

**BELTRAME - SAN DIDERO**

**IMPIANTO DI ASPIRAZIONE FUMI:  
PROGETTO DI AUMENTO DELLA CAPACITA'  
DI ASPIRAZIONE E FILTRAZIONE**

***Job 2.5104-I***



**- SPECIFICA FUNZIONALE -**



<b>Rev.</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Eseguito</b>	<b>Controllato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Data</b>



## **INDICE**

<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE .....</b>	<b>6</b>
	<i>Fig. 1-1 – P&amp;I dell'impianto fumi.....</i>	<i>6</i>
<b>1.1</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO.....</b>	<b>11</b>
1.1.1	Standby .....	11
1.1.2	Carica .....	11
1.1.3	Fine Carica .....	11
1.1.4	Fusione .....	12
1.1.5	Tapping .....	12
1.1.6	Ciclo di lavoro.....	12
<b>1.2</b>	<b>SEGNALI DI INTERFACCIA CON IL FORNO .....</b>	<b>13</b>
<b>1.3</b>	<b>COMPONENTI PRINCIPALI DEL SISTEMA .....</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>SEQUENZA DI AVVIAMENTO.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>PRINCIPALI IMPOSTAZIONI DEL SISTEMA.....</b>	<b>17</b>
2.2.1	Tabelle dei parametri .....	17
	<i>Tabella 2-1– Fasi di fusione definite dalla portata di ossigeno iniettato nel forno.....</i>	<i>17</i>
	<i>Tabella 2-2 – Valori di riferimento per le velocità dei ventilatori e stato delle serrande del booster...</i>	<i>18</i>
2.2.2	Interblocchi principali.....	19
2.2.3	Condizioni di allarme che forzano il sistema alla fase di Stand-by.....	19
2.2.4	Gestione dell'allarme di sovratemperatura all'ingresso del filtro .....	20
<b>2.3</b>	<b>VENTILATORI PRINCIPALI.....</b>	<b>21</b>
2.3.1	Avviamento e arresto dei motori dei ventilatori principali.....	21
2.3.2	Funzionamento dei ventilatori principali .....	23
<b>2.4</b>	<b>VENTILATORE BOOSTER.....</b>	<b>24</b>
2.4.1	Avviamento e arresto del motore del ventilatore booster .....	24
2.4.2	Funzionamento del ventilatore booster .....	26
<b>2.5</b>	<b>FILTRO A MANICHE.....</b>	<b>27</b>
2.5.1	Funzionamento del filtro.....	27
2.5.2	Modalità di pulizia .....	27



<i>Tabella 2-3– Modalità di pulizia del filtro corrispondenti</i>	28
<i>alla fase di lavoro del DS</i>	28
2.5.3    Avviamento del ciclo di pulizia	28
<i>Tabella 2-4 Soglie di attivazione e disattivazione del</i>	28
<i>ciclo di pulizia in una sezione del filtro</i>	28
2.5.4    Sequenza di pulizia OFF-LINE	29
2.5.5    Sequenza di pulizia ON-LINE	29
2.5.6    Ridotta capacità filtrante per esclusione di compartimenti	30
2.5.7    Commutazione automatica tra le modalità off-line e on-line	30
2.5.8    Arresto del filtro	30
2.6    SISTEMA DI TRASPORTO DELLA POLVERE (DTS)	31
2.6.1    Descrizione generale	31
2.6.2    Condizioni di avviamento del DTS	31
2.6.3    Sequenza di avviamento del DTS	32
2.6.4    Funzionamento del DTS	33
2.6.5    Sequenza di arresto del DTS	34
2.6.6    Gestione dell'allarme di livello di polvere alto nel silo	35
2.7    ARIA COMPRESSA	35
3    ARRESTO GENERALE DEL SISTEMA	36
4    PARAMETRI IMPOSTABILI SU HMI	37
4.1    Ventilatori Principali	37
4.2    Ventilatore Booster	38
4.3    Condizioni di allarme che forzano il sistema nella fase di Stand-by	39
4.4    Portate di ossigeno iniettato nell'EAF	40
4.5    Filtro	41
4.5.1    Pulizia del filtro	41
4.5.2    Gestione dell'allarme di sovratemperatura all'ingresso del filtro	42
4.6    Trasporto polvere	43
4.6.1    Sequenza di avviamento	43
4.6.2    Sequenza di arresto	43
4.7    Livello silo e pressostato aria compressa	45



4.8	<i>Sequenza di arresto generale del sistema</i> .....	45
-----	---	----

## 1 DESCRIZIONE GENERALE

Questa specifica descrive le funzioni dell'impianto di depolverazione Tecoaer, limitatamente a quanto compreso nella fornitura. Si rimanda alla descrizione generale contenuta nella specifica tecnica AFV rev4 del 31-3-05 per ulteriori informazioni a riguardo.

Nella Fig. 1-1, il P&ID dell'impianto completo di estrazione fumi.

