

# **IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI CONGLOMERATI BITUMINOSI MARINI TOP TOWER 4000**

## **1. INTRODUZIONE GENERALE**

### **1.1. Gli obiettivi della ricerca**

La Vezzola S.p.A. con sede a Lonato (BS) opera nel settore della produzione di conglomerati bituminosi sia per impieghi civili che industriali, nonché nella realizzazione di opere di ingegneria civile e si trova ora nella necessità di incrementare la propria capacità produttiva per la realizzazione di un nuovo lotto della BREBEMI ed intende farlo proponendosi con un nuovo impianto innovativo per la produzione di conglomerati bituminosi.

Obiettivo primario del progetto di ricerca è quello di studiare, progettare e realizzare un nuovo impianto per la produzione di conglomerati bituminosi che rappresenti una importante evoluzione sia rispetto agli attuali prodotti della Vezzola S.p.A., sia rispetto alla concorrenza a livello nazionale e internazionale.

## **2. PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEL NUOVO IMPIANTO INNOVATIVO**

Come sopra descritto, dopo un attento studio degli impianti messi a disposizione dal mercato, focalizzato in particolare sulle attenzioni che gli stessi ponevano agli aspetti innovativi di basso impatto ambientale rispetto allo stato dell'arte, si è scelto di collaborare con la Società Marini S.p.A. L'impianto individuato, consono alle caratteristiche della innovazione ed alle necessità produttive, è il Top Tower 4000; qui di seguito sono riepilogate le specifiche progettuali di dettaglio dei vari componenti volte a porre il nuovo impianto al top del livello qualitativo possibile in questo settore.

### **2.1. Specifiche progettuali dei componenti del nuovo impianto**

Nel presente paragrafo descriveremo le specifiche progettuali dei vari componenti dell'impianto sviluppato in collaborazione con Marini. Una sua schematizzazione dell'impianto e delle varie parti

che lo costituiscono è riportata in Figura 2.1. In essa si distinguono le apparecchiature destinate alle seguenti operazioni (il numero riportato in figura corrisponde a quello dell'elenco):

- 1) predosaggio dei materiali vergini;
- 2) alimentazione del riciclato;
- 3) essiccazione materiali vergini;
- 4) gruppo rielezionatore dosatore;
- 5) ciclo di funzionamento dei fini recuperati dal filtro;
- 6) silo di deposito;
- 7) filtro a maniche di tessuto;
- 8) silo stoccaggio filler d'apporto e/o cemento;
- 9) stoccaggio bitume.

Partendo dalle specifiche tecniche di partenza, durante la fase di sviluppo tecnico sono stati concordati collegialmente i dettagli tecnici dei vari componenti con particolare riguardo alla massima durata nel tempo dei componenti (qualità dei materiali e dei componenti antiusura), alla facilità e sicurezza di manutenzione e di gestione dei vari componenti (passerelle di accesso e portelli di manutenzione), e soprattutto al risparmio energetico ed al rispetto ambientale, come descritto nei paragrafi seguenti.

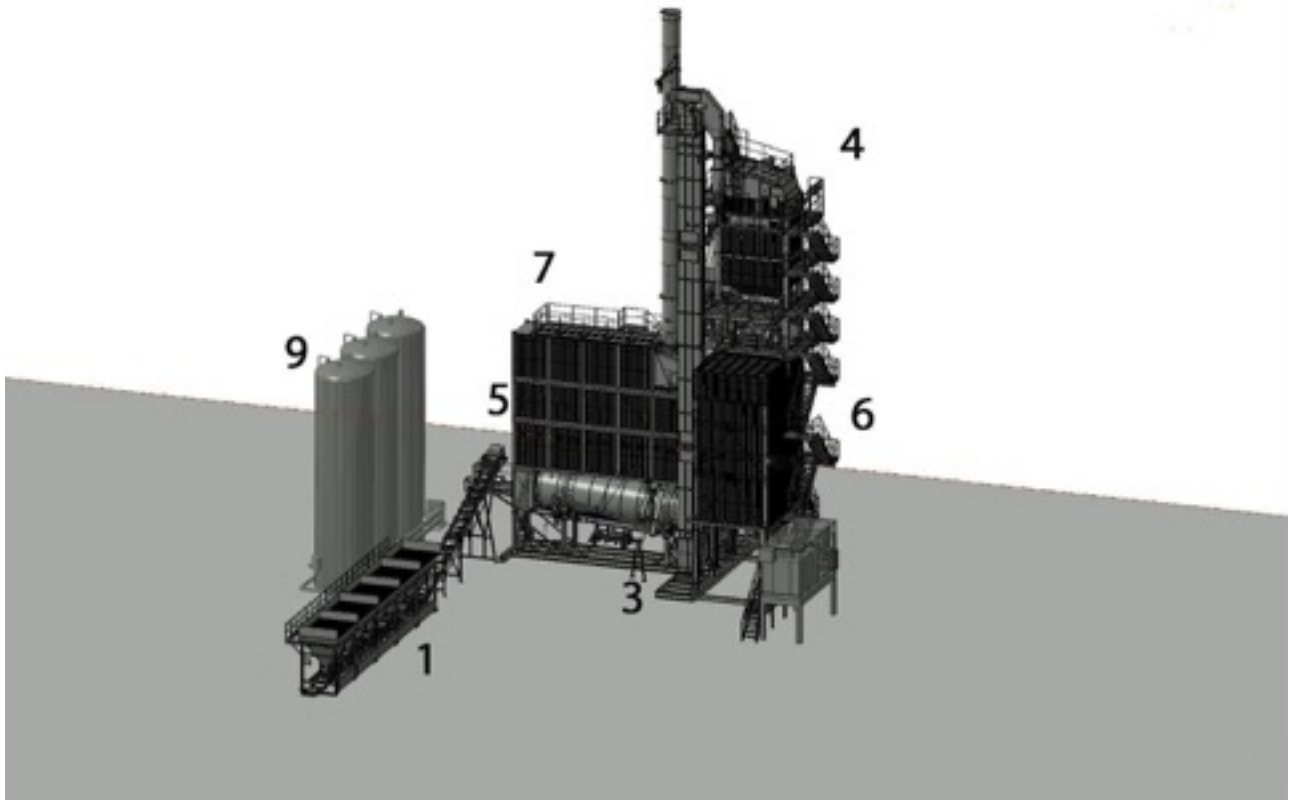


Figura 2.1 - L'impianto di produzione di conglomerato bituminoso Marini Top Tower

### 2.1.1. Predosaggio materiali vergini

Gli aggregati utilizzati per la composizione della miscela sono depositati in cumuli, dai quali vengono prelevati mediante una pala caricatrice che alimenta le tramogge del predosatore dei materiali vergini.

Il predosatore provvede al dosaggio volumetrico delle singole pezzature di aggregati, al fine di ottenere la curva granulometrica richiesta dalla formula in produzione. Ciascuno scomparto del predosatore è provvisto di un nastro estrattore in gomma azionato da un motore a velocità variabile (gestito tramite inverter).

I materiali dosati dai singoli estrattori cadono su un nastro collettore che scarica su un secondo nastro trasportatore, il quale a sua volta alimenta il cilindro essiccatore.

La scelta è andata su predosatori di grande capacità (20 m<sup>3</sup> cadauno) e gli stessi potranno essere successivamente coperti da opportuna tettoia per evitare di utilizzare inerti particolarmente umidi (si riduce in tal senso il consumo di combustibile per il bruciatore dell'Essiccatore) ed anche per ridurre al minimo la polverosità dell'impianto stesso e diminuire il più possibile le emissioni diffuse.

Ad esempio, la presenza di una copertura del cumulo della sabbia garantisce:

- Diminuzione del consumo di olio combustibile stimabile dal 5 al 7%
- Migliore continuità del dosaggio del filler nel conglomerato.
- Miglioramento della regolarità della curva granulometrica a livello di sabbia.
- Mantenimento della produzione oraria e dei picchi di produzione.

QUINDI

IMPATTO SULLA QUALITA'

IMPATTO SULLA PRODUTTIVITA'

IMPATTO SULL'AMBIENTE

Logicamente sono stati richiesti tutti i possibili optional per far sì che anche la durata degli stessi e l'utilizzo quotidiano fossero ottimizzati: si è pertanto concordato la fornitura dei predosatori con le tramogge e sovrasponde zincate a caldo (i predosatori sono infatti l'unico punto dell'impianto nel quale si ha contatto diretto fra il materiale bagnato e la lamiera e sono pertanto l'unico punto dove si può avere formazione di ruggine).

Inoltre tutti i nastri collettori ed alimentatori sono in tralicci zincati a caldo e con protezioni laterali ed inferiori (in grigliato) per evitare eventuali infortuni durante le operazioni di manutenzione e/o di controllo dell'impianto.

Il nastro collettore è stato concepito in modo tale che facendo ruotare il nastro in senso opposto, l'operatore possa scaricare i materiali direttamente sulla benna di una pala; così facendo è molto veloce compiere operazioni di taratura dei predosatori ed eventualmente di svuotamento degli stessi per poter gestire materiali diversi.

## 2.1.2. Alimentazione del riciclato

Un particolare interesse è stato posto sul capitolo riciclaggio del materiale fresato: al giorno d'oggi il riciclaggio non è più un optional ed anche l'Unione Europea sta spingendo in tal senso per vari motivi.

