere avviati verso lo smaltimento definitivo, oppure potranno essere ritirati da società specializzate, in grado separare e recuperare il bicarbonato di sodio non reagito dai prodotti di reazione (es. sali di sodio). I residui di tale processo, in sostanza le componenti inquinanti sottratte ai fumi, saranno successivamente smaltiti in modo conforme alle prescrizioni vigenti.

Anche per i PSR in caso di emergenza (silo di stoccaggio pieno) o di avaria (rottura di un sistema di trasporto) il progetto prevede la possibilità di scaricarli in big-bags, da avviare a successivo smaltimento.

8.6 Automazione dell'impianto

L'impianto di termovalorizzazione esistente, che comprende le linee A, B, C ed R, è già controllato da un sistema centralizzato (DCS). L'interfaccia operatore-DCS è installata all'interno dell'attuale sala comando.

In occasione del revamping delle linee A e B, occorrerà aggiornare ed ampliare l'attuale sistema DCS, al fine di renderlo compatibile con i sistemi operativi Windows più recenti e disporre di un nuovo hardware adeguato all'implementazione di un maggior numero di punti controllati, necessari alla corretta conduzione di una moderna linea di termovalorizzazione dei rifiuti.

Il sistema DCS, così aggiornato ed ampliato, dovrà ovviamente mantenere la possibilità di gestire contemporaneamente tutte e quattro le linee di incenerimento presenti in impianto (A, B, C e R).

9. Impianti elettrici

L'impianto esistente è collegato con la rete elettrica esterna di media tensione (15 kV). La distribuzione all'interno dello stabilimento di Macchiareddu è realizzata tramite una cabina di ricezione e distribuzione e diverse cabine di trasformazione, di cui una dedicata alle linee di smaltimento termico dei rifiuti.

A seguito del revamping delle linee A e B la potenza elettrica complessivamente prodotta dal termovalorizzatore sarà superiore a quella che viene prodotta attualmente, e quindi dovrà essere affrontato e risolto anche l'attuale limite massimo di cessione di energia elettrica verso la rete nazionale.

Al fine di salvaguardare la massima continuità possibile di esercizio dell'impianto di termovalorizzazione, in assenza di tensione dalla rete esterna continuerà ad essere prevista la possibilità di funzionamento in isola e proprio in considerazione di questo fatto, a servizio dell'impianto di termovalorizzazione non verrà previsto il gruppo elettrogeno di riserva, poiché, avendo due turboalternatori, per la continuità di esercizio dell'impianto ci si affiderà alla capacità dei suddetti generatori di funzionare in isola.

Per consentire l'alimentazione in bassa tensione delle utenze elettriche delle nuove linee A e B ci si affiderà a due nuovi trasformatori 15'000/400 V, che verranno installati esattamente di fronte agli attuali. Il sistema di distribuzione elettrico a bassa tensione sarà inoltre completo dei relativi impianti per l'alimentazione ed il comando di tutte le utenze previste.

Le utenze più importanti che non tollerano interruzioni dell'alimentazione, come ad esempio il DCS e gli ausiliari, continueranno ad essere alimentate attraverso i gruppi UPS esistenti, al fine di assicurare la massima continuità del servizio.

9.1 Sistema della distribuzione elettrica

L'energia elettrica in bassa tensione necessaria per l'alimentazione delle nuove utenze previste a progetto sarà fornita da n. 2 nuovi trasformatori MT/BT 15/0.4 kV da circa 4'000 kVA. I nuovi trasformatori previsti saranno alimentati a 15 kV, da n. 2 interruttori disponibili a riserva, nei quadri distribuzione MT esistenti nella Sala quadri MT.

Tutte le rimanenti utenze elettriche già esistenti (es. linea R, linea C, ciclo termico linee A-B-R) continueranno ad essere alimentate dai due trasformatori esistenti.

L'impianto elettrico previsto sarà pertanto del tipo TNS.