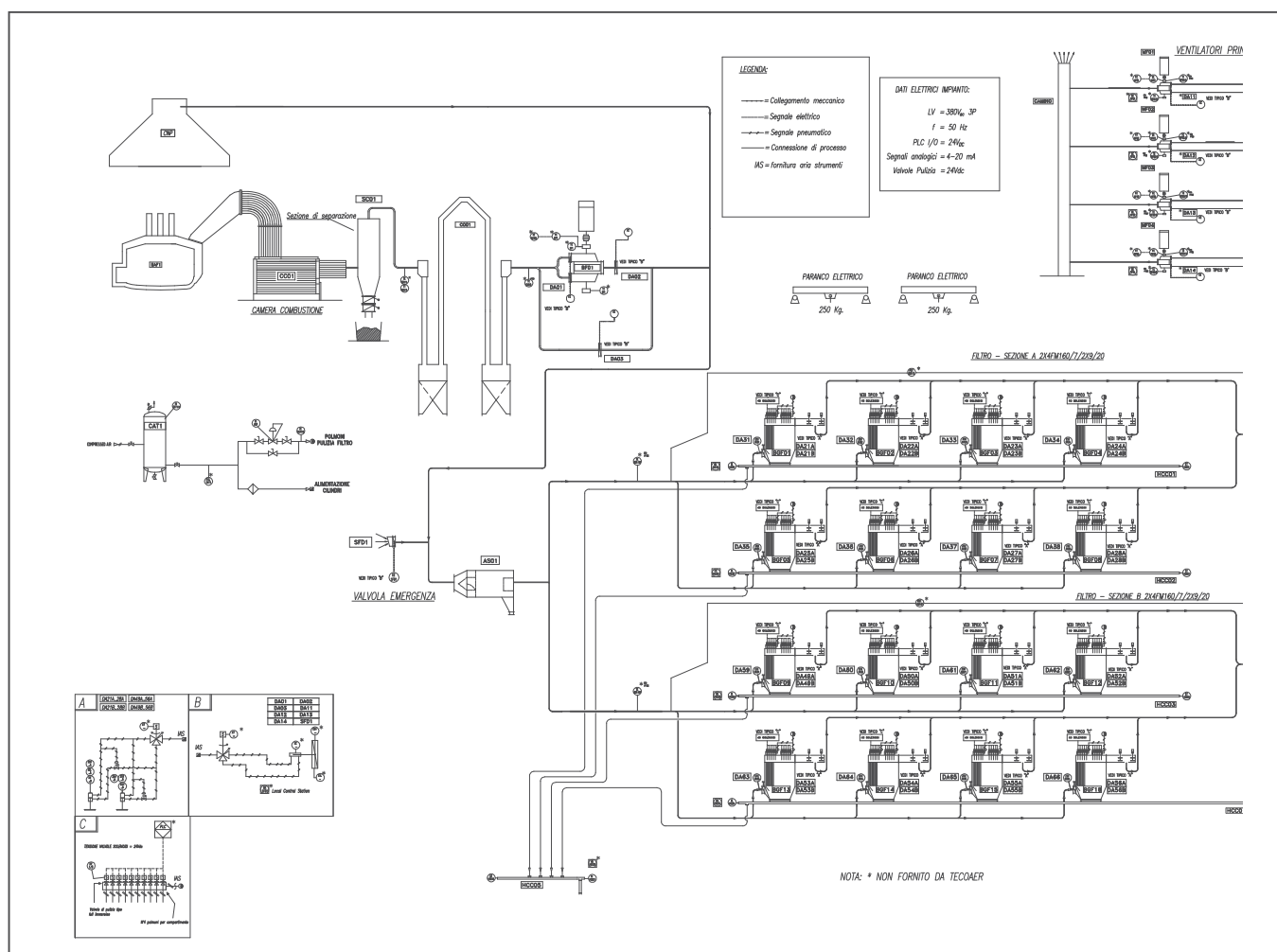
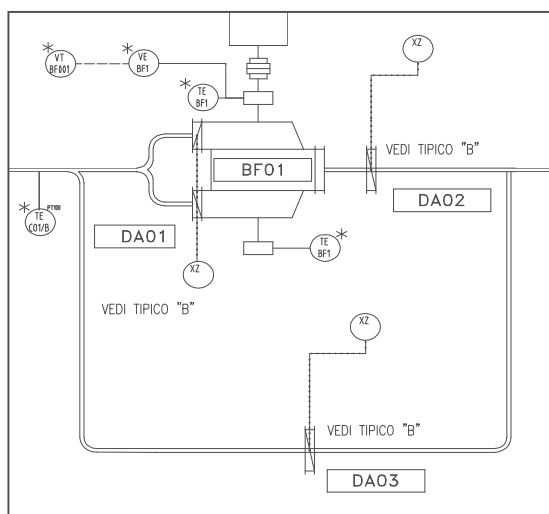
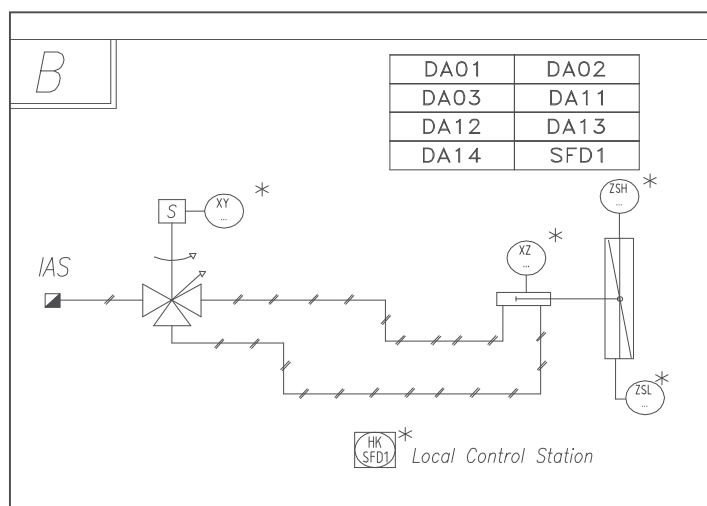


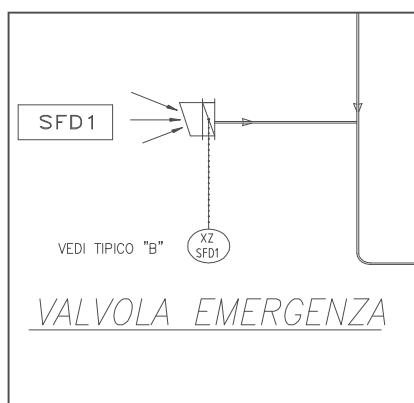
Fig. 1-1 – P&ID dell'impianto fumi



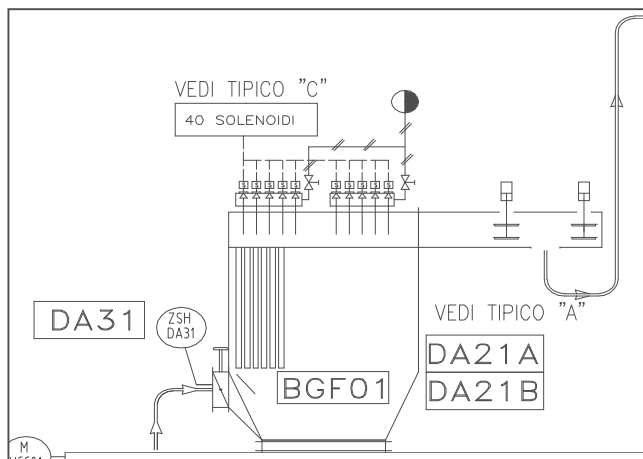
**Booster Fan BF01** con serranda pneumatica on/off di ingresso **DA01** e serrande pneumatiche on/off di bypass **DA02** e **DA03**.



Schema **tipico B** relativo alle serrande pneumatiche on/off.

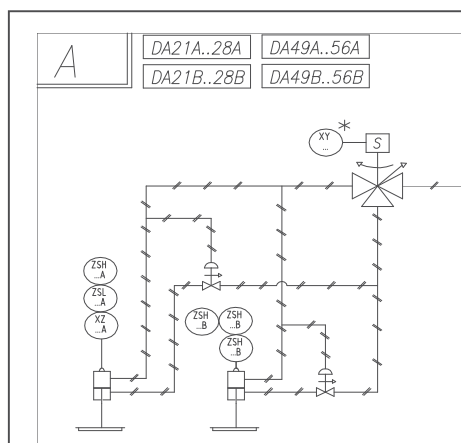
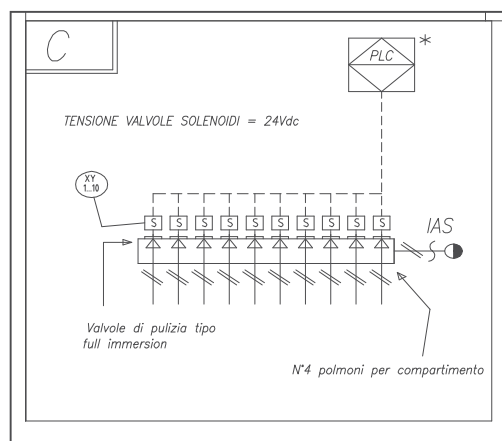


Serranda pneumatica on/off di emergenza **SFD1**.



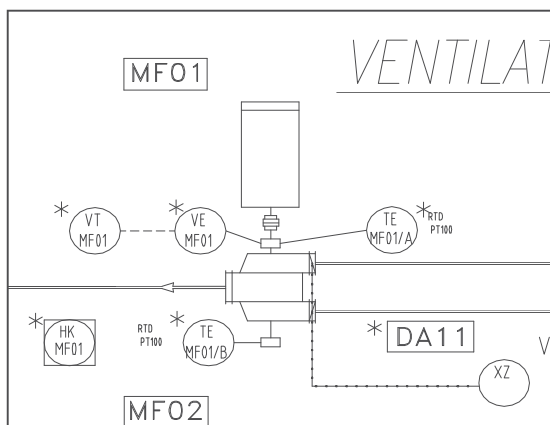
Compartimento del filtro a maniche; si evidenziano la serranda manuale di ingresso **DA31** con finecorsa di posizione aperta **ZSH**, le valvole a solenoide per la pulizia delle maniche e le serrande di uscita **DA21A** e **B**.

Disegno **tipico C** relativo alla gestione della pulizia delle maniche tramite PLC.



Disegno **tipico A** con il circuito pneumatico delle serrande di uscita di un compartimento del filtro. Si vedono la valvola a solenoide **XY**, i cilindri **XZ** e i finecorsa di cilindro aperto **ZSH** e chiuso **ZSL**.