- Riduzione dei rifiuti: il degrado della strada porta a notevoli quantità di materiale fresato disponibile, con conseguenti problematiche relative allo stoccaggio e gestione del materiale fresato (tasse imposte per smaltire il RAP in quanto rifiuto)
- Riutilizzo prodotti: mancanza di aggregati per una riduzione sempre maggiore della cave attive sul territorio nazionale ed internazionale

- Recupero di energia: risparmio energetico per l'economia di estrazione degli aggregati e riduzione dei mezzi in movimento e delle interruzioni del traffico
- Riciclaggio dei materiali: riutilizzo di inerti e di bitume (si riutilizza parzialmente il bitume presente nel fresato)

Ed inoltre: con gli opportuni controlli ed accorgimenti, viene prodotto un eccellente conglomerato anche con l'utilizzo del riciclato

Non ci sono infatti regole particolari riferite a quale tipologia di strade o di tipologia di asfalto in quanto, l'utilizzo ad alte percentuali del fresato presuppone di dover trattare il fresato con un impianto di frantumazione e vagliatura separato ed anche il fatto di avere un laboratorio che analizzi la tipologia di fresato riutilizzata e che indichi al cliente finale (in base al fresato di partenza ed al conglomerato da realizzare) la qualità e la quantità di bitume da integrare, gli aggregati necessari per correggere la formula e gli eventuali additivi da aggiungere.

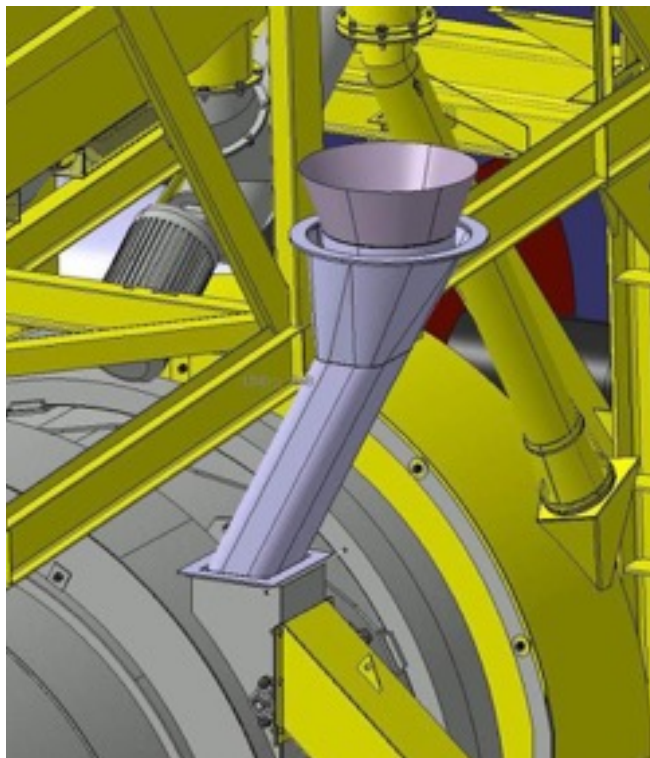
Essenziale è il fatto che il fresato venga suddiviso in base alla posizione di strato del pacchetto e che venga anche coperto in fase di stoccaggio per tenere molto bassa l'umidità e aumentarne la percentuale di utilizzo utilizzabile

Sicuramente, la regola generale indica che con gli strati di base si possono raggiungere le massime percentuali di fresato utilizzate, mentre l'utilizzo del fresato nel tappeto è possibile solamente in piccole percentuali e solo dopo una attenta analisi da parte del laboratorio.

Con la premessa che i capitolati attualmente esistenti in Italia impongono un utilizzo del fresato non superiore al 30%, una delle possibili soluzioni, quella del tamburo parallelo, non si è dimostrata quella ottimale in quanto (a parte il maggior costo iniziale) è necessario installare un secondo bruciatore da alimentare, un maggiore consumo di energia elettrica ed una notevole manutenzione da eseguire. La soluzione scelta è stata quella della linea all'anello di riciclaggio che porta al raggiungimento di alte percentuali senza alti costi di investimento e con bassi costi di esercizio.

Particolare attenzione si è posta anche nella progettazione dello scivolo di introduzione del fresato nell'anello di riciclaggio con una sezione ellittica per evitare spigoli "vivi" e con una inclinazione molto elevata per ridurre la possibile formazione di eventuali intasamenti.

Lo scivolo di prelievo del riciclato è dotato di deviatore azionato da comando elettropneumatico che permette di avere la posizione chiusa per sigillatura anello, calibratura o svuotamento del dosatore del riciclato e la posizione aperta che consente l'introduzione del riciclato nell'Essiccatore.



**Figura 2.2 – Scivolo fresato**

## ANELLO DI RICICLAGGIO

Un anello di particolare progettazione consente di introdurre nella zona più idonea del cilindro, senza infiltrazioni di aria fredda, i conglomerati recuperati mediante fresatura o successivamente granulati.

Il materiale immesso non viene a diretto contatto con i gas caldi della fiamma ma è riscaldato all'interno delle pale a "recupero di calore", miscelato agli inerti vergini già parzialmente riscaldati alla temperatura più idonea. In tal modo il riscaldamento del riciclato è graduale e si riducono i rischi di degenerazione del bitume mentre il rimescolamento con i vergini evita la formazione di agglomerazioni che causerebbero inconvenienti nelle successive fasi di processo.

## 2.1.3.Essiccatore

All'interno del cilindro essiccatore rotante gli aggregati vergini si muovono in controcorrente rispetto ai gas generati dal bruciatore: un'apposita palettatura provvede a sollevare e a far ricadere ripetutamente i materiali, facilitando lo scambio termico con i gas della combustione.

Nella zona prossima al bruciatore sono installate delle speciali palette che, durante la rotazione, trattengono gli inerti impedendo loro di cadere in forma di pioggia attraverso l'intera sezione del

tamburo. All'interno di questo volume (camera di combustione) la fiamma può svilupparsi indisturbata, evitando la formazione di incombusti e le conseguenti emissioni inquinanti.

Il bruciatore è del tipo chiuso ad alta pressione con polverizzazione meccanica del combustibile e funziona con olio combustibile ed è predisposto meccanicamente per il futuro funzionamento anche a gas naturale.

Un dispositivo di sicurezza provvede automaticamente ad interrompere la mandata del combustibile in caso di mancata accensione del bruciatore, o di spegnimento accidentale.

Dopo aver ceduto calore agli aggregati ed essersi caricati di vapore d'acqua in conseguenza del processo di essiccazione, i gas sono inviati al filtro attraverso un'apposita tubazione.

Il dimensionamento del forno è tale per cui (per un dato diametro dello stesso) la geometria delle pale, l'inclinazione del cilindro e la sua velocità di rotazione consentono un tempo di attraversamento di circa tre minuti, corrispondente ad un riempimento ottimale di circa il 17%.

In queste condizioni le pale sono in grado di sollevare a pieno carico tutta la massa di materiale senza permettere che una parte di questa scorra sul fondo ed avanzi solo per effetto dell'inclinazione del cilindro.

A questa situazione corrisponde una pioggia di materiale attraverso i gas caldi tale da saturare in modo ottimale la sezione trasversale del cilindro, lasciando scoperte solamente ridotte aree attraverso le quali i gas possono passare senza contatto con i materiali.

E' questa la situazione alla quale corrisponde lo scambio termico fumi/materiale più efficiente, evidenziato da una bassa temperatura dei fumi all'uscita dal forno.

Se la produzione del forno viene ridotta per ragioni operative, il coefficiente di riempimento si riduce con una conseguente riduzione dell'intensità della pioggia dei materiali attraverso il flusso dei fumi: si riduce l'efficacia dello scambio termico ed aumenta la temperatura dei fumi allo scarico con spreco di combustibile.

Ad esempio, ogni 10°C in più relativi alla temperatura dei fumi in uscita dal filtro, porta un aumento dell'1% del consumo del bruciatore

L'intervento correttivo che permette di ripristinare il coefficiente di riempimento ottimale e conseguentemente ottimizzare i consumi consiste nell'agire con facilità e velocità sulla forma della palettatura interna del tamburo.

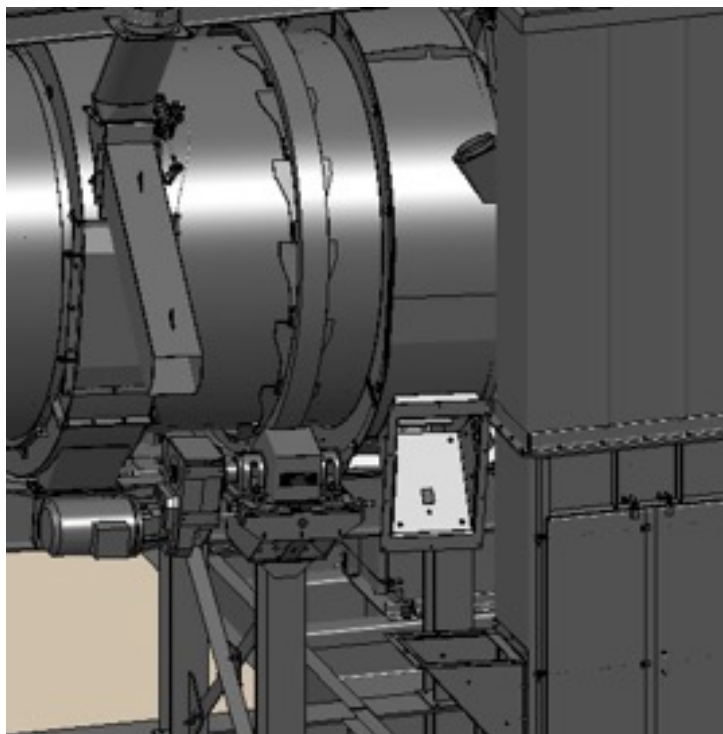
Si è pertanto concordato di utilizzare una palettatura interna bullonata (ed inoltre la prima fila di palette è ulteriormente divisa in 2 parti) che consente di adattare al meglio la palettatura agli aggregati utilizzati

Tutte le suddette caratteristiche consentono di ottimizzare lo scambio termico all'interno del cilindro e si può pertanto stimare un risparmio dall'1% al 2%



Inoltre il cilindro Essiccatore è coibentato e si riducono pertanto le dispersioni termiche (rispetto ad un cilindro essiccatore non coibentato) dal 4% al 7%

Per quanto riguarda il Cilindro Essiccatore, si è deciso di optare per un tamburo speciale con scarico degli inerti dal basso e con uno scivolo molto inclinato e di dimensioni maggiorate in modo da facilitare la fuoriuscita dei materiali e limitando le manutenzioni. Nella figura seguente è riportato il frontone di scarico.