Per la distribuzione dell'energia elettrica sono stati dimensionati i nuovi quadri elettrici per la "Distribuzione Primaria" a partire dal lato BT dei trasformatori MT/BT, con un Quadro Power Center dimensionato per la distribuzione a doppio radiale e dotato di interruttori per l'alimentazione dei quadri elettrici di distribuzione "Secondaria", installati in apposito locale e predisposti per l'alimentazione delle utenze elettriche finali previste.

Si prevede l'installazione del nuovo Quadro Power Center all'interno della attuale cabina elettrica di BT esistente nello stabilimento di Macchiareddu, posizionato di fianco al P.C. attualmente in servizio, al fine di poter essere facilmente alimentato dai trasformatori esistenti, nella fase di dismissione dell'attuale impianto.

Il nuovo Quadro Power Center, siglato PC01A/B, sarà realizzato secondo le indicazioni della specifica tecnica n. R.30.1241 e lo schema unifilare n. D.30.5310, facenti parte del progetto.

Per i nuovi quadri elettrici di distribuzione e comando "Secondaria", sono stati previsti quadri di tipo MCC, dotati di cassette estraibili, cablati con sistemi di avviamento motori di tipo "Ordinario", o con scomparti dotati di sistemi di avviamento motori con sistema a variatori di frequenza (Inverter).

Nei quadri MCC sono stati previsti inoltre, alcuni scomparti predisposti per l'installazione a pannello di interruttori di tipo scatolato e o modulari su barra DIN per l'alimentazione di utenze elettriche di tipo generico.

In base al numero delle utenze elettriche in progetto ed alle loro potenze elettriche, sono stati dimensionati n. 9 Quadri MCC, di seguito elencati rispettando quanto più possibile le "Sezioni" dei nuovi Gruppi, Forno, Caldaia, Filtri ecc. e di tutti gli impianti ausiliari previsti.

Pertanto i nuovi quadri MCC saranno siglati come di seguito:

- MCC-LAB-01A
- MCC-LAB-02A
- MCC-LAB-01B
- MCC-LAB-02B
- MCC-LAB-03
- MCC-LAB-04
- MCC-LAB-05
- MCC-LAB-06
- MCC-LAB-07

Si prevede l'installazione dei nuovi MCC all'interno di un apposito locale in muratura, denominato Sala Quadri Elettrici, previsto al piano terra come indicato nella planimetria n. D.30-5440 allegata.

9.2 Distribuzione delle linee di alimentazione

Alimentazioni MT (15 kV)

Per l'alimentazione MT dei nuovi trasformatori MT/BT si prevede l'uso di cavi unipolari di media tensione che verranno posati in percorso cavi realizzato con passerelle posacavi in acciaio zincato di adeguate dimensioni e fissate su apposite strutture metalliche, installate lungo i percorsi indicati nella planimetria n. D.30.5400, allegata in progetto.

Alimentazioni BT (15 kV)

Per le linee di alimentazione del nuovo Quadro Power Center PC01A/B, in arrivo dai nuovi trasformatori MT/BT si prevede l'utilizzo di un "condotto sbarre" prefabbricato, posato su apposite strutture metalliche, installate lungo i percorsi indicati nella planimetria n° D.30.5400 allegata in progetto.

Le linee di collegamento tra il nuovo Quadro Power Center PC01A/B, in cabina elettrica BT e i nuovi quadri MCC previsti nella nuova Sala Quadri Elettrici, verranno posate in percorso cavi realizzato con passerelle posacavi in acciaio zincato di adeguate dimensioni e fissate su apposite strutture metalliche, installate lungo i percorsi indicati nella planimetria n. D.30.5400, allegata in progetto.

Le linee di collegamento tra i nuovi quadri MCC e le utenze distribuite nelle varie sezioni di impianto, verranno posate in percorsi cavi realizzati con passerelle posacavi in acciaio zincato di adeguate dimensioni e fissate sulle strutture del nuovo impianto, in uscita dalla nuova Sala Quadri Elettrici, e distribuite nella parte alta dei piani di transito alle varie quote, come indicato nelle planimetrie n. D.30.5410, D.30.5420, D.30.5430, allegate al progetto.

Le derivazioni dei cavi dai percorsi passerelle principali, potranno essere posate in passerelle metalliche a sezione ridotta o in tubo conduit zincato di adeguata sezione e completi di apposita raccorderia.