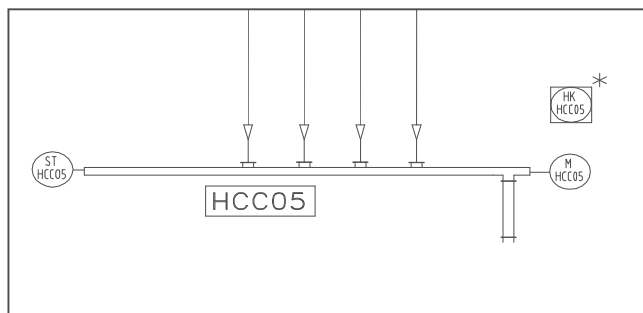
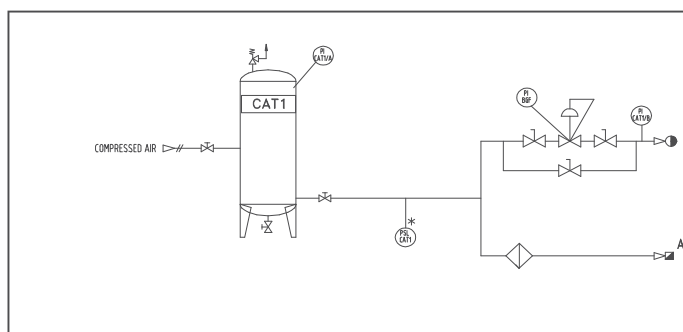


Ventilatore principale **MF01** con i sensori di temperatura **TE** sui cuscinetti e, sul cuscinetto lato motore, il sensore di rilevamento delle vibrazioni **VE** con trasmettitore remoto **VT**.

In ingresso, la serranda pneumatica on/off **DA11**.

Come per tutte le macchine motorizzate, anche per il Main Fan è prevista la cassetta di comando locale **HK**.

Sistema per la fornitura dell'aria compressa ai cilindri e alle valvole di pulizia filtro.



Particolare del trasportatore a catena HCC05: l'equipaggiamento tipico è composto dal motore **M**, dal controllagiri **ST** e dalla cassetta di comando locale **HK**.



I documenti e i disegni di riferimento usati in questa specifica sono riportati nella tabella sottostante.

Descrizione	Autore	N° di riferimento	Formato del file
Specifica tecnica per la realizzazione dell'impianto di abbattimento fumi del forno fusorio (e relative note di Tecoaer)	AFV	Rev.4 del 31-03-2005	MS Word
Lista equipaggiamenti elettrici	Tecoaer		MS Excel
P&I Diagram	Tecoaer	TI-20821	AutoCAD

Legenda delle abbreviazioni :

AS	Separatore assiale	HCC	Trasportatore a catena orizzontale
CAT	Serbatoio Aria Compressa	HK	Cassetta di comando locale
DA	Serranda	HMI	Human-Machine Interface
DS	Impianto aspirazione e filtrazione fumi	MF	Ventilatori principali
DS-PLC	Sistema di controllo del DS	SFD	Serranda di emergenza
DTS	Sistema di trasporto polvere		
EAF-PLC	Sistema di controllo del forno		



## 1.1 DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO

Il DS-PLC elabora le informazioni sullo stato del forno inviate dall'EAF-PLC e imposta il DS per il miglior funzionamento, generando le fasi di lavoro del DS. Di seguito sono descritte le fasi del DS.

### 1.1.1 Standby

Il forno non è attivo. I setpoint di riferimento per le velocità dei ventilatori sono descritti nella Tabella 2-2 a pagina 18; i setpoint sono modificabili dall'operatore attraverso l'HMI. Il sistema può portarsi in Standby per assenza di altri segnali di fase dall'EAF-PLC, oppure per una situazione di anomalia grave. Nel primo caso, il DTS rimane in funzione, cosiccome il filtro e i ventilatori; nel secondo caso, si veda la descrizione della reazione del sistema in 2.2.3.

### 1.1.2 Carica

E' la fase di massima aspirazione, nella quale le velocità dei ventilatori principali sono al massimo, nei limiti dell'assorbimento di corrente. L'aspirazione dalla linea primaria sarà invece ridotto al minimo, abbassando la velocità del Booster.

Se la volta del forno è in posizione di fusione, l'EAF-PLC ne comanda il sollevamento e attende che il canotto mobile sia aperto per ruotare la volta e permettere così la carica. Non appena la carica è terminata, la volta si riporta sopra il forno e quando arriva in posizione il DS-PLC genera la fase di Fine Carica, oltre ad aprire il canotto mobile per chiudere il gap. L'EAF-PLC intanto abbassa la volta per chiudere il forno.

### 1.1.3 Fine Carica

Al termine della fase di Carica, il DS-PLC genera i setpoint che determinano la fase di Fine Carica: i ventilatori principali sono portati alla loro massima velocità, per mantenere l'aspirazione dalla cappa, mentre il booster aumenta la velocità e si porta al setpoint della fase successiva di fusione 1. Trascorso un certo tempo<sup>1</sup>, il sistema si porta nella fase di fusione.

---

<sup>1</sup> HMI

#### **1.1.4 Fusione**

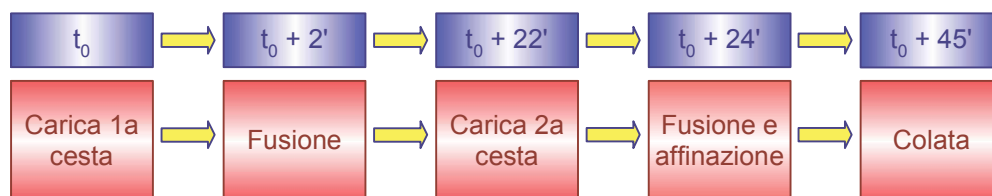
La fase di fusione è divisa in 2 parti, che sono individuate dalla differente quantità di reagenti iniettati nel forno, oppure da segnali inviati al DS-PLC direttamente dall'EAF-PLC . Nella Tabella 2-1 a pagina 17 sono indicati i valori di reagenti che individuano le due fasi di fusione.

#### **1.1.5 Tapping**

La fase di colata è analoga a quella di Carica per quanto riguarda i setpoint di velocità dei ventilatori. La fase è individuata tramite l'angolo di inclinazione della siviera (tilting).

#### **1.1.6 Ciclo di lavoro**

Il forno lavora secondo un ciclo che prevede un tempo di circa 45' tra due colate. Nel diagramma sotto riportato viene descritto il ciclo.





## **1.2    SEGNALI DI INTERFACCIA CON IL FORNO**

L'EAF-PLC invia il segnale “Inizio della sequenza di apertura volta” che viene usato dal DS-PLC per aprire immediatamente il cannotto mobile. Il DS-PLC risponde con il segnale “Cannotto mobile aperto”, che consente l'operazione di rotazione della volta, dopo che è stata sollevata.

L'EAF-PLC invia il segnale “Volta tutta abbassata” al DS-PLC, che usa il segnale come consenso alla chiusura del cannotto mobile..

L'EAF-PLC invia il segnale analogico “Portata di ossigeno” che il DS-PLC utilizza per determinare le fasi di fusione 1 e 2. In alternativa, l'EAF-PLC invia al DS-PLC i segnali di fusione 1 e 2.

L'EAF-PLC invia al DS-PLC il segnale “Fine Carica”, che significa rotazione di richiusura della volta in corso.

Inoltre, il DS-PLC invia all'EAF-PLC il segnale di DS pronto.