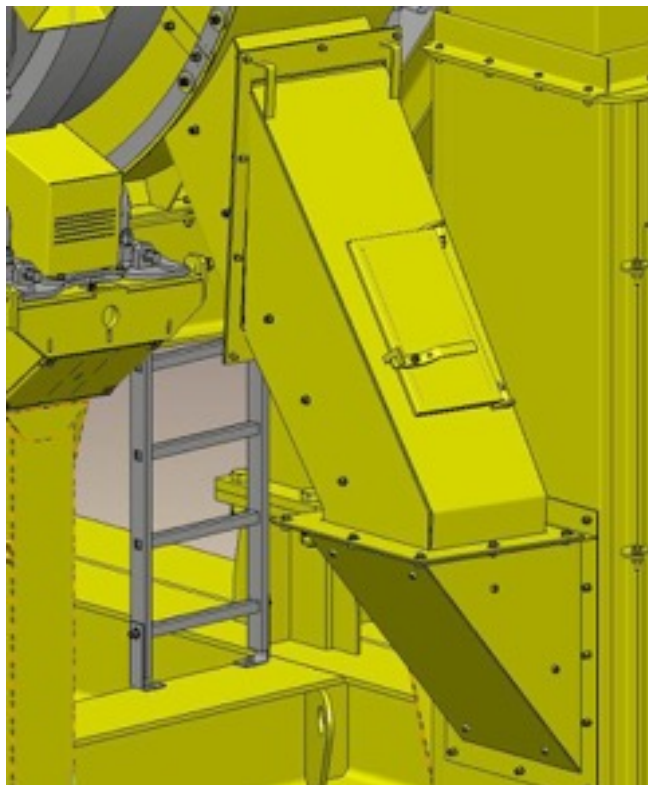


**Figura 2.3 – Frontone di scarico**

Proprio in tal senso si è anche provveduto ad installare delle resistenze per tenere calde le lamiera e favorire ulteriormente lo scivolamento del materiale fresato.

Per migliorare ulteriormente le prestazioni dell'impianto e per ridurre le operazioni di manutenzione, le lamiera antiusura nello scivolo dell'essiccatore sono in lamiera speciale riportata al carburo che garantisce una durezza superficiale molto alta (550 HB) e soprattutto il mantenimento di questa elevate caratteristiche anche a temperature elevate; le suddette lamiera hanno un costo iniziale decisamente superiore, ma evitano successive operazioni di manutenzione molto onerose. Di seguito è rappresentato lo scivolo di scarico.

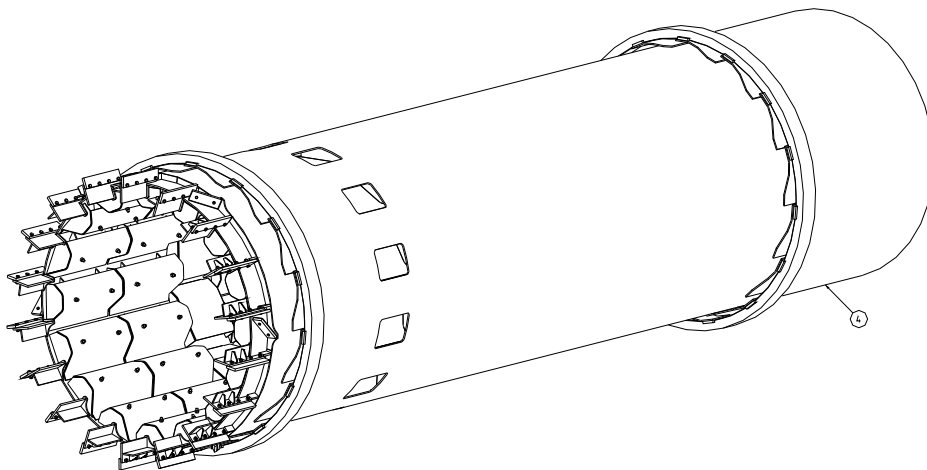


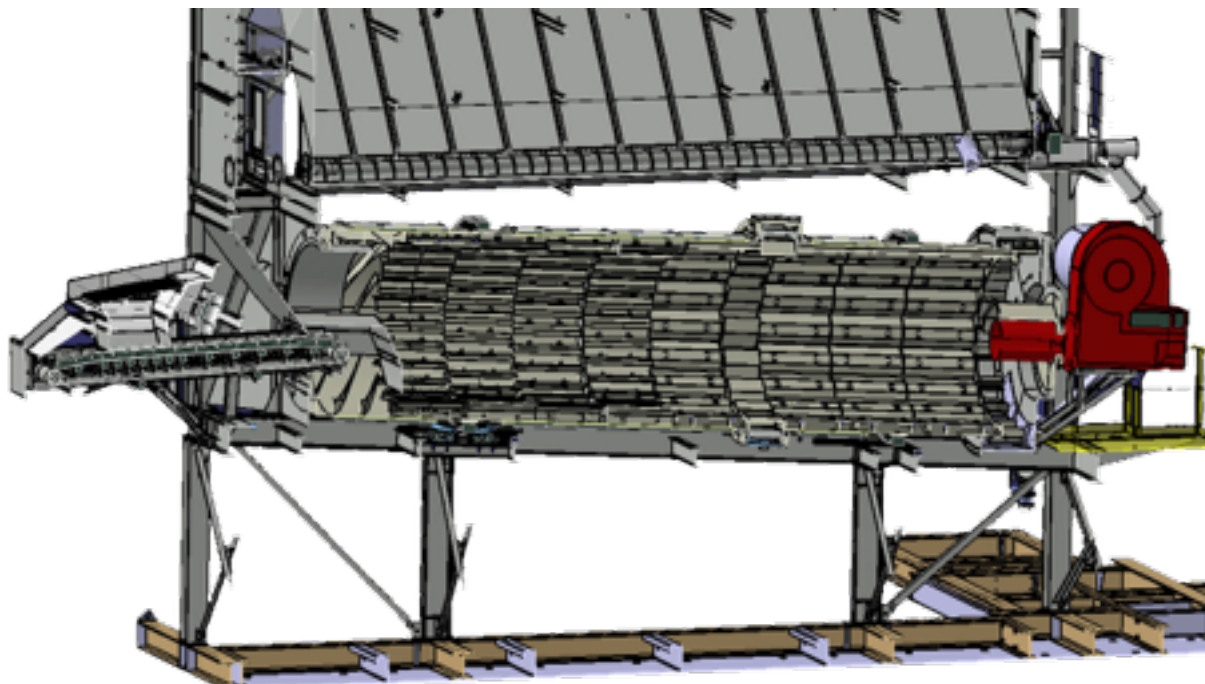


**Figura 2.4 – Scivolo di scarico**

Relativamente alla parte rotante, è stato utilizzato un acciaio speciale particolarmente resistente alle alte temperature ed anche uno spessore maggiorato della lamiera in modo tale da limitare le usure e le conseguenti operazioni di sostituzione e manutenzione dei componenti di usura.

Inoltre la palettatura interna è completamente bullonata e quindi di facile sostituzione e la prima fila di palette è divisa in 2 parti in modo tale da facilitare la regolazione della temperatura dei fumi in fase di collaudo in modo da meglio adattarsi alle caratteristiche dei materiali presenti in cantiere.



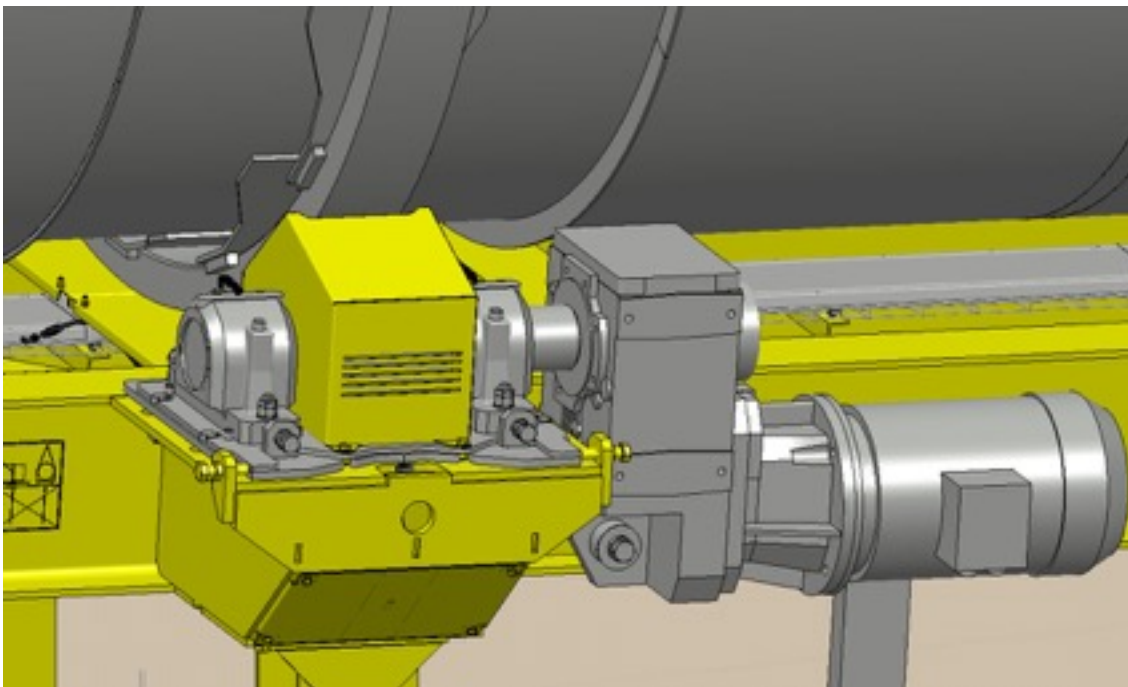


**Figura 2.5 – Schematizzazione essiccatore**

La trasmissione del moto del cilindro essiccatore e la rotazione del tamburo avviene su due anelli di rotolamento poggianti su quattro rulli di rotolamento montati su supporti orientabili che permettono una regolazione semplice e precisa (tale sistema, unico sul mercato, garantisce la possibilità di aggiustamento e regolazione del moto di rotazione anche a cilindro in moto).