9.3 Impianto di illuminazione

Si prevede di installare un impianto di illuminazione interna ed esterna a servizio delle nuove linee A e B, dimensionato in modo da garantire una sufficiente illuminazione nelle aree di lavoro al personale di gestione degli impianti durante le ore notturne.

A tale scopo è stato previsto un impianto di illuminazione realizzato con plafoniere Stagne IP 65, dotate di tubi fluorescenti da 40 W cad., installate su "Paline" e fissate in vari punti sulle strutture dei nuovi impianti.

La distribuzione dei nuovi punti luce nelle varie quote degli impianti, è indicata nelle planimetrie n° D.30.3200, D.30.3201, D.30.3202, D.30.3203, allegate in progetto.

Per quanto riguarda l'illuminazione esterna, in corrispondenza dell'adeguamento della sede della strada perimetrale di stabilimento gli attuali pali di illuminazione, che interferiscono con l'adeguamento della sede stradale, verranno rimossi e sostituiti con dei faretti, installati sulle strutture del nuovo impianto.

9.4 Collegamento elettrico alla rete nazionale

La questione del collegamento elettrico alla rete nazionale è un tema, che si colloca a margine dei lavori di revamping delle linee A e B e che più in generale riguarda l'intero sito produttivo di Tecnocasic.

Al momento la potenza cedibile alla rete elettrica nazionale è limitata ad un massimo di circa 6,3 MW attraverso un collegamento in media tensione con la cabina primaria di E-distribuzione, collocata nella zona industriale di Macchiareddu.

Per risolvere questo “collo di bottiglia” è stato commissionato uno studio di fattibilità, che individua sostanzialmente due soluzioni:

- Innalzamento del collegamento da media (15 kV) ad alta tensione (150-220 kV) e cessione del surplus di energia elettrica producibile a valle del revamping (circa 11 MW) alla rete elettrica di TERNA;
- Realizzare un nuovo collegamento in media tensione, parallelo all'esistente, da destinare ad E-distribuzione oppure ad un'utenza privata, da individuare nell'ambito delle attività produttive del Consorzio Provinciale.

Delle due alternative sopra menzionate, quella economicamente più sostenibile è la seconda, ovvero la realizzazione di un secondo collegamento un media tensione.

Il progetto di revamping, descritto nella presente relazione, tiene ovviamente conto dei due scenari sopra descritti e pertanto prevede:

- la sostituzione dell'attuale trasformatore elevatore da 7 MVA con altro da 11 MVA;
- l'adeguamento di tutti i collegamenti in cavo, che risultassero sottodimensionati per la nuova potenza.

In questo modo, a valle dei lavori di revamping, l'impianto di termovalorizzazione sarà opportunamente predisposto per potenziare il collegamento esistente (media tensione) oppure realizzare uno completamente nuovo, demandando al Committente la decisione finale in merito all'effettivo collegamento elettrico da realizzare per la cessione del surplus di potenza elettrica prodotta.

10. Impianti ausiliari

10.1 Sostituzione torri di raffreddamento linee A, B ed R

Attualmente le torri di raffreddamento delle linee A, B ed R, che costituiscono parte integrante del sistema di condensazione del vapore a valle della turbina, sono in condizioni estremamente ammalorate. In occasione del revamping delle linee A e B le attuali torri di raffreddamento, di tipo package, verranno sostituite con torri di raffreddamento, sempre del tipo package.

Le nuove torri di raffreddamento verranno installate sullo stesso bacino esistente di raccolta dell'acqua di torre.

Le pompe di circolazione e le tubazioni esistenti del circuito di acqua di torre verranno integralmente recuperate.

10.2 Sostituzione dei compressori esistenti

I compressori esistenti dovranno essere sostituiti, in quanto si tratta di macchine ormai giunte alla fine della loro vita tecnica utile ed inoltre la loro attuale posizione interferisce con i lavori di revamping delle linee A e B.