Descrizione del segnale	Da	A
La sequenza di apertura volta – che significa anche inizio della fase di Carica - è in attesa del consenso dal DS-PLC	EAF	DS
EAF in fase di Carica	EAF	DS
Cannotto mobile aperto, che significa anche consenso da DS-PLC a EAF-PLC per iniziare il sollevamento della volta o per iniziare la fase di Colata	DS	EAF
Inizio della discesa della volta, che significa inizio della fase di Fine Carica	EAF	DS
Volta completamente abbassata	EAF	DS
Richiesta del consenso del DS-PLC per iniziare la fase di Fusione	EAF	DS
EAF in fase di Colata	EAF	DS
Fine della fase di Colata	EAF	DS
Portata dell'ossigeno	EAF	DS
Cannotto mobile chiuso	DS	EAF
DS pronto	DS	EAF
DS in funzionamento a capacità filtrante ridotta	DS	EAF
Richiesta di arresto del funzionamento del forno e sollevamento degli elettrodi	DS	EAF



### 1.3 COMPONENTI PRINCIPALI DEL SISTEMA

Le seguenti macchine compongono il DS:

- **Ventilatori principali con relative serrande di ingresso**
  - MF01 w/DA11
  - MF02 w/DA12
  - MF03 w/DA13
  - MF04 w/DA14
- **Filtro a maniche** con n°2 sezioni di n°8 compartimenti ognuna, n°4 **Trasportatori a Catena Orizzontali** HCC01/02/03/04 e n°1 di raccolta HCC05
- **Separatore Assiale** AS01
- **Serranda di emergenza** SFD1
- **Booster Fan** BF01 **con serranda di ingresso** DA01 **e di bypass** DA02 e DA03
- **Cooler** CO01
- **Separatore** SC01
- **Camera di post combustione** CC01
- **Cannotto mobile**
- **Serbatoio Aria Compressa e distribuzione** CAT1



## 2 FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA

### 2.1 SEQUENZA DI AVVIAMENTO

La sequenza di avviamento del sistema prevede dapprima l'avviamento del DTS e poi quello dei ventilatori. Così facendo, il DS sarà in grado di rimuovere la polvere accumulata nelle tramogge durante il funzionamento dei ventilatori, evitando al DTS una partenza sotto un eccessivo carico di polvere da rimuovere.

Il DS è fornito dei seguenti comandi per avviamento e arresto, che possono essere montati fisicamente sul pulpito di comando principale in sala forno, oppure essere presenti sulla pagina principale dell'HMI:

- Avviamento DS
- Arresto DS
- Avviamento DTS
- Arresto DTS

La sequenza di avviamento è la seguente:

1. avviamento del DTS (vedere 2.6);
2. avviamento del ventilatore principale MF01 alla velocità di Stand-by; la serranda d'ingresso DA11 rimane chiusa;
3. attesa di t secondi<sup>2</sup>; apertura della serranda;
4. avviamento del ventilatore principale MF02 alla velocità di Stand-by; la serranda d'ingresso DA12 rimane chiusa;
5. attesa di t secondi; apertura della serranda;
6. avviamento del ventilatore principale MF03 alla velocità di Stand-by; la serranda d'ingresso DA13 rimane chiusa;
7. attesa di t secondi; apertura della serranda;
8. avviamento del ventilatore principale MF04 alla velocità di Stand-by; la serranda d'ingresso DA14 rimane chiusa;
9. attesa di t secondi; apertura della serranda;

---

<sup>2</sup> HMI





10. avviamento del booster BF01; la serranda di ingresso DA01 rimane chiusa, la serranda di uscita DA02 è aperta, la serranda di by-pass DA03 è chiusa;
11. attesa di t secondi; apertura della serranda;
12. secondo le indicazioni contenute nella Tabella 2-2 , il DS-PLC porta le velocità dei ventilatori a quelle della fase di Stand-by.

## 2.2 PRINCIPALI IMPOSTAZIONI DEL SISTEMA

Tutti i valori dei parametri che sono elencati nel capitolo 4 sono impostati da HMI e modificabili. Tutti i valori assegnati nella Tabella 2-2, sono da definire in fase di messa in servizio.

### 2.2.1 Tabelle dei parametri

La velocità dei ventilatori principali e del booster è definita in accordo ai setpoint relativi alle diverse fasi di lavoro del sistema, legate alle fasi del forno. Nella Tabella 2-2, sono indicati i valori di riferimento per le velocità dei ventilatori e le posizioni delle serrande.

Nella Tabella 2-1, invece, sono elencate le portate di ossigeno che determinano in quale fase della fusione si trova il sistema e quindi come deve reagire.

Fase di lavoro dell'EAF	Portata O <sub>2</sub> [Nm <sup>3</sup> /h]	Isteresi in fase di aumento della portata	Isteresi in fase di diminuzione della portata
FUSIONE 1	0 ÷ ...	100	200
FUSIONE 2	... ÷ ...	100	200
AFFINAZIONE	... ÷ ...	100	200

Tabella 2-1– Fasi di fusione definite dalla portata di ossigeno iniettato nel forno

	Fase del sistema								
Nome della macchina su P&ID	Shut-down	Stand-by	Carica	Fine Carica	Fusione 1	Fusione 2	Affinazione	Colata	Capacità ridotta <sup>3</sup>
MF01/02/03/04	OFF	300	1000	1000	700	800	700	1000	...
BF01	OFF	300	300	800	800	1000	900	600	...
DA01	Chiusa	Aperta	Aperta	Aperta	Aperta	Aperta	Aperta	Aperta	Aperta

Tabella 2-2 – Valori di riferimento per le velocità dei ventilatori e stato delle serrande del booster

Dove:

MF01..04 = ventilatori principali

BF01 = booster

DA01 = serranda d’ingresso del booster

---

<sup>3</sup> Significa 2 o più compartimenti del filtro fuori servizio. I riferimenti di velocità sono da impostare in fase di messa in servizio in accordo con i valori ammissibili di pressione differenziale del filtro e temperatura d’ingresso filtro.

### **2.2.2 Interblocchi principali**

[...]

### **2.2.3 Condizioni di allarme che forzano il sistema alla fase di Stand-by**

Il DS entra nella fase di Stand-by quando non riceve segnali diversi dall'EAF-PLC oppure in caso di allarmi principali.

Le condizioni che conducono allo Stand-by per allarme sono le seguenti:

- temperatura di ingresso filtro – dalla sonda TE-BGF/A1 o dalla sonda TE-BGF/B1 – più alta di 135°C;
- sovratemperatura acqua di raffreddamento tubazione primaria;
- segnale non coerente dalle sonde TE-BGF/A1 e TE-BGF/B1 per più di  $t_2$  secondi<sup>4</sup> con rete di comunicazione funzionante;
- più di  $n$  compartimenti<sup>5</sup> del filtro fuori servizio e il forno ha completato la batteria;
- $n_1$  ore<sup>6</sup> trascorse dall'arresto del DTS con il DS funzionante;
- altri allarmi principali.

Il riavvio dell'impianto sarà manuale da Sala Controllo, dopo la presa in carico dell'allarme.

---

<sup>4</sup> HMI

<sup>5</sup> HMI

<sup>6</sup> HMI



#### **2.2.4 Gestione dell'allarme di sovratemperatura all'ingresso del filtro**

L'allarme di sovratemperatura proveniente dalle sonde in ingresso del filtro – TE-BGF/A1 e B1 – potrebbe verificarsi più spesso durante la fase di fusione, quando la temperatura dei fumi è al suo massimo. Comunque, il DS reagisce come segue:

<b>TE-BGF/A1 o TE-BGF/B1</b>	<b>REAZIONE DEL SISTEMA</b>
$T > 120^{\circ}$	Aumento della velocità dei ventilatori principali o – se il DS si trova in fase di Carica, quindi con i ventilatori già al massimo – immediata apertura della serranda di emergenza SFD1
$T > 125^{\circ}$	Progressivo rallentamento del booster fino alla velocità di Stand-by
$T > 130^{\circ}$	Apertura della serranda di emergenza SFD1 (se non già aperta)
$T > 130^{\circ}$ e dopo un'attesa di $t_3$ secondi	Apertura del canotto mobile
$T > 130^{\circ}$ e dopo un'ulteriore attesa di $t_3$ secondi	Arresto dei ventilatori e del forno

## 2.3 VENTILATORI PRINCIPALI

I ventilatori principali sono composti dal motore e dalla serranda on/off di ingresso.