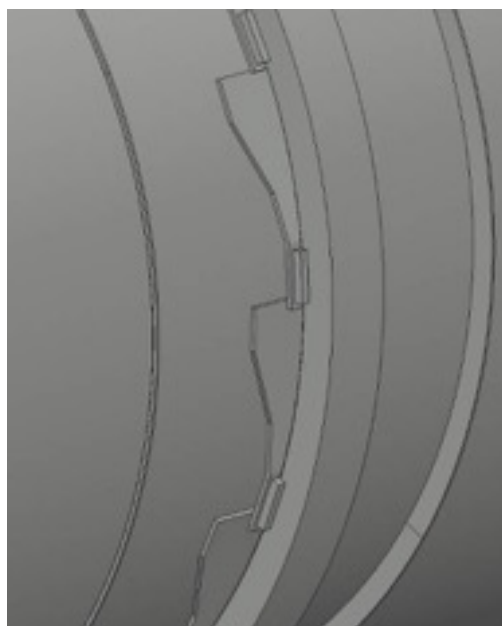
La rotazione è ottenuta con quattro rulli motorizzati che assicurano la partenza a carico, con potenza di 18,5 kW cadauno.

L'ingrassaggio dei supporti dei rulli di rotolamento e reggispinta è centralizzato in un punto accessibile dal suolo (sempre nell'ottica di facilitare le operazioni di manutenzione).



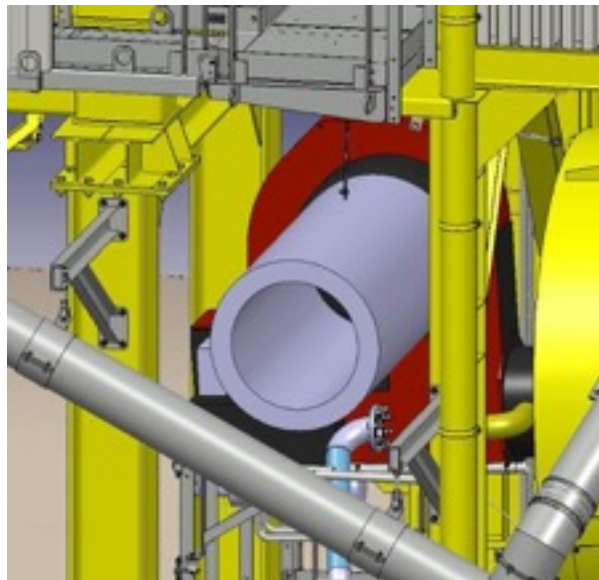
**Figura 2.6 – Rullo di rotolamento**

Per evitare una ulteriore operazione di manutenzione molto complicata di aggiustamento dei cunei di accoppiamento tra parte rotante e anelli di rotolamento, è stato modificato il sistema di giunzione e nel Top Tower gli anelli di rotolamento sono montati con supporti elastici (Figura 2.7) che riescono a “gestire” senza problemi le dilatazioni termiche della parte rotante durante il funzionamento dell’impianto.



**Figura 2.7 – Supporto anelli di rotolamento**

Per ridurre il più possibile la rumorosità della ventola del bruciatore si è deciso di installare un silenziatore “maggiorato” all’aspirazione del ventilatore del bruciatore che garantisca una riduzione di molti dB.



**Figura 2.8 – Silenziatore.**

#### RISPARMIO ENERGETICO:

Il gruppo Essiccatore e Filtro a maniche è stato scelto nella configurazione speciale con il Filtro a maniche posizionato sopra al cilindro Essiccatore.

Questa configurazione consente notevoli vantaggi sia a livello ambientale, ma soprattutto a livello di risparmi energetici.

Infatti il gruppo Essiccatore e Filtro a maniche è parzialmente bardato, ha un ridotto ingombro a terra e permette di ottimizzare lo sfruttamento dello spazio disponibile in cantiere.

Dal punto di vista energetico, si possono realizzare sia risparmi a livello di consumi elettrici, sia per quanto riguarda i risparmi termici e di conseguenza minori consumi di gas metano ed energia elettrica.

Infatti il condotto di raccordo fumi tra Essiccatore e Filtro a maniche è integrato nella struttura del gruppo, è particolarmente corto e parzialmente coibentato: questa peculiarità permette di avere minori perdite di temperatura dei fumi ed una riduzione stimabile del consumo del bruciatore pari al 2%.

La particolare configurazione porta ad un ulteriore vantaggio: si ottiene il parziale recupero di energia/calore ascendente proveniente dall'irraggiamento del tamburo che consente di mantenere i fini recuperati dal filtro ad una temperatura più calda; in tal modo posso avere un surriscaldamento degli aggregati ridotto da 3 a 6°C ed una conseguente ulteriore riduzione del consumo del bruciatore da 1 al 2%.

La suddetta configurazione porta infine anche un risparmio di energia elettrica grazie ad un circuito di riciclaggio dei fini (linea delle coclee) estremamente corto ed a un conseguente minor utilizzo di energia elettrica stimabile in circa 20 kW

## **2.1.4. Gruppo riselezionatore dosatore e Torre di Mescolazione**

Gli aggregati essiccati e riscaldati vengono scaricati dal cilindro essiccatore nel piede dell'elevatore a tazze del materiale caldo. I materiali passano quindi al vaglio riselezionatore che li suddivide in cinque frazioni, ciascuna delle quali viene immessa in una tramoggia di deposito provvista di scarico di troppo pieno.

Gli aggregati riselezionati vengono scaricati in successione attraverso portine nella tramoggia di pesatura e da questi immessi nel mescolatore. La selezione granulometrica dei materiali sul vaglio vibrante consente la classificazione degli stessi secondo le classi previste dalle specifiche di produzione. La vagliatura è possibile solo per materiali vergini, ed eventualmente per miscele di vergini + fresato dove il fresato costituisca meno del 10% della miscela.

Il rendimento della vagliatura si definisce come la quantità (coda) di materiale sotto-misura confluito insieme al materiale con classe di pezzatura immediatamente superiore.

Il valore della "coda" in % corrisponde al peso del materiale sotto-misura riferito al peso totale del materiale sotto-misura più il peso del materiale della corretta pezzatura.

Il valore generalmente accettato per la "coda" è del 5 – 10%, dove il valore più basso costituisce una minore contaminazione dei materiali: più bassa è la "coda" più alto è il rispetto delle specifiche di produzione.

E' inoltre monitorata la misura della temperatura del conglomerato allo scarico del mescolatore (in questo caso è possibile controllare in modo migliore la temperatura di produzione ed evitare eventuali consumi non necessari di olio combustibile)

Una pompa di ingranaggi alimenta il bitume alla apparecchiatura di dosaggio, dalla quale viene immesso nel mescolatore mediante l'apposita rampa di distribuzione

Aggregati, fini recuperati e bitume vengono miscelati nel mescolatore fino ad ottenere un impasto omogeneo.

Il mescolatore ha forma di trogolo ed è dotato di due alberi rotanti sui quali sono montati bracci e palette.

Il vaglio, le tramogge dei materiali vagliati, le apparecchiature di dosaggio a peso di aggregati, filler e bitume e la parte superiore del mescolatore sono contenuti in una cofanatura parzialmente chiusa: al fine di evitare la dispersione di polveri, l'interno della cofanatura è mantenuto in depressione da un aspiratore, il quale invia i fumi nella tubazione di entrata del filtro.

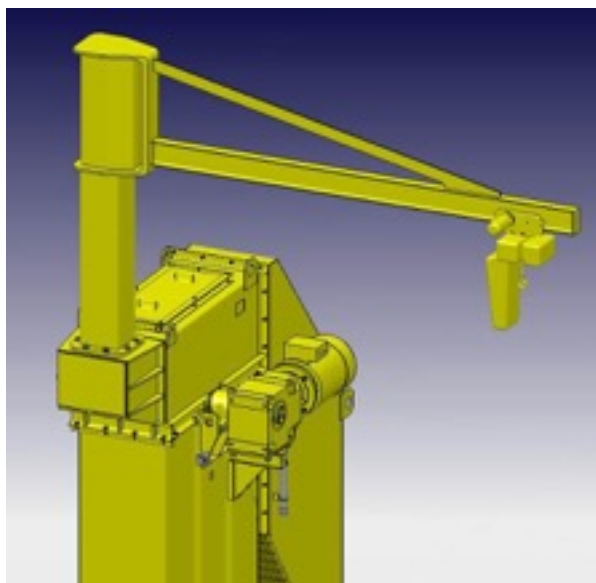
La Torre di mescolazione è inoltre dotata di una parziale chiusura della torre di mescolazione (dal piano mescolatore alle tramogge sotto vaglio) all'interno di un bardage per ridurre le emissioni di rumore ed anche per una ulteriore riduzione delle dispersioni di calore

Tutto il ciclo di essiccazione e mescolazione è controllato completamente tramite il computer.