I nuovi compressori verranno dapprima installati al di fuori dell'area oggetto di intervento per i lavori di rifacimento delle linee A e B. L'installazione avverrà inizialmente all'esterno sotto una tettoia provvisoria e necessaria per difendere le macchine dalle intemperie. Successivamente, una volta che almeno una delle due linee sarà stata completata, essi saranno progressivamente spostati all'interno dell'impianto, in corrispondenza del nuovo locale tecnico ad essi dedicato.

11. Opere provvisoriale, ricollocamenti e adattamenti di impianti esistenti

Nell'ambito dei lavori di revamping delle due linee A e B si renderanno necessari lo spostamento o l'adattamento di alcune componenti impiantistiche esistenti.

11.1 Spostamento degli impianti di preparazione del latte di calce

Al fine di rendere possibile la demolizione e la ricostruzione di una linea di combustione, mantenendo contemporaneamente in esercizio l'altra linea, è necessario ricollocare gli attuali impianti di preparazione del latte di calce in una zona non interessata dai lavori.

Questa zona verrà identificata nell'ambito dello spazio disponibile sul piazzale antistante esterno ed in tale posizione verranno spostate parte delle apparecchiature, che attualmente trovano posto all'interno ed all'esterno del fabbricato.

Al fine di consentire le suddette operazioni di spostamento, dovrà essere prevista una fermata generale delle linee A e B. Successivamente una linea potrà ripartire, mentre per l'altra inizieranno le opere di decommissioning, smantellamento e demolizione.

Una volta terminate le operazioni di costruzione e di avviamento della prima delle due nuove linee di combustione, gli impianti di preparazione del latte di calce verranno fermati e smantellati definitivamente, per rendere possibile le operazioni di rinnovamento anche della seconda nuova linea di combustione.

11.2 Spostamento cabina di analisi fumi

Considerato che la cabina di analisi fumi esistente entra in conflitto con la fondazione del futuro sistema di SCR DeNOx, l'attuale cabina di analisi fumi verrà ricollocata in un'altra posizione. Essa sarà posizionata sempre nelle immediate vicinanze del camino, ma in una posizione tale da non interferire più con le nuove apparecchiature.

Contestualmente alla ricollozione della cabina analisi fumi, essa verrà anche ingrandita, al fine di poter ospitare non solo la strumentazione già installata nella cabina fumi esistente, ma anche la strumentazione aggiuntiva, che si renderà necessaria (es. misuratore in continuo del mercurio, campionatore in continuo della diossina).

La nuova cabina verrà prevista con dimensioni sufficientemente generose, al fine di rendere possibile l'eventuale trasferimento all'interno della stessa anche degli strumenti utilizzati per il controllo delle emissioni della linea C.

11.3 Alimentazione elettrica linee esistenti

Ancora oggi una buona parte delle alimentazioni elettriche delle linee A e B risultano essere installate sui quadri di alimentazione in maniera promiscua. Questo non consente di togliere

l'alimentazione elettrica in maniera selettiva ad una sola linea, pur mantenendo l'alimentazione elettrica dell'altra.

In occasione dei lavori di revamping delle linee A e B si procederà in questo modo:

- nella cabina elettrica esistente verranno lasciati i quadri delle vecchie linee A e B, che, dopo aver scollegato le utenze della linea A (la prima ad essere demolita) potranno continuare ad essere utilizzati per l'alimentazione della vecchia linea B;
- una volta completati i lavori di costruzione della nuova linea A, tutti i quadri di alimentazione della nuova linea di combustione A verranno installati nella cabina elettrica di nuova realizzazione e posta al di sotto dei filtri a maniche;
- con la demolizione della vecchia linea B verranno scollegati e rimossi dalla cabina elettrica esistente tutti i vecchi quadri, che alimentavano le linee di combustione A e B “ante operam”;
- una volta rimossi i suddetti quadri nella cabina elettrica esistente resteranno pertanto i soli quadri di alimentazione relativi a:
 - utenze del ciclo termico delle linee A, B, R (oggetto di modifiche);
 - utenze del ciclo termico della linea C (oggetto di modifiche)
 - utenze della linea di combustione C (mantenuta inalterata);
 - utenze della linea di combustione R (mantenuta inalterata);
- nella cabina elettrica esistente si provvederà a posizionare i quadri di alimentazione per le utenze elettriche aggiuntive/sostitutive dei cicli termici sopra citati;
- nella cabina elettrica di nuova costruzione e posta al di sotto dei filtri a maniche verranno installati anche tutti i quadri di alimentazione della nuova linea di combustione B (analogoamente a quanto fatto per la linea di combustione A).