I ventilatori principali sono 4 e tutti devono essere in funzione nelle normali condizioni operative previste dal progetto, consentendo di estrarre la corretta quantità di fumi dal forno.

### **2.3.1 Avviamento e arresto dei motori dei ventilatori principali**

Motori e serrande possono essere controllate da HK o da HMI. Le HK sono posizionate abitualmente nelle immediate vicinanze della macchina a cui si riferiscono.

Le condizioni di avviamento di un ventilatore principale sono le seguenti:

Serranda di ingresso chiusa:

- Finecorsa di serranda chiusa attivato
- Finecorsa di serranda aperta disattivato

Ventilatore e motore devono essere pronti:

- Allarme di vibrazioni eccessive del ventilatore non attivo
- Allarme di sovratemperatura cuscinetti del ventilatore non attivo
- Motore pronto
- Inverter pronto

Il sistema deve trovarsi nelle seguenti condizioni:

- Modo di funzionamento in Automatico (tutte le HK su Automatico)
- Presenza delle alimentazioni di potenza e ausiliarie

In caso di manutenzione, il ventilatore può avviarsi se le seguenti condizioni sono attese:

- Modo di funzionamento in Manuale (la HK relativa su Manuale)
- Motore pronto
- Inverter pronto
- Assenza degli allarmi di sgancio per sovratemperatura e vibrazioni eccessive per il ventilatore
- Presenza delle alimentazioni di potenza e ausiliarie



La sequenza di avviamento in automatico è descritta in 2.1.

Il ventilatore principale si arresta quando una delle sue condizioni di arresto di emergenza si verifica oppure quando l'operatore arresta il motore da HK oppure quando il DS si arresta.

Quando viene comandato l'arresto del ventilatore principale, l'inverter fa decrescere la velocità fino a zero seguendo la rampa definita sull'inverter.; dopo alcuni secondi<sup>7</sup> dall'arresto, la serranda di ingresso si chiude. In caso invece di un arresto del sistema, il ventilatore segue la sequenza dell'arresto generale; vedere al capitolo 3 a pagina 36 per ulteriori informazioni.

---

<sup>7</sup> HMI



### **2.3.2 Funzionamento dei ventilatori principali**

Una volta terminata la fase di avviamento, il DS-PLC controlla i segnali provenienti dalle sonde:

#### Condizioni di allarme

- Vibrazioni del ventilatore maggiori di 3,5 mm/s
- Temperatura dei cuscinetti del ventilatore più alta di 80 °C
- Sovratemperatura motore soglia 1

#### Condizioni di arresto di emergenza

- Vibrazioni del ventilatore maggiori di 7 mm/s
- Temperatura dei cuscinetti del ventilatore più alta di 100 °C
- Sovratemperatura motore soglia 2
- Inverter guasto
- Allarme principale sull'alimentazione di potenza o sugli ausiliari

## 2.4 VENTILATORE BOOSTER

Il ventilatore booster è composto dal motore e dalla serranda on/off di ingresso. Inoltre, un sistema di by-pass del booster è composto da altre due serrande on/off: DA02 e DA03.

### **2.4.1 Avviamento e arresto del motore del ventilatore booster**

Motore e serranda possono essere controllate da HK o da HMI. Le HK sono posizionate abitualmente nelle immediate vicinanze della macchina a cui si riferiscono.

Le condizioni di avviamento del ventilatore sono le seguenti:

Serranda di ingresso DA01 chiusa:

- Finecorsa di serranda chiusa attivato
- Finecorsa di serranda aperta disattivato

Serranda di uscita DA02 aperta:

- Finecorsa di serranda chiusa disattivato
- Finecorsa di serranda aperta attivato

Serranda di by-pass DA03 chiusa:

- Finecorsa di serranda chiusa attivato
- Finecorsa di serranda aperta disattivato

Ventilatore e motore devono essere pronti:

- Allarme di vibrazioni eccessive del ventilatore non attivo
- Allarme di sovratemperatura cuscinetti del ventilatore non attivo
- Motore pronto
- Convertitore pronto

Il sistema deve trovarsi nelle seguenti condizioni:

- Modo di funzionamento in Automatico (tutte le HK su Automatico)
- Presenza delle alimentazioni di potenza e ausiliarie





In caso di manutenzione, il ventilatore può avviarsi se le seguenti condizioni sono attese:

- Modo di funzionamento in Manuale (la HK relativa su Manuale)
- Motore pronto
- Convertitore pronto
- Assenza degli allarmi di sgancio per sovratemperatura e vibrazioni eccessive per il ventilatore
- Presenza delle alimentazioni di potenza e ausiliarie

La sequenza di avviamento in automatico è descritta in 2.1.

Il ventilatore si arresta quando una delle sue condizioni di arresto di emergenza si verifica oppure quando l'operatore arresta il motore da HK oppure quando il DS si arresta.

Quando viene comandato l'arresto del ventilatore, il convertitore fa decrescere la velocità fino a zero seguendo la rampa definita sul convertitore; dopo alcuni secondi<sup>8</sup> dall'arresto, la serranda di ingresso DA01 si chiude. In caso invece di un arresto del sistema, il ventilatore segue la sequenza dell'arresto generale; vedere al capitolo 3 a pagina 36 per ulteriori informazioni.

---

<sup>8</sup> HMI



### **2.4.2 Funzionamento del ventilatore booster**

Una volta terminata la fase di avviamento, il DS-PLC controlla i segnali provenienti dalle sonde:

#### **Condizioni di allarme**

- Vibrazioni del ventilatore maggiori di 3,5 mm/s
- Temperatura dei cuscinetti del ventilatore più alta di 80 °C
- Sovratemperatura motore soglia 1

#### **Condizioni di arresto di emergenza**

- Vibrazioni del ventilatore maggiori di 7 mm/s
- Temperatura dei cuscinetti del ventilatore più alta di 100 °C
- Sovratemperatura motore soglia 2
- Convertitore guasto
- Allarme principale sull'alimentazione di potenza o sugli ausiliari

## 2.5 FILTRO A MANICHE

### 2.5.1 Funzionamento del filtro

Il filtro consiste in due sezioni separate e in parallelo, composte da 8 compartimenti ciascuna su due file da 4. Ogni sezione è monitorata da un trasmettitore di pressione differenziale PDT-BGF/A (e PDT-BGF/B) e da una sonda di temperatura in ingresso, TE-BGF/A1 (e TE-BGF/B1), e una in uscita, TE-BGF/A2 (e TE-BGF/B2).

La sequenza di pulizia di ogni compartimento è gestita dal DS-PLC, che attiva le valvole a solenoide. L'avviamento e l'arresto della pulizia per ogni sezione sono determinate dal superamento di due soglie, quella di attivazione e quella di disattivazione del ciclo di pulizia. Dette soglie – presentate nella Tabella 2-4 – sono impostate da HMI.

Il primo ciclo di pulizia del filtro viene attivato subito dopo l'avviamento del DS.

### 2.5.2 Modalità di pulizia

La sequenza di pulizia può funzionare in due modalità: off-line e on-line, che sono scelti automaticamente dal DS-PLC a seconda della fase di lavoro (vedere Tabella 2-3).