Per ottimizzare anche il consumo di energia elettrica per tonnellata di conglomerato prodotto verranno installati motori elettrici efficienza 1 (ottimizzazione dei consumi con riduzione di circa il 2% rispetto ai motori elettrici normali)

Per facilitare la manutenzione è stato predisposto anche un braccio girevole con paranco elettrico (con portata 250 kg) fissato alla testa dell'elevatore del caldo che permette la movimentazione delle reti del vaglio e di eventuali altri ricambi dal suolo fino al livello del vaglio.





**Figura 2.9 – Paranco elevatore**

L'**elevatore a tazze** è stato ampiamente dimensionato per garantire la portata massima dell'impianto; ha un motoriduttore con potenza 30 kW.

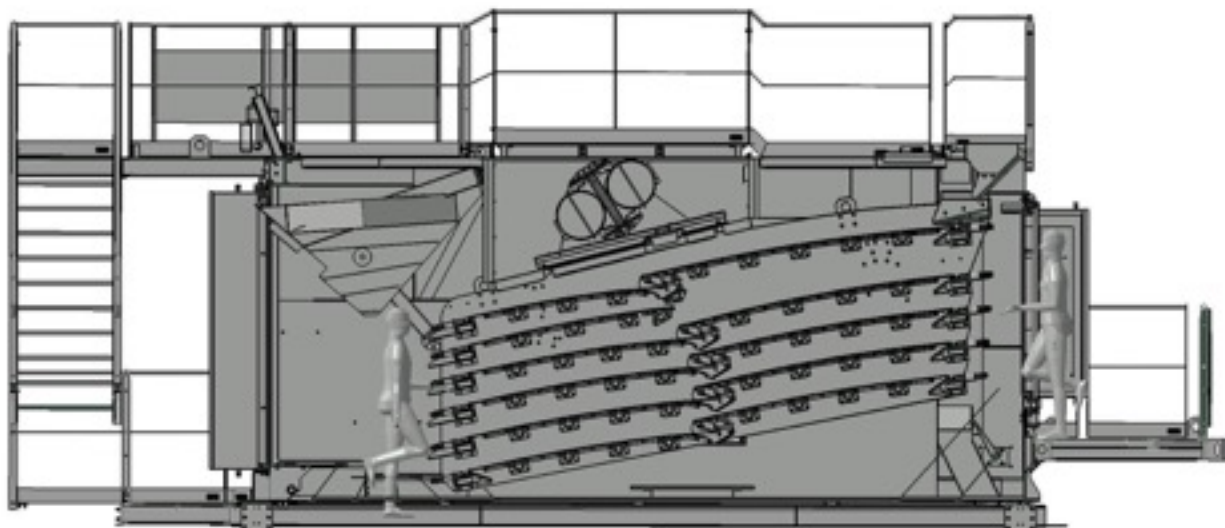
L'elevatore è provvisto di lamiera antiusura in acciaio ad alta resistenza all'abrasione con spessore variabile da 8 mm. a 12 mm.; le catene sono di tipo ad anelli in acciaio ad alta resistenza (con spessore di cementazione maggiorata).

Sono previsti passi d'uomo di ispezione in testa ed al piede dell'elevatore, muniti di chiave di sicurezza interbloccata.

Relativamente al **vaglio**, sono state analizzate le dimensioni delle reti del vaglio verificando gli inerti a disposizione ed anche i vari fusi granulometrici dei conglomerati da produrre; sono state concordate le seguenti dimensioni: 5 x 5 mm, 12 x 12 mm, 18 x 18 mm, 25 x 25 mm, 34 x 34 mm.

L'impianto permette la sostituzione delle reti rapida e semplice grazie a 2 porte con apertura a piena sezione sia sul lato ingresso dei materiali sia sul lato uscita.

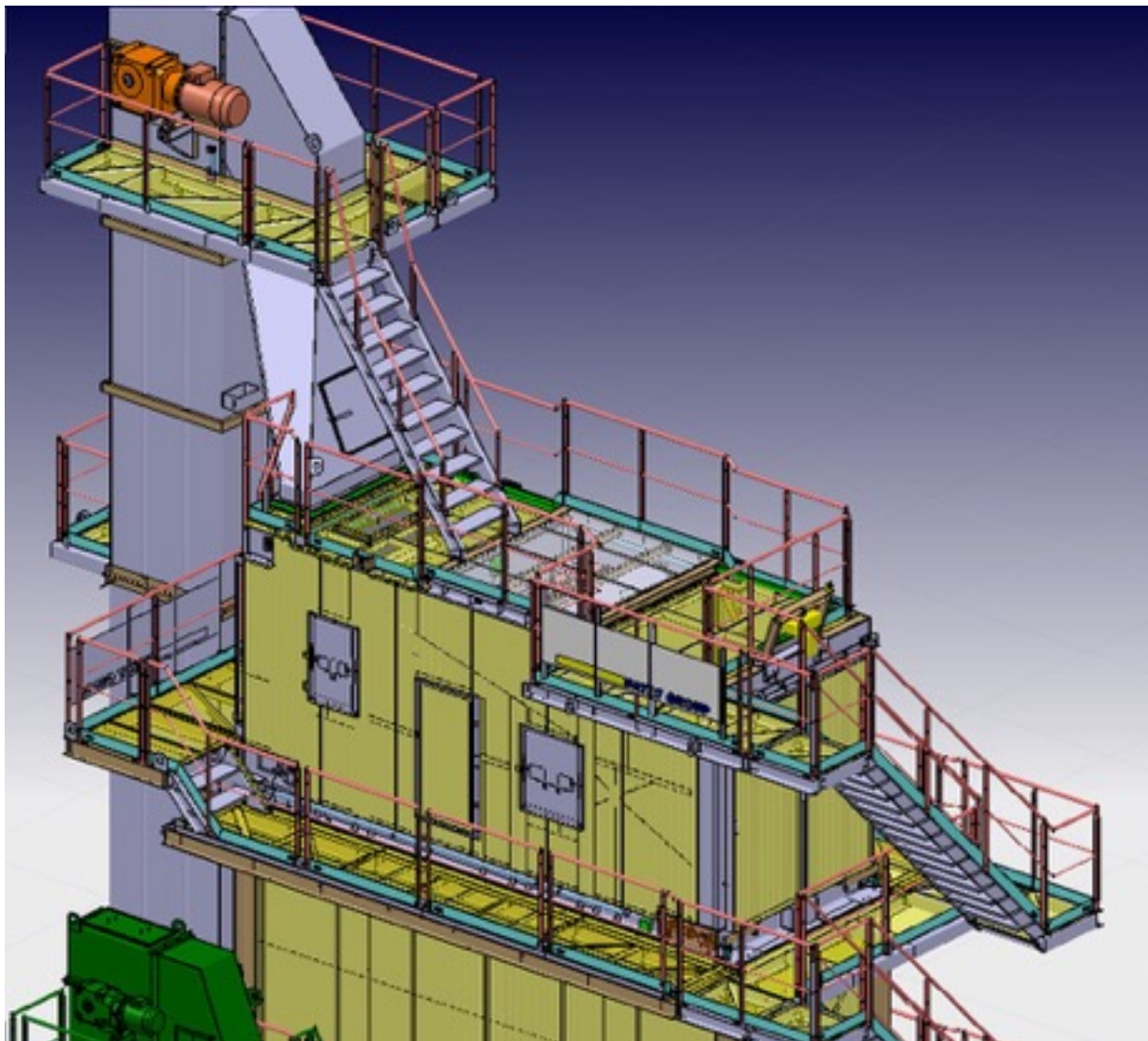




**Figura 2.10 – Vaglio**

Il vaglio prevede inoltre una coibentazione con lana di roccia (spessore 60 mm, densità 100 kg/m<sup>3</sup>) e rivestimento esterno in lamiera grecata del cofano vaglio e delle porte anteriori e posteriori in modo tale da limitare il più possibile le dispersioni termiche verso l'esterno.

Gli accessi alla parte superiore del vaglio, alla testa dell'elevatore, alla presa campioni sul camino ed al by-pass sono ampiamente dimensionati e permettono una manutenzione facilitata al deviatore telecomandato (scarico diretto/vaglio), allo scivolo di collegamento tra elevatore e vaglio ed allo scivolo di collegamento tra elevatore e tramoggia scarico diretto.