11.4 Strada perimetrale di stabilimento

Date le dimensioni limitate dell'edificio forni esistenti, risulta di fatto necessario installare una parte delle apparecchiature di processo all'esterno e più precisamente in corrispondenza dell'attuale piazzale antistante allo stagno.

Anche una parte dell'attuale strada perimetrale di stabilimento verrà utilizzata per l'installazione delle apparecchiature. La dimensione dell'attuale strada pavimentata dovrebbe essere sufficiente a permettere di installare le nuove apparecchiature, pur garantendo la libera circolazione dei mezzi attorno all'edificio del termovalorizzatore. Tutt'al più potrebbe essere necessario estendere leggermente la porzione di strada pavimentata in corrispondenza del piazzale retrostante l'edificio, oppure preparare un fondo in terra battuta per consentire il transito sporadico dei mezzi sulla strada perimetrale, garantendo in questo la continuità della circolazione dei mezzi intorno allo stabilimento.

11.5 Reti interrate nella zona esterna di futura installazione degli impianti

Al di sotto dell'attuale strada perimetrale insistono diverse reti interrate, tra cui:

- un cavidotto interrato in media tensione;
- il collettore fognario di stabilimento;
- la tubazione di distribuzione dell'acqua industriale.

Sulla base delle tavole grafiche in nostro possesso, riportanti il posizionamento delle diverse reti interrate, di tutte le infrastrutture sopra citate l'unica che dovrebbe essere da rilocare per certo è il collettore fognario, che andrà spostato verso il bordo esterno dell'attuale strada di circolazione perimetrale. In modo dovrebbe essere possibile evitare qualsiasi interferenza con le future fondazioni interrate dei nuovi macchinari.

È chiaro che un'idea più esatta dell'effettiva posizione delle suddette reti interrate sarà possibile farsela solamente attraverso l'esecuzione di sondaggi mirati. Sondaggi la cui esecuzione non è ritenuta al momento necessaria, dato che l'attuale progetto è a soli fini autorizzativi.

In aggiunta alla rilocazione del collettore fognario, ci sono altre utenze interrate minori, che andranno spostate, in quanto vanno ad occupare l'area di futura installazione delle nuove apparecchiature di processo:

- acqua industriale: al momento c'è uno stacco di acqua industriale DN80, per le utenze delle attuali linee A e B; questa tubazione interrata dovrà essere spostata in corrispondenza della futura via di accesso carrabile, che permetterà di accedere alle nuove linee A e B;
- cavidotti interrati (linea di terra): anche questi cavidotti insistono sulle zone oggetto di futura installazione dei nuovi macchinari; analogamente alle tubazioni di acqua industriale, anche questi cavidotti dovranno essere spostati in corrispondenza della futura via di accesso carrabile alle nuove linee A e B.

Per la risoluzione di queste interferenze si faccia riferimento al documento n. R.10.1270, Relazione sulle interferenze.

12. Tempistica e programma indicativo del progetto

Il diagramma di Gantt riportato nel documento n. P.10.7000, “Cronoprogramma generale”, rappresenta il cronoprogramma relativo al complesso iter realizzativo delle opere di revamping oggetto del presente progetto.

Il suddetto iter realizzativo è stato suddiviso in 4 distinte fasi, nell’ipotesi che la futura realizzazione delle opere avvenga attraverso un General Contractor:

- Approvazione della progettazione ai fini autorizzativi;
- Iter autorizzativo ai fini AIA;
- Redazione capitolati d’appalto e bandi di gara;
- Realizzazione dell’opera (a sua volta suddivisa in fase di progettazione esecutiva e fase di costruzione).

A corredo delle fasi di cui sopra il Committente potrà inoltre avvalersi di servizi qualificati relativamente alle seguenti prestazioni:

- Supervisione dei lavori;
- Collaudi.