La differenza sostanziale tra le due modalità consiste nel fatto che in *off-line* le serrande di uscita del compartimento da pulire vengono chiuse durante la pulizia, mentre in *on-line* rimangono aperte.

Quando il DS necessita dell'intera superficie filtrante data la grande portata di fumi – tipicamente durante la fase di Carica -, il DS-PLC comanda il funzionamento *on-line*; nel caso invece in cui il DS ammetta il funzionamento con un compartimento escluso, il DS-PLC comanda la modalità di pulizia *off-line*.



Fase del DS	Modalità di pulizia
Shutdown	Off-Line
Stand-by	Off-Line
Carica	<b>On-Line</b>
Fine Carica	Off-Line
Fusione 1	Off-Line
Fusione 2	Off-Line
Affinazione	Off-Line
Colata	<b>On-Line</b>
Capacità ridotta	<b>On-Line</b>

Tabella 2-3– Modalità di pulizia del filtro corrispondenti  
alla fase di lavoro del DS

### ***2.5.3 Avviamento del ciclo di pulizia***

Il ciclo di pulizia viene avviato dal DS-PLC ogni volta che, a ciclo non già avviato, riceve dal trasmettitore di pressione differenziale PDT-BGF/A o B il segnale che supera la soglia di attivazione. Nella tabella sottostante sono indicate le soglie di attivazione e di disattivazione.

Azione	Soglia $\Delta P$
Attivazione del ciclo di pulizia	150 mmWG
Disattivazione del ciclo di pulizia	130 mmWG

Tabella 2-4 Soglie di attivazione e disattivazione del  
ciclo di pulizia in una sezione del filtro



Dopo l'attivazione, il DS-PLC comanda immediatamente la pulizia del primo compartimento della sezione, attivando 1 (o più, a seconda del tipo di logica predisposta) solenoide alla volta. Al termine del primo compartimento, si passa al successivo e così via sino all'ultimo della sezione. A questo punto, dopo un ritardo di qualche secondo<sup>9</sup>, il DS-PLC controlla di nuovo la perdita di carico della sezione e comanda, eventualmente, il riavvio della sequenza di pulizia.

Il DS-PLC genera un allarme ogniqualvolta la pressione differenziale supera i 300 mmWG.

#### **2.5.4 Sequenza di pulizia OFF-LINE**

La sequenza di pulizia di un compartimento in modalità off-line è la seguente:

- 1 chiusura delle serrande d'uscita;
- 2 attesa di circa 5 secondi<sup>10</sup> o del finecorsa di serranda chiusa;
- 3 se non arriva il segnale di serranda chiusa, si genera un allarme, ma la sequenza continua;
- 4 attivazione di n°1 valvola di pulizia per circa 100 msec<sup>11</sup>;
- 5 pausa di circa 1 secondo<sup>12</sup> tra due attivazioni successive;
- 6 dopo l'attivazione dell'ultima valvola di pulizia, apertura della serranda d'uscita;
- 7 attesa di circa 5 secondi<sup>13</sup> o del finecorsa di serranda aperta;
- 8 se non arriva il segnale di serranda aperta, si genera un allarme, ma la sequenza continua;
- 9 passaggio al compartimento successivo oppure, se sono stati tutti puliti, attesa di qualche secondo<sup>14</sup> e poi controllo della pressione differenziale della sezione del filtro.

#### **2.5.5 Sequenza di pulizia ON-LINE**

---

<sup>9</sup> HMI

<sup>10</sup> HMI

<sup>11</sup> HMI

<sup>12</sup> HMI

<sup>13</sup> HMI

<sup>14</sup> HMI



La sequenza di pulizia in modalità on-line, è composta solamente dai passi 4, 5 e 9 della sequenza di pulizia in modalità off-line (see 2.5.4).

### **2.5.6 Ridotta capacità filtrante per esclusione di compartimenti**

Uno o più compartimenti possono essere esclusi per manutenzione. Fino a 4 compartimenti esclusi non forzano il DS a manovre di emergenza, ma generano una segnalazione di avvertimento su HMI.

Un compartimento si dice escluso quando o la serranda di ingresso o la serranda di uscita sono chiuse. Quando un compartimento è escluso, il DS-PLC lo salta nel ciclo di pulizia (a meno che non si tratti proprio del compartimento pulito in quel momento) e ne mostra su HMI lo stato.

La situazione di capacità ridotta forza i motori dei ventilatori ad adattare le proprie velocità a setpoint adatti, come indicato anche in Tabella 2-2.

### **2.5.7 Commutazione automatica tra le modalità off-line e on-line**

Durante la pulizia in modalità off-line, può succedere che il DS-PLC riceva dall'EAF-PLC il segnale di Carica. In tal caso, il DS-PLC comanda l'immediata apertura della serranda d'uscita del compartimento che è in lavaggio in quel momento, passando così alla modalità on-line; non appena il segnale di Carica viene resettato, il DS-PLC comanda la richiusura della serranda (se necessaria) e il passaggio alla modalità off-line.

### **2.5.8 Arresto del filtro**

Quando si arrestano i ventilatori principali, il DS-PLC comanda l'avvio di una serie di cicli di pulizia del filtro<sup>15</sup>. La pulizia può avvenire contemporaneamente nelle due sezioni, oppure, se le valvole di pulizia attivate contemporaneamente in un compartimento sono 4, una sezione alla volta.

---

<sup>15</sup> HMI.



## 2.6 SISTEMA DI TRASPORTO DELLA POLVERE (DTS)

### 2.6.1 Descrizione generale

Il DTS è formato dai 4 trasportatori a catena sotto le tramogge del filtro e da quello di raccolta. E' previsto anche un trasportatore a catena verticale che immette nel silo. Ogni macchina è equipaggiata con una HK per il controllo locale e con fincorsa controllagiri.

### 2.6.2 Condizioni di avviamento del DTS

Il DTS può avviarsi se le seguenti condizioni sono realizzate:

- Motori pronti;
- Livello di polvere nel silo inferiore al livello alto  $y_M^{16}$ ;
- Gestione delle macchine del DTS su Automatico;
- Ventilatori avviati e serrande aperte (o almeno un ventilatore in funzione con serranda aperta)