**Figura 2.11 – Accessi**

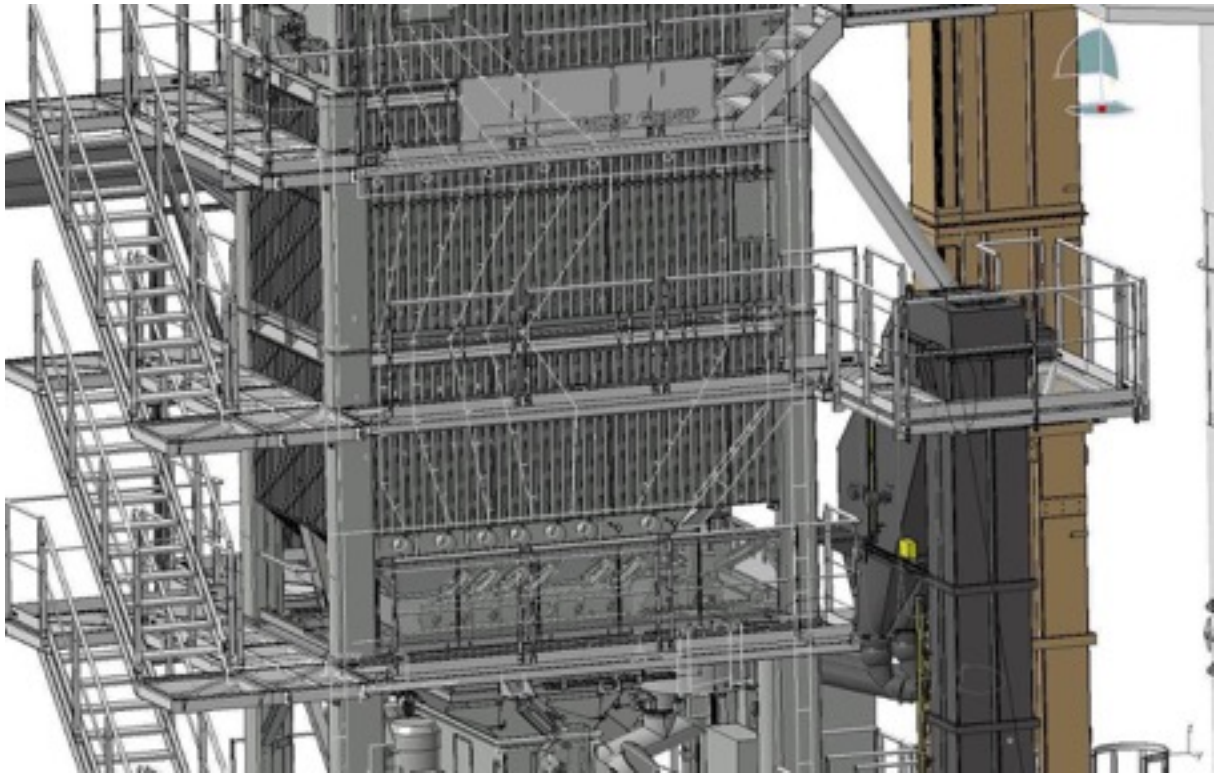
Le Tramogge sotto vaglio sono divise in 6 scomparti: 1 scomparto per scarico diretto non vagliato e 5 scomparti per le varie selezioni con le seguenti capacità:

- Scomparto diretto: 17,2 ton
- Scomparto 1 (sabbia): 28 ton
- Scomparto 2: 8,2 ton
- Scomparto 3: 8,2 ton
- Scomparto 4: 8,2 ton
- Scomparto 5: 8,2 ton
- Capacità totale 78 ton

Sono inoltre previste 2 sonde di temperatura PT 100 nello scomparto della sabbia e dello scarico diretto.

Le varie tramogge sono provviste di indicatore di livello alto di sicurezza nello scomparto diretto e di 6 indicatori di livello continui nelle tramogge di stoccaggio dei materiali vagliati.

La coibentazione della struttura è prevista con lana di roccia con densità 100 kg/m<sup>3</sup> e con spessore 100 mm, rivestita con lamiera grecata.



**Figura 2.12 – Tramoggia sotto vaglio**

## **MESCOLATORE**

Il mescolatore deve garantire la perfetta omogeneizzazione dei materiali (inerti vergini, fresato, filler, additivi solidi,...) ed il completo rivestimento degli stessi da parte del legante e di eventuali additivi liquidi.

Lo scarico nel mescolatore dei vari componenti la miscela è gestito con ritardi individuali rispetto allo scarico degli inerti.

La qualità della mescolazione è rilevabile dai provini prelevati allo scarico del mescolatore ed è generalmente controllabile intervenendo sul riempimento del mescolatore, o sul tempo di mescolazione. Il tempo di mescolazione è l'intervallo di tempo che intercorre fra il completamento dello scarico nel mescolatore dell'ultimo componente e l'apertura del mescolatore stesso.

Il modulo di dosaggio e mescolazione comprende sia i vari sistemi di pesatura di aggregati, filler, bitume, sia il mescolatore vero e proprio.

La **tramoggia di pesatura degli inerti** ha una capacità variabile da 3.300 kg fino a 3.500 kg dipendentemente dal tipo di formula da produrre; ha delle lamiere antiusura in acciaio ad alta resistenza all'abrasione ed il sistema di pesatura è gestito grazie a 4 celle di carico (N.B.: le varie tramogge sono provviste di dispositivi per la sospensione di pesi campione per la taratura delle bilance)

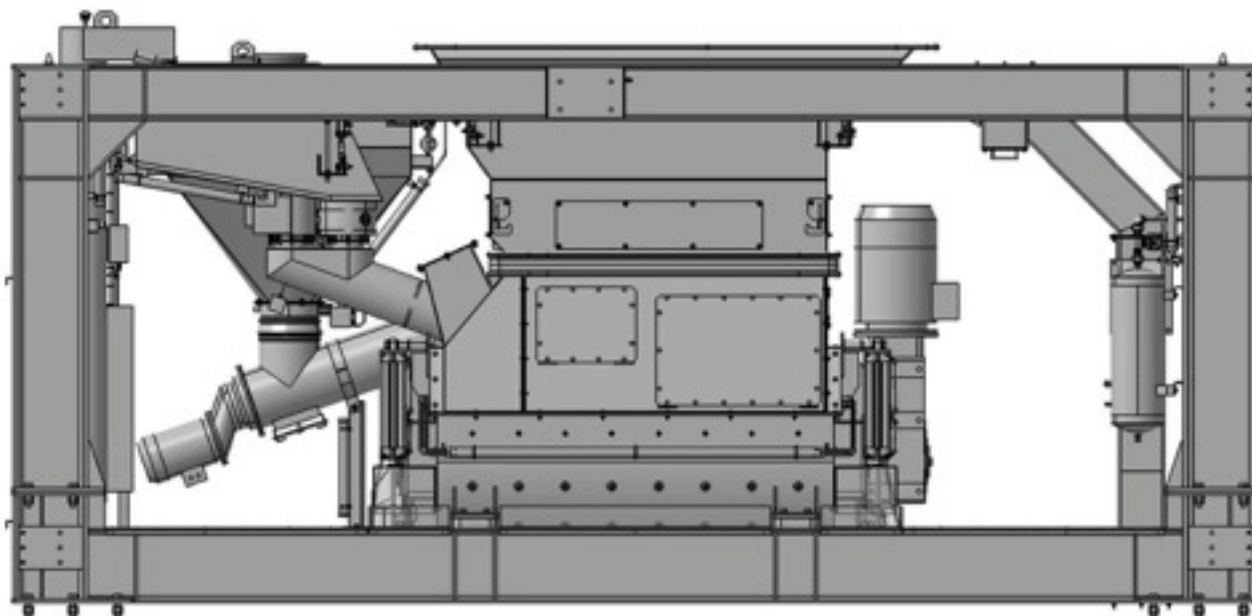
La **tramoggia di pesatura del filler** ha una capacità di 500 kg. ed il sistema di pesatura è gestito grazie a 3 celle di carico

La **tramoggia di pesatura del bitume** ha una capacità di 350 kg. ed il sistema di pesatura è gestito grazie a 3 celle di carico; lo scarico nel mescolatore è per gravità con valvola a farfalla (azionata con cilindro a comando elettropneumatico) in modo tale da evitare una pompa di spruzzatura del bitume ed anche per svuotare completamente la tramoggia alla fine di ogni mescolata e permettere pertanto di cambiare il tipo di bitume utilizzato senza problematiche di mescolazione.

La **vasca di mescolazione** ha una capacità utile di 4.000 kg (tasso di riempimento 58% e la rotazione degli alberi è realizzata con 2 motoriduttori con potenza 2 x 45 kW.

I rinforzi dei bracci e le pale di mescolazione sono del tipo a nido d'ape in fusione ad alta resistenza all'abrasione.

Anche in questo caso la porta di ispezione è munita di serratura di sicurezza interbloccata



**Figura 2.13 – Disegno modulo mescolatore**

Per limitare la rumorosità dell'impianto ed anche eventuali svaporamenti nella torre di mescolazione, si è concordato di tamponare ulteriormente la torre con lamiere grecate verniciate (in materiale S235JR con spessore 0,75 mm) dal livello del piano mescolatore, fino al livello



inferiore del cofano del vaglio; il tutto è fissato ad una struttura autonoma fissata alla torre, completamente zincata.

La struttura di sostegno è zincata, le passerelle sono integrate all'interno della copertura, mentre le scale sono situate all'esterno della copertura.

Le scale sono in lamiera zincata a caldo, hanno una larghezza di 800-1000 mm. e sono state concepite come "scale a gradini".

