

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 F +41 91 610 26 29
6982 Agno E-Mail tbf@tbf.ch



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



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

Committente:

Progettista:

Titolo:

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTROMECCANICI DI PROCESSO

Rev.	Data	Modifiche	Disegnato	Controllato
0	28.01.2016	Prima emissione	TOM	AC
1	31.10.2016	Seconda emissione	TOM	AC
2				
3				
4				
5				

Scala:	Formato:	Data:	Documento no. :	Rev.
-	A4	31.10.2016	R.10.1230	1

Revisioni

Revisione	Data	Indicazione della modifica	Redatto	Verificato
0	28.01.2016	Prima emissione	PRL	AC
1	31.10.2016	Seconda emissione	PRL	AC

Indice

1.	Configurazione dell'impianto	1
1.1	Dimensionamento dell'impianto	1
1.2	Inserimento nell'area e lay-out generale	1
2.	Descrizione dell'impianto	3
2.1	Conferimento e stoccaggio rifiuti	3
2.2	Combustione e produzione di vapore	3
2.3	Trattamento fumi e camino	5
2.4	Ciclo termico e produzione di energia elettrica	9
2.5	Trattamento dei residui di combustione	10
2.6	Automazione dell'impianto	11
2.7	Impianti elettrici	11
2.7.1	Sistema della distribuzione elettrica	12
2.7.2	Distribuzione delle linee di alimentazione	13
2.7.3	Impianto di illuminazione	14
3.	Ricollocamenti e adattamenti di impianti esistenti	15
3.1	Sostituzione torri di raffreddamento linee A, B ed R	15
3.2	Sostituzione dei compressori esistenti	15
3.3	Spostamento degli impianti di preparazione del latte di calce	15
3.4	Spostamento cabina di analisi fumi	16
3.5	Alimentazione elettrica linee esistenti	16
3.6	Strada perimetrale di stabilimento	17
3.7	Reti interrato nella zona esterna di futura installazione degli impianti	17
4.	Dimensionamento delle principali apparecchiature di processo	19

1. Configurazione dell'impianto

1.1 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 smaltiti 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.

1.2 Inserimento nell'area e lay-out generale

Le linee A e B esistenti sono racchiuse all'interno di un edificio prefabbricato in cemento armato precompresso.

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 DeNO_x, silos di stoccaggio reagenti, silos di stoccaggio residui solidi) verranno installate all'esterno, una parte sul piazzale retrostante all'edificio principale e la restante parte sull'attuale strada di accesso.

2. Descrizione dell'impianto

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

2.1 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.

2.2 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.

2.3 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.

2.4 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.

2.5 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 volanti 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.

2.6 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).

2.7 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.

2.7.1 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. D.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° D30-5440 allegata..

2.7.2 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 ap-

posate 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.

2.7.3 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.

3. 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. Maggiori informazioni sono desumibili dal documento R.10.1270 "Relazione sulle interferenze".

3.1 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.

3.2 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'interno di una struttura containerizzata provvisoria. 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.

Per maggiori dettagli si faccia riferimento al par. 4.3 del documento n. R.10.1270-Rev.1, Relazione sulle interferenze.

3.3 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.

3.4 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.

3.5 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 (analogamente a quanto fatto per la linea di combustione A).

3.6 Strada perimetrale di stabilimento

Date le dimensioni limitate del 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 sarà 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.

3.7 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 rilocalizzare 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 interrato 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.

Maggiori indicazioni sulle rilocazioni delle reti interrato sono riportate in corrispondenza dei seguenti elaborati di progetto:

- D.10.4710, *Planimetria generale reti idriche e fognarie interrato*;
- D.10.4720, *Planimetria generale linee elettriche e cavidotti interrati*.

4. Dimensionamento delle principali apparecchiature di processo

Si faccia integrale riferimento ai Capitoli 6, 8, 9, 10 e 11 del documento C.10.1310 "Relazione di calcolo impianti elettromeccanici di processo".