12.1 Progettazione ai fini autorizzativi

In questa fase si inserisce il presente progetto, che, a valle dell’approvazione da parte del Committente, potrà essere depositato presso l’Autorità competente, al fine di avviare l’iter autorizzativo.

12.2 Iter autorizzativo ai fini AIA

L’iter autorizzativo è sempre una fase molto delicata e si stima un impegno temporale complessivamente non inferiore a 3 mesi, così suddiviso:

- esame del progetto da parte degli Enti preposti;
- elaborazione dei commenti raccolti e la loro trasmissione al Proponente / Stazione Appaltante;
- svolgimento da parte del Progettista di tutti gli approfondimenti, resisi necessari sulla base delle osservazioni ricevute dagli Enti;
- preparazione e consegna da parte della Stazione Appaltante all’Autorità di tutte i necessari approfondimenti e/o risposte ai quesiti tecnici contenuti nelle osservazioni trasmesse;
- elaborazione delle risposte da parte degli Enti e convocazione della Conferenza dei Servizi, per la chiusura del procedimento.

Durante tutta questa fase il Progettista resterà a disposizione, per consentire alla Stazione Appaltante di produrre degli elaborati supplementari o modificare quelli già consegnati, laddove questo si renda necessario sulla base delle effettive richieste delle Autorità competenti.

12.3 Preparazione dei capitolati d'appalto e bandi di gara

Obiettivo di questa fase è l'approntamento dei documenti tecnici necessari alla definizione dei servizi e delle opere, che saranno successivamente oggetto di gara d'appalto per la selezione del futuro General Contractor.

Quest'attività si potrà almeno parzialmente sovrapporre all'iter autorizzativo, quanto meno per la specifica attività di allestimento dei Capitolati Speciali d'Appalto. Successivamente al rilascio dell'autorizzazione potranno essere integrate nel progetto tutte le prescrizioni formulate dagli Enti preposti.

A questo il progetto per bando di gara potrà considerarsi pronto e la relativa gara verrà bandita tramite una procedura ad evidenza pubblica. A valle del ricevimento delle offerte e delle valutazioni condotte dalla commissione di gara, potrà essere scelto il General Contractor vincente ed arrivare quindi alla firma del contratto di costruzione.

Per questa fase si stima un impegno temporale complessivamente non inferiore a 7-8 mesi, almeno in parte sovrapponibili all'iter autorizzativo.

12.4 Realizzazione delle opere

Una volta siglato il contratto di costruzione il General Contractor procede alla realizzazione delle opere attraverso le seguenti fasi principali:

- La progettazione esecutiva delle opere da realizzare;
- La costruzione vera e propria, che inizierà con la consegna dei lavori, ovvero la messa a disposizione da parte della Stazione Appaltante dell'area su cui saranno effettivamente realizzati i lavori.

Trattandosi di un'opera, la cui realizzazione dovrà essere prevista a tappe (prima si costruisce una linea di incenerimento e poi si costruisce l'altra) all'interno di uno stabilimento produttivo con impianti in marcia, è stata ipotizzata una durata dei lavori non inferiore a 48 mesi, pari all'incirca a 24 mesi per linea.

12.5 Supervisione dei lavori

Tra i servizi utili a garantire il rispetto della qualità richiesta nella realizzazione delle opere, occorre menzionare il servizio di Supervisione dei lavori, che, su incarico della Stazione Appaltante, potrà:

- verificare il progetto esecutivo redatto dal General Contractor, prima che lo stesso vada in costruzione;

- supervisionare i lavori, garantendo al tempo stesso il rispetto dei requisiti qualitativi contenuti nel Capitolato Speciale d’Appalto e della tempistica contrattuale per la realizzazione generale delle opere e dei singoli “milestone” intermedi.