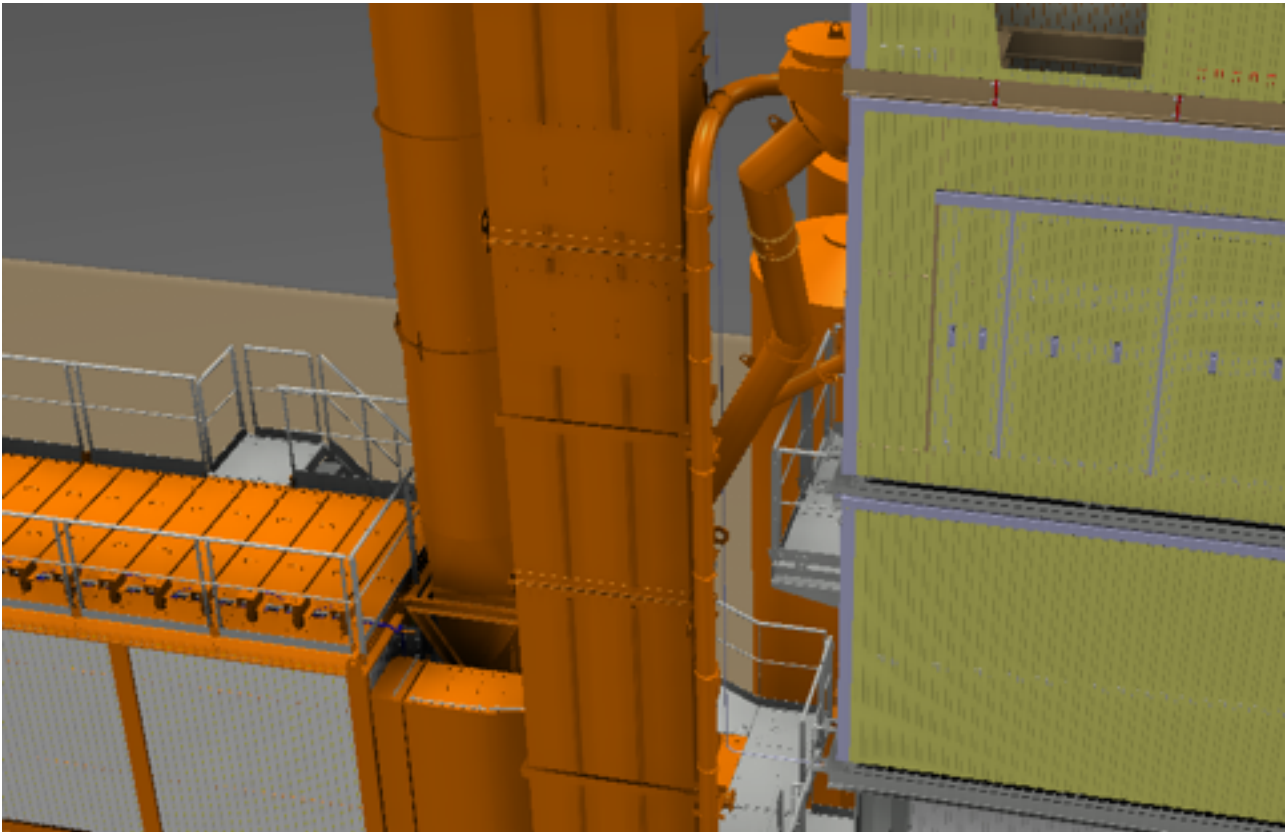


**Figura 2.14 – Scale e passerelle**

Anche l'accesso alla parte superiore del filtro è realizzato con scale a gradini (N.B.: in tutti gli impianti tradizionali sono verticali).

La Torre di mescolazione è posta in depressione grazie ad una tubazione di aspirazione che collega la torre al filtro a maniche; la suddetta tubazione è provvista di valvole di regolazione

manuali che regolano l'aspirazione dallo stoccaggio aggregati e dal modulo mescolazione-dosaggi.

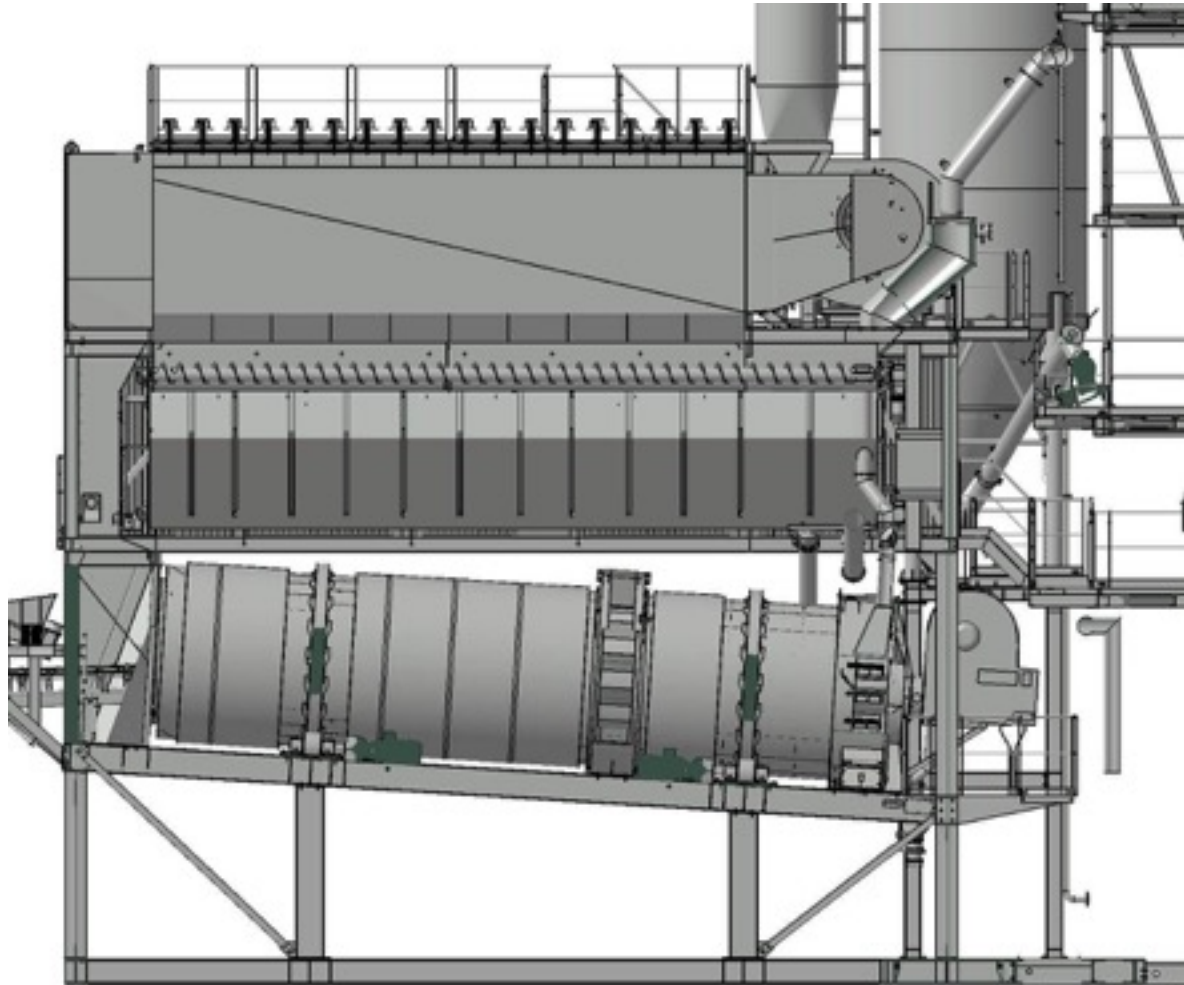


**Figura 2.15 – Tubazione aspirazione torre**

### **2.1.5.Fini recuperati dal filtro**

Il silo fini recuperati è del tipo orizzontale con tramoggia di forma a V ed ha una capacità di 38 m<sup>3</sup>; è dotato di n° 4 indicatori di livello rotativi per avere una buona conoscenza del grado di riempimento della tramoggia stessa.

L'estrazione dei fini è garantita da una coclea longitudinale sul fondo della tramoggia azionata da motoriduttore con potenza di 7,5 kW; la suddetta coclea è protetta superiormente da una apposita lamiera per evitare sovraccarichi sui cuscinetti e la tramoggia è dotata di portelli di accesso dall'esterno alla coclea senza la necessita di svuotamento del silo.



**Figura 2.16 – Silo fini recuperati**

Per poter entrare all'interno della tramoggia per eventuali operazioni di manutenzione è possibile utilizzare un passo d'uomo di accesso con serratura di sicurezza a chiave interbloccata.

Eventuali fini in eccesso possono essere evacuati grazie ad un sistema comprendente una valvola a farfalla e una tubazione di svuotamento oltre ad una coclea che trasporta i fini stessi in una zona facilmente raggiungibile dai mezzi

La struttura di supporto del silo dei fini recuperati è rivestita esternamente in lamiera grecata e posta immediatamente sopra all'essiccatore; ciò permette il recupero del calore emesso dal cilindro essiccatore ed il riscaldamento dei fini recuperati, realizzando una riduzione del consumo di energia.

In particolare si può confermare che il condotto essiccatore-filtro corto ed in parte coibentato permette di ottenere una riduzione temperatura gas di 10° a 15°C ed una conseguente riduzione del consumo bruciatore del 2% circa



### 2.1.6. Silo deposito prodotti finiti

Il conglomerato prodotto può essere riposto in sili di deposito in attesa di essere prelevato per l'utilizzo. Le caratteristiche essenziali di questi sili di stoccaggio sono:

- adeguata capacità di stoccaggio del prodotto finito in maniera da poterlo rendere disponibile sui camion per il trasporto alla stesa;
- evitare la segregazione dei materiali;
- ridurre la dispersione del calore.

Il carico è effettuato tramite una navetta traslante su binario mossa da un motore proprio di piccola potenza e dotata di portina con apertura a comando pneumatico nei punti prestabiliti.

È previsto uno scarico diretto fuori silo per un eventuale materiale di scarto o per lo scarico diretto su camion.

Per mantenere la pulizia dell'eventuale navetta è fornito un impianto per spruzzare un liquido antiadesivo direttamente nella navetta, azionato ad ogni ciclo.



Figura 2.17 – Silo deposito prodotti finiti

Questa elevata capacità di stoccaggio del prodotto finito permette di evitare continui “start e stop” nella produzione (con conseguenti accensioni e spegnimenti di bruciatore, filtro a maniche e di tutti i motori collegati) e porta ad un risparmio energetico di circa un 10% in quanto si può produrre conglomerato senza soste.

## 2.1.7. Filtro a maniche a valle del cilindro essiccatore

Il filtro a maniche di tessuto, inserito a valle del cilindro essiccatore, ha una superficie filtrante di 940 m<sup>2</sup> e le maniche sono in tessuto aramidico con una grammatura maggiorata a 500 gr/m<sup>2</sup> per poter raggiungere e garantire i valori di emissione in atmosfera di 10 mg/Nm<sup>3</sup> di polveri

Per evitare le possibili corrosioni dovute alle condense acide all'interno del filtro (il vapore aspirato dal filtro, se scende sotto ai 100 °C, potrebbe creare degli acidi dovuti alla presenza di tracce di zolfo all'interno dei gas), la parte superiore dello stesso, viene costruita in Corten.