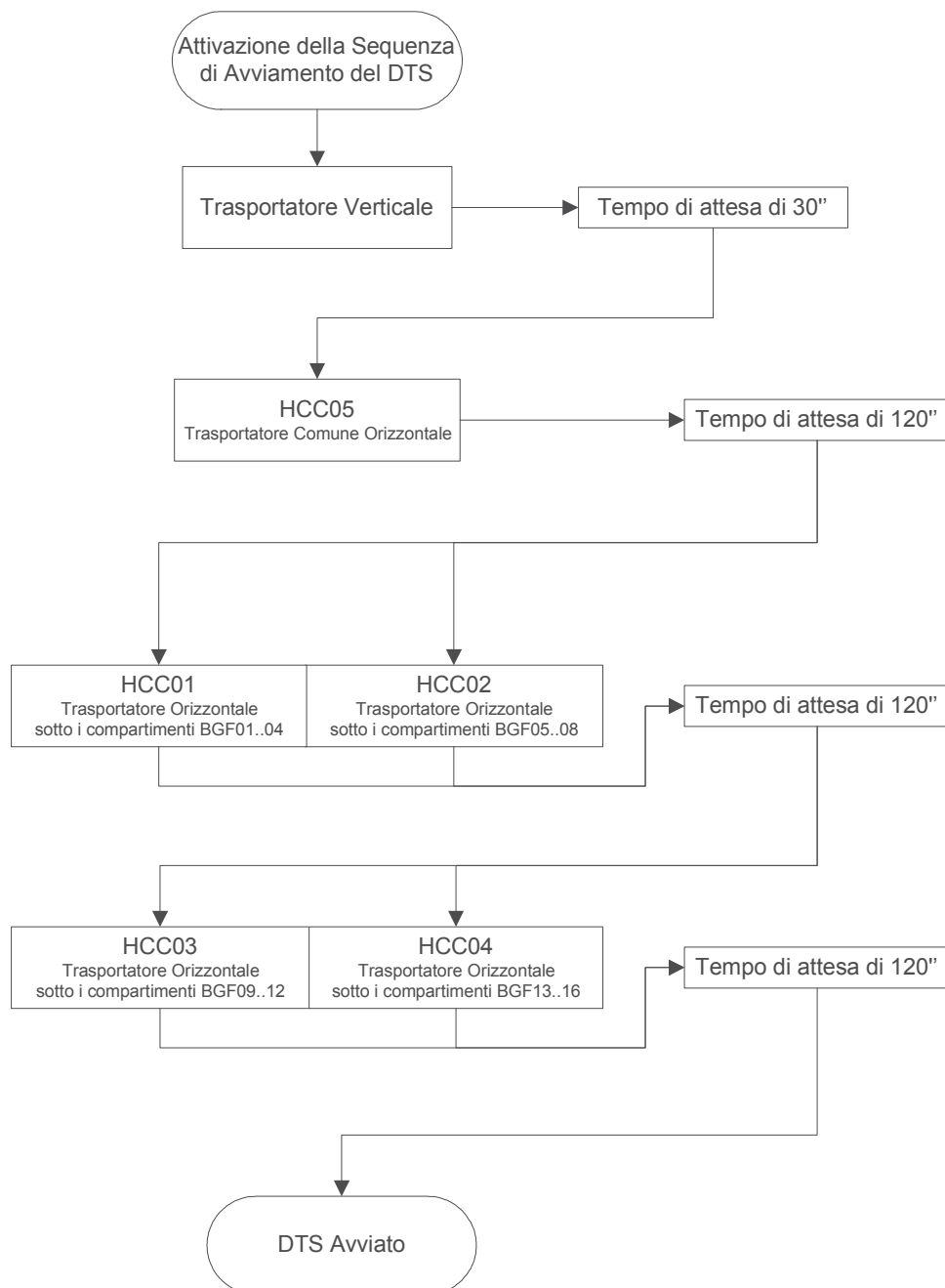
L'avviamento del DTS, descritto in 2.6.3, è parte della sequenza di avviamento generale (vedere 2.1).

---

<sup>16</sup> HMI.

### **2.6.3 Sequenza di avviamento del DTS**

Quando tutte le condizioni di avviamento per il DTS sono verificate, il DTS inizia la sequenza di avviamento descritta nel flow chart sottostante:







Il diagramma mostra la sequenza di attivazione di ogni singola macchina che compone il DTS, nominata con l'etichetta utilizzata sul P&ID.

Dopo l'avviamento di un motore, il DS-PLC controlla il segnale proveniente dal controllagiri. Nel caso in cui ci sia qualche incoerenza con il segnale previsto, la sequenza di avviamento si ferma e un allarme viene segnalato su HMI.

#### **2.6.4 Funzionamento del DTS**

Il DTS funziona finchè l'operatore lo ferma o se si verifica una condizione di allarme (incoerenza segnale da controllagiri, intervento di una protezione, silo pieno ...). In tal caso, si attiva la sequenza di arresto.

In caso di arresto di un motore per l'intervento delle protezioni, il DS-PLC genera un allarme e arresta tutti i motori delle macchine a monte. Dopo qualche ora<sup>17</sup>, se il problema non è stato risolto, e se il trasportatore fermo è l'HCC05, il DS-PLC arresta la sequenza di pulizia del filtro, per evitare un eccessivo accumulo di polvere nelle tramogge.

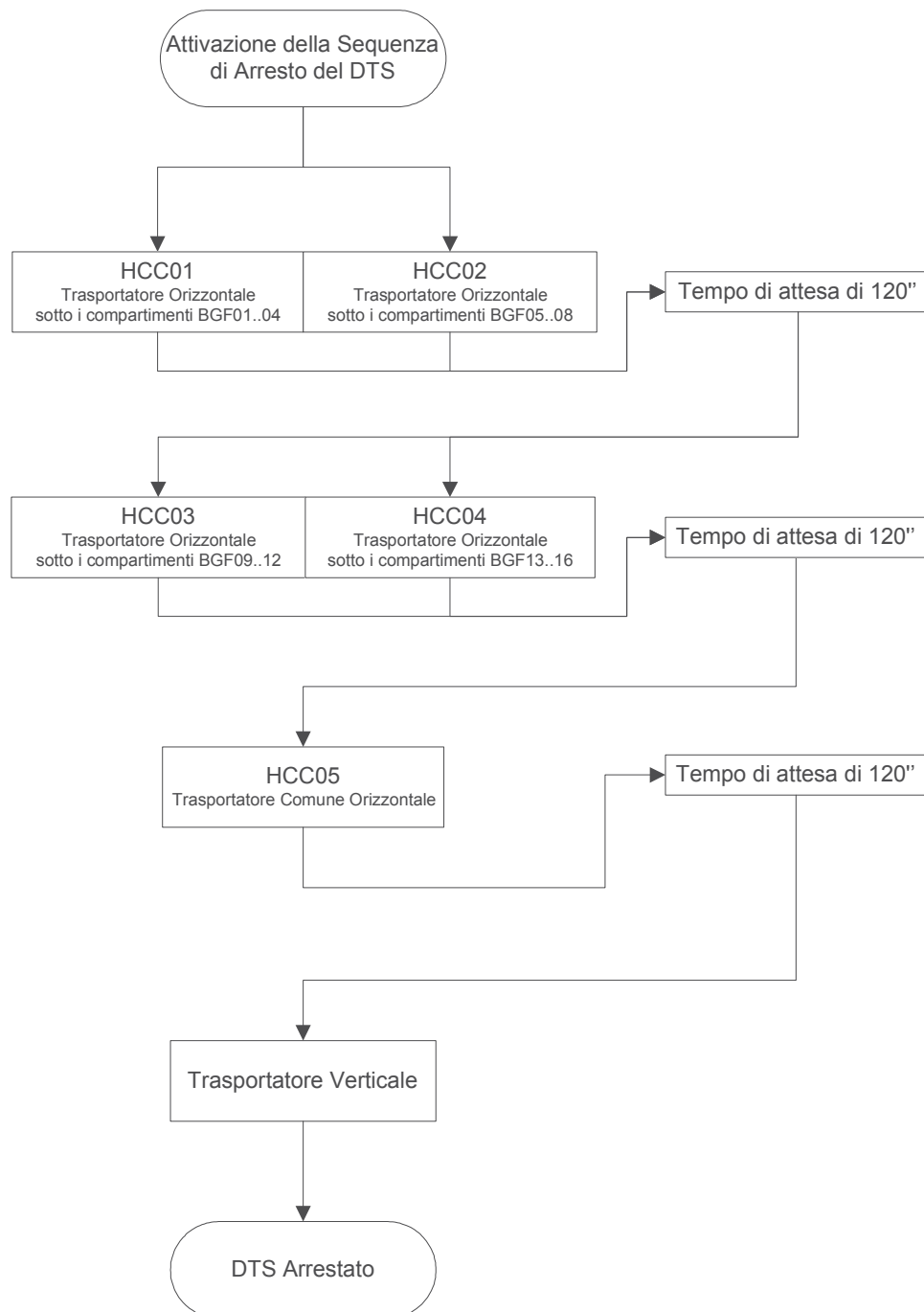
Se invece i trasportatori fermi sono HCC01 o HCC02 o HCC03 o HCC04, allora il DS-PLC impedisce la pulizia dei compartimenti che si trovano sopra il trasportatore fermo.