12.6 Collaudi

In aggiunta ai servizi di Supervisione dei lavori, la Stazione Appaltante potrà incaricare un team di collaudatori, al fine di svolgere le seguenti attività:

- collaudi in corso d’opera: durante la realizzazione dei lavori (es. controllo di qualità del cls., controllo delle saldature); questi collaudi si svolgeranno in parallelo all’esecuzione dei lavori e non comporteranno ritardo alcun sulla tempistica complessiva di realizzazione;
- collaudi funzionali e prestazionali delle opere realizzate: una volta completato con successo l’avviamento di ciascuna delle due linee di combustione, si procederà a verificarne la funzionalità e le prestazioni, in accordo ai requisiti contenuti nel Capitolato Speciale d’Appalto; queste verifiche sono necessarie per l’accettazione provvisoria dell’impianto e per l’avvio dell’esercizio commerciale; in questa sede si ritiene congruo ipotizzare una durata dei suddetti collaudi prestazionali non inferiore a 6 settimane per ciascuna linea realizzata.

A seguito del positivo superamento di tutti i collaudi potranno avere rispettivamente luogo, come già detto, l’accettazione provvisoria dei nuovi impianti e successivamente, ovvero dopo la scadenza del normale periodo di garanzia (in genere 2 anni) l’accettazione definitiva.

13. Indicazioni ambientali ai fini autorizzativi

In questo capitolo si riassumono le principali indicazioni tecniche, finalizzate al rilascio delle necessarie autorizzazioni per la costruzione e l'esercizio del futuro impianto.

13.1 Consumi di “utilities”

I principali consumi di “utilities” sono rappresentati dall'acqua industriale utilizzata per il circuito di raffreddamento con acqua di torre.

Dato che le nuove linee di combustione sostituiscono le linee attualmente in esercizio il maggior consumo di acqua industriale è modesto e valutabile nell'ordine di circa 5-8 m³/h.

Un'altra “utility”, che potrà essere richiesta in misura leggermente maggiore dalle nuove linee di combustione, potrà essere l'acqua demineralizzata, già presente presso l'impianto di termovalorizzazione di Macchiareddu ed i cui impianti di produzione vengono considerati adeguati a far fronte alla futura configurazione impiantistica.

13.2 Livelli di emissione sonore attese

Il nuovo impianto di smaltimento termico dei rifiuti non si caratterizza per la presenza di macchine particolarmente rumorose, eccezion fatta per la turbina a vapore, il sistema di pulizia a percussione della caldaia ed il sistema di pulizia ad aria compressa dei filtri a maniche. Tutti i restanti macchinari saranno del tipo a bassa rumorosità e saranno installati all'interno degli edifici esistenti. In questo modo sarà possibile, da una parte rispettare al confine di proprietà i limiti di emissione sonora previsti dal locale piano di zonizzazione acustica, e dall'altra si cercherà per quanto possibile di ottenere all'interno degli edifici tecnici un livello di pressione sonora generalmente inferiore ad 85 dB(A), tale da consentire l'intervento degli operatori senza il necessario utilizzo di specifici dispositivi di prevenzione individuale (cuffie acustiche o tappi per le orecchie di tipo usa e getta).

13.3 Emissioni atmosferiche

Per quanto riguarda le emissioni in atmosfera, con la linea di trattamento fumi di progetto, non solo potranno essere rispettati i limiti di emissione prescritti dalla normativa vigente, ma potranno essere conseguiti valori di emissioni largamente inferiori e tali da soddisfare anche i più stringenti regolamenti locali.

La Tabella di cui sotto riporta per i valori medi giornalieri i limiti giornalieri di concentrazione attualmente in vigore secondo la normativa nazionale, i valori garantiti in base al presente progetto ed un'ipotesi di valori attesi misurati al camino.

Inquinante	U.M.	Limiti normativi	Valori garantiti	Valori attesi
Polveri	mg/Nm ³	10	5	<2
COT	mg/Nm ³	10	5	<2.5
HCl	mg/Nm ³	10	5	<3
HF	mg/Nm ³	1	0.5	<0.1
SO ₂	mg/Nm ³	50	25	<3
NO _x	mg/Nm ³	200	100	<70
NH ₃	mg/Nm ³	30	10	<3
Cd + Tl	mg/Nm ³	0.05	0.02	<0.01
Hg	mg/Nm ³	0.05	0.02	0.01
Metalli pesanti	mg/Nm ³	0.5	0.25	<0.1
PCDD + PCDF	ng/Nm ³	0.1	0.025	<0.01
IPA	mg/Nm ³	0.01	0.005	<0.001
PCB-DL	ng/Nm ³	0.1	0.025	<0.01
CO	mg/Nm ³	50	40	<5

*) Valori giornalieri riferiti ad un tenore di ossigeno dell'11 %

Tabella 2 Valori delle emissioni al camino delle linee A e B a seguito del revamping

13.4 Produzione di rifiuti

Lo smaltimento termico dei rifiuti produce dei residui solidi che vengono estratti dal sistema di trattamento dei fumi di combustione, come già illustrato nei paragrafi precedenti.

Considerate le quantità di rifiuto da trattare, i quantitativi di residui solidi annualmente prodotti dal nuovo impianto dovrebbero attestarsi su valori vicini a quelli sotto riportati:

- Scorie di combustione: 17'600 t/a
- Ceneri volanti, estratte dal fondo del generatore di vapore e del primo filtro a maniche: circa 2'500 t/a
- Prodotti Sodici Residui (PSR), estratti dalle tramogge dei filtri a maniche: 1'500 t/a

13.5 Scarichi di processo

Per quanto riguarda gli scarichi di processo, il nuovo impianto di combustione sarà privo di scarichi di processo, laddove si consideri che gli scarichi delle acque reflue di processo verranno utilizzati per l'estinzione delle scorie di combustione.

In virtù di questo fatto ed a meno dello spurgo del circuito di acqua di torre e di altri spurghi di processo minori, le nuove linee di combustione A e B potranno essere catalogate come "effluent free".

13.6 Consumo di materie prime

Il nuovo impianto di smaltimento termico dei fanghi di depurazione prevede il consumo delle seguenti materie prime:

- gasolio;
- bicarbonato di sodio;
- carboni attivi;
- soluzione ammoniacale.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione dei reagenti utilizzati ed una stima del loro consumo annuo.

Il consumo annuo di gasolio è difficilmente stimabile in quanto questo combustibile viene utilizzato durante le fasi di avviamento dell'impianto e durante il sostegno alla combustione dei rifiuti; il suo consumo effettivo è difficilmente quantificabile a priori in quanto dipende moltissimo dalle modalità di conduzione dell'impianto stesso.

Il consumo annuo di bicarbonato, utilizzato per la depurazione chimica dei fumi di combustione, non dovrebbe superare il valore di circa 2'100 t/a.

Il consumo annuo di carboni attivi, utilizzati per l'adsorbimento dei microinquinanti (metalli pesanti, diossine, furani, ecc.) presenti nei fumi di combustione, dovrebbe attestarsi ad un valore inferiore a circa 100 t/a.

Relativamente alla soluzione ammoniacale, utilizzata per il processo di denitrificazione catalitica (SCR DeNOx), il consumo annuo della suddetta soluzione non dovrebbe superare il valore di circa 460 t/a.

Per quanto riguarda il consumo delle risorse idriche, sono state considerate delle scelte impiantistiche, che ne minimizzano lo sfruttamento (es. recupero dei principali scarichi di processo per estinzione scorie).

13.7 Emissione di odori verso l'esterno

Esattamente com'è già oggi, la fossa rifiuti verrà mantenuta in depressione dall'aria di combustione primaria delle singole linee di combustione e questo contribuirà ad evitare la propagazione verso l'esterno di emissioni maleodoranti.

13.8 Effetto sul traffico

Dato che l'intervento oggetto del presente progetto rappresenta la sostituzione delle due linee di combustione già esistenti, si ritiene che non ci sarà alcun aggravio sulla logistica dei mezzi che già oggi accedono quotidianamente al sito industriale di Macchiareddu.

13.9 Impatto sul paesaggio

L'area oggetto dell'intervento è compresa all'interno dell'attuale sito industriale di Macchiareddu, che si caratterizza per una elevata densità impiantistica.

Considerato l'attuale contesto fortemente industriale del sito, si ritiene che l'impatto paesaggistico della nuova opera rispetto alla situazione attuale sia, a tutti gli effetti, trascurabile.