

Aeroporto
Olbia Costa Smeralda
GEASAR

INTERVENTO

Impianto BHS - Adeguamento Standard 3

FASE

PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

TAVOLA

19007-TS-002

OGGETTO

Relazione tecnica e specialistica

SCALA

-

COMMITTENTE

GEASAR S.p.A.
Aeroporto "Costa Smeralda"
07026 OLBIA (SS)
www.geasar.it

Maintenance Manager:
Ing. Silvio Pes

Operational Services
Manager:
Ing. Caterina Brigaglia

Security Manager:
Sig.ra Silvia Spano

Coordinatore della sicurezza
in fase di Progettazione:
Arch. Simone Izetta

DATA

18 DICEMBRE 2020

AGG.

-

FILE NAME

19007-TS-002-3.0

RIF.

AD-ET SA 19007

PROGETTO

Airport Development
Enginerring & Trading SA
via Beroldingen 18
6850 - Mendrisio CH



Giulio Galimberti

Progettista: Ing. Giulio Galimberti

APPROVAZIONE

DATA

FIRMA

3.0

18/12/2020

Revisione layout

1.1

16/12/2019

Revisione dopo Validazione

1.0

06/11/2019

Primo rilascio

REV.

DATA

NOTE

APPROVAZIONE

DATA

FIRMA

GEASAR S.p.A.



Progetto Definitivo – Esecutivo
Impianto BHS – Adeguamento Standard 3
Aeroporto di Olbia "Costa Smeralda"
Relazione Tecnica
(Art. 26 DPR 207/10)

Numero documento AD-ET SA		19007-TS-002	
Numero documento Cliente			
Stato documento			
Data	18.12.2020	Versione	3.0

	Nome	Data
Elaborato da:	MM	06.11.2019
Rivisto da:	MC	06.11.2019
Approvato da:	GG	06.11.2019

Lista delle Versioni		
Data	Versione	Descrizione
06.11.2019	1.0	Primo rilascio
16.12.2019	1.1	Revisione dopo Validazione
18.12.2020	3.0	Revisione layout

Questo documento e tutti i dati in esso contenuti