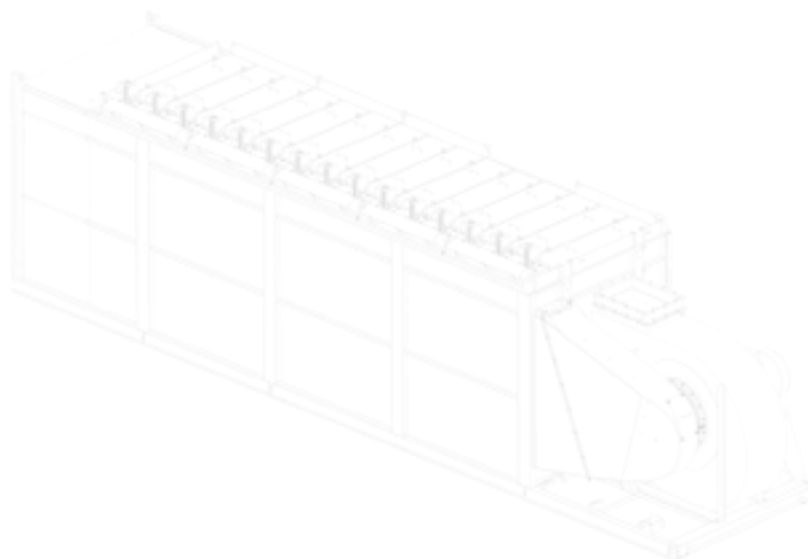


Figura 2.18 – Disegno progettuale filtro a maniche

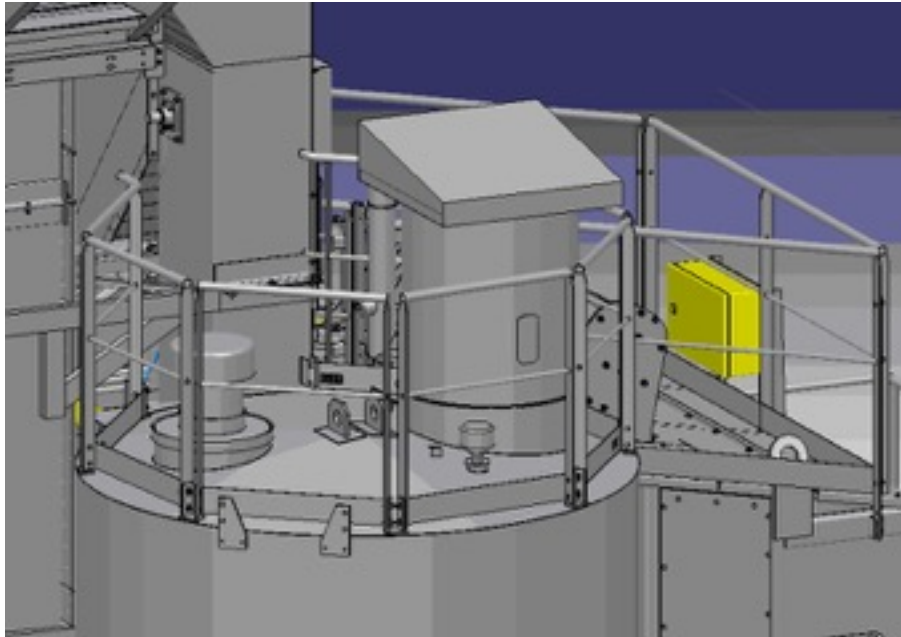
Per lo stesso motivo, anche il camino è stato costruito in materiale Corten

## 2.1.8. Stoccaggio del filler d'apporto

Il Silo di stoccaggio del filler d'apporto ha una capacità di 52 m<sup>3</sup>, un diametro di 2,5 m ed è equipaggiato con un filtro di scarico dell'aria, con una valvola a farfalla a comando manuale (subito prima della coclea estrattrice), un sistema di fluidificazione pneumatica nel cono del silo, una valvola di sicurezza di sovrappressione (per le fasi di carico), un passo d'uomo sul tetto.

Il silo del filler è posizionato in modo tale che con una coclea estrattrice (potenza 5,5 kW e portata max 40 m<sup>3</sup>/h) raggiunge direttamente il piede dell'elevatore del filler e successivamente la tramoggia di pesatura del filler.

Il filtro a maniche posizionato sulla sommità del silo del filler d'apporto ha una superficie filtrante di 24,5 m<sup>2</sup>, è dotato di un sistema di pulizia pneumatica (consumo d'aria di 4,5 m<sup>3</sup>/h e volume del serbatoio 5,1 l).



**Figura 2.19 – Filtro a maniche del silo filler**

Il sistema di dosaggio a peso di additivi in fibre granulari (tipo Arbocell) ha una tramoggia di deposito con capacità 3 m<sup>3</sup> (dotata di 2 coperchi ribaltabili sulla parte superiore ed un vibratore con potenza 0,18 kW per favorire lo svuotamento delle fibre).

Il gruppo è dotato di coclea estrattrice (potenza 0,75 kW) che alimenta la tramoggia di pesatura (con capacità 50 litri ed installata su celle di carico); lo scarico è gestito grazie ad una valvola di scarico a comando elettropneumatico.

Un ventilatore con potenza 7,5 kW provvede a spingere le fibre fino ad un separatore a ciclone posizionato sulla torre di mescolazione; le fibre sono quindi separate dall'aria e vengono introdotte nel mescolatore grazie ad uno scivolo provvisto di valvola di scarico azionata da cilindro a comando elettropneumatico.

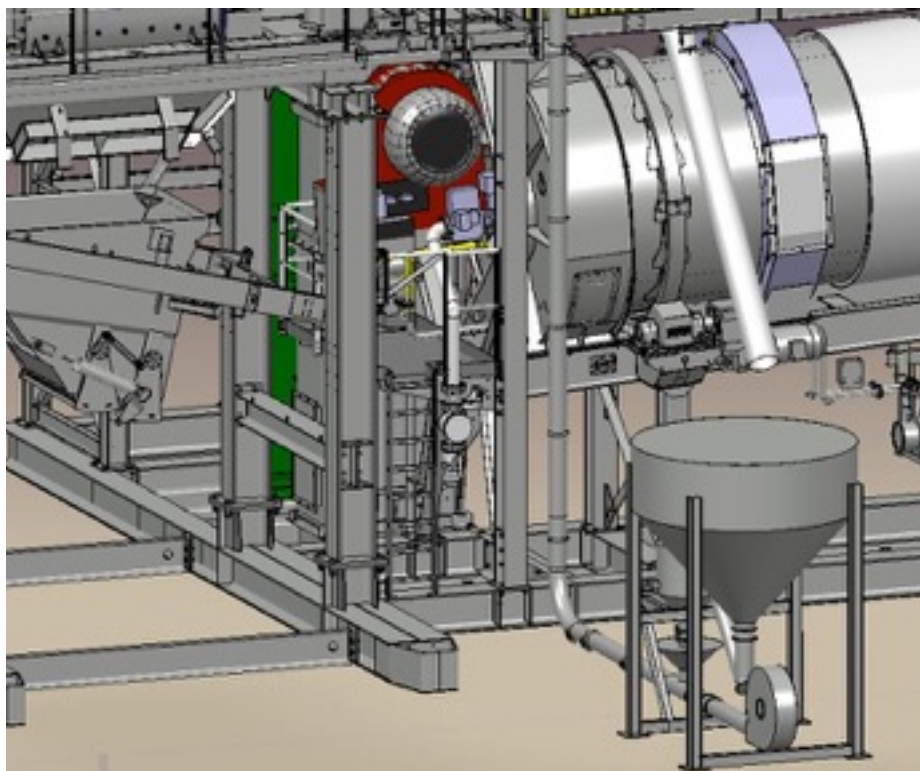


Figura 2.20 – Viatop

## 2.1.9. Deposito e riscaldamento bitume ed olio combustibile

Le cisterne di stoccaggio sono previste con una COIBENTAZIONE MAGGIORATA e pertanto le dispersioni termiche verso l'esterno sono notevolmente ridotte.

## 2.1.10. Sistema di controllo

La **cabina di comando** ha dimensioni esterne 6.000 x 4.900 x 3.000 mm (altezza interna 2.700 mm) ed ha un telaio rinforzato in acciaio profilato e verniciato; i pannelli perimetrali ed anche quelli divisorii interni sono in pannelli sandwich coibentati.

I serramenti sono in alluminio (con veneziane e vetri antisfondamento) ed è previsto anche una finestra uso biglietteria.

Per mantenere la corretta temperatura all'interno dei due ambienti (locale quadri forza motrice e PLC + locale uso operatore e PC) sono stati installati 2 condizionatori da 12.000 Btu.

Per garantire la maggior sicurezza possibile in fase di manutenzione dell'impianto, in cabina di comando sono state installate varie chiavi che sono indispensabili per aprire le varie porte di accesso nei punti pericolosi (mescolatore, elevatori, vaglio, ecc...); infatti per poter accedere ai punti di manutenzione è necessario utilizzare una specifica chiave ed automaticamente viene

staccato l'interruttore generale dell'impianto garantendo pertanto una manutenzione con la massima sicurezza.



Figura 2.21 – Chiavi di sicurezza

**Sommando tutti i vari fattori, il risparmio energetico (minori consumi elettrici e minori consumi di combustibile) stimabile con l'utilizzo del Top Tower rispetto ad un impianto tradizionale è variabile dal 10 al 15%**