---

<sup>17</sup> HMI

### 2.6.5 Sequenza di arresto del DTS

Quando arriva la richiesta di arresto, il DS-PLC attiva la seguente sequenza:





Il diagramma mostra la sequenza di disattivazione di ogni singola macchina che compone il DTS, nominata con l'etichetta utilizzata sul P&ID.

#### **2.6.6 Gestione dell'allarme di livello di polvere alto nel silo**

Nel caso in cui il livello di polvere nel silo superi il livello massimo<sup>18</sup>, il DS-PLC segnala un allarme su HMI e attiva la sequenza di arresto; una volta fermo, il DTS potrà essere riavviato solo da HMI.

Se durante la sequenza di arresto suddetta, il livello della polvere scende sotto il livello massimo a meno di una tolleranza, il DS-PLC riavvierà le macchine del DTS che sono state arrestate, seguendo la sequenza di avviamento.

### **2.7 ARIA COMPRESSA**

Il sistema di accumulo dell'aria compressa CAT1 alimenta le utenze del filtro e i cilindri delle serrande; se il pressostato PSL-CAT1 rileva una eccessiva bassa pressione e commuta, il DS-PLC segnalerà su HMI l'anomalia e dopo un certo tempo<sup>19</sup> arresterà l'impianto.

---

<sup>18</sup> HMI

<sup>19</sup> HMI



### 3 ARRESTO GENERALE DEL SISTEMA

Quando l'operatore preme il pulsante “Arresto DS”, il DS-PLC gestisce le seguenti azioni per preparare ed eseguire l'arresto del sistema:

1. i ventilatori principali vengono fatti funzionare ancora per un certo tempo<sup>20</sup> al 60% della velocità; intanto, vengono eseguiti i passi dal 2 al 7;
2. apertura del canotto mobile;
3. il ventilatore booster viene portato alla velocità di stand-by;
4. dopo un certo tempo<sup>21</sup>, il booster viene fermato e la sua serranda di ingresso DA01 chiusa;
5. vengono fatti trascorrere circa 30 minuti<sup>22</sup>;
6. arresto dei ventilatori principali;
7. chiusura delle serrande di ingresso DA11/12/13 dei ventilatori principali;
8. esecuzione di n cicli<sup>23</sup> di pulizia del filtro;
9. l'operatore può comandare l'arresto del DTS (vedere 2.6.5 per la descrizione della sequenza di arresto del DTS)

---

<sup>20</sup> HMI

<sup>21</sup> HMI

<sup>22</sup> HMI

<sup>23</sup> HMI



## 4 PARAMETRI IMPOSTABILI SU HMI

### 4.1 Ventilatori Principali

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
Temperatura cuscinetti: soglia di allarme	°C	0-120	80
Temperatura cuscinetti: soglia di sgancio	°C	0-120	100
Vibrazioni: soglia di allarme	mm/s	0-10	3,5
Vibrazioni: soglia di sgancio	mm/s	0-10	7,0
Ulteriore tempo di funzionamento dopo l'attivazione della sequenza di arresto del sistema	min	0-999	120
Tempo di attesa tra l'avviamento di un ventilatore e il successivo	s		50
Tempo di attesa tra il comando di arresto del ventilatore e il comando di chiusura della sua serranda d'ingresso	s		20



## 4.2 Ventilatore Booster

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
Temperatura cuscinetti: soglia di allarme	°C	0-120	80
Temperatura cuscinetti: soglia di sgancio	°C	0-120	100
Vibrazioni: soglia di allarme	mm/s	0-10	3,5
Vibrazioni: soglia di sgancio	mm/s	0-10	7,0
Tempo di attesa tra il comando di arresto del ventilatore e il comando di chiusura della sua serranda d'ingresso	s		20



#### 4.3 Condizioni di allarme che forzano il sistema nella fase di Stand-by

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
TE-BGF/A1 o TE-BGF/B1 Temperatura all'ingresso del filtro	°C		135
TE-BGF/A1 e TE-BGF/B1 Tempo massimo di funzionamento del sistema con segnali non coerenti da entrambe le sonde	s		30
n numero massimo ammissibile di compartimenti fuori servizio, oltre il quale il sistema è forzato in Stand-by			4
n <sub>1</sub> numero massimo ammissibile di ore di funzionamento del DS dopo l'arresto del DTS	h		18



#### 4.4 Portate di ossigeno iniettato nell'EAF

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
Portata di ossigeno che definisce la fase di fusione 1	Nm <sup>3</sup> /h	0÷.....	0 ÷ ....
Portata di ossigeno che definisce la fase di fusione 1			.....÷ ....
Portata di ossigeno che definisce la fase di affinazione			..... ÷ .....



## 4.5 Filtro

### 4.5.1 Pulizia del filtro

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
PDT-BGF/A o PDT-BGF/B Soglia di attivazione del ciclo di pulizia in una sezione del filtro	mmWG		150
PDT-BGF/A o PDT-BGF/B Soglia di disattivazione del ciclo di pulizia in una sezione del filtro	mmWG		130
PDT-BGF/A o PDT-BGF/B Soglia di allarme per eccessiva pressione differenziale	mmWG		300
Numero di cicli di pulizia da eseguire dopo l'arresto dei ventilatori principali nella sequenza generale di arresto del sistema			4
Tempo di attesa dopo la pulizia di una sezione prima di controllare nuovamente il valore di pressione differenziale	s		5
Tempo di attesa per permettere l'apertura o la chiusura della serranda d'uscita del compartimento	s		5
Tempo di attesa dopo l'arresto del DTS per allarme, prima di arrestare la pulizia del filtro	h		12
Tempo di attivazione del/i solenoide/i di pulizia	ms		100
Tempo di pausa tra due attivazioni successive	s/10		10
Tempo di attesa prima di generare l'allarme per trasportatore guasto	min		5



#### ***4.5.2 Gestione dell'allarme di sovratemperatura all'ingresso del filtro***

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
TE-BGF/A o TE-BGF/B Soglia di temperatura 1	°C	...	120
TE-BGF/A o TE-BGF/B Soglia di temperatura 2	°C	...	125
TE-BGF/A o TE-BGF/B Soglia di temperatura 3	°C	...	130
Tempo di attesa prima dell'apertura del canotto mobile	s	...	t <sub>3</sub>
Tempo di attesa prima dell'arresto dei ventilatori e del forno	s	...	2 x t <sub>3</sub>



## 4.6 Trasporto polvere

### 4.6.1 Sequenza di avviamento

Descrizione		Unità	Intervallo	Valore
<i>Macchina in marcia</i>	<i>Prossima macchina da avviare</i>	<i>Tempo di attesa</i>		
Trasportatore verticale	HCC05	s	0-600	30
HCC05	HCC01, HCC02	s	0-600	120
HCC01, HCC02	HCC03, HCC04	s	0-600	120
HCC03, HCC04	DTS avviato	s	0-600	120

### 4.6.2 Sequenza di arresto

Descrizione		Unità	Intervallo	Valore
<i>Macchina arrestata</i>	<i>Prossima macchina da arrestare</i>	<i>Tempo di attesa</i>		
HCC01, HCC02	HCC03, HCC04	s	0-600	120
HCC03, HCC04	HCC05	s	0-600	120
HCC05	Trasportatore verticale	s	0-600	120
Trasportatore verticale	DTS arrestato	s	0-600	0



#### 4.7 Livello silo e pressostato aria compressa

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
Y <sub>M</sub> Livello Alto di polvere nel silo	%		85
PSL-CAT1 Tempo di attesa dopo l'intervento del pressostato, prima di arrestare il DS	min		10

#### 4.8 Sequenza di arresto generale del sistema

Descrizione	Unità	Intervallo	Valore
Tempo di attesa prima di arrestare il booster fan	min		10
Tempo di attesa prima di arrestare i ventilatori principali	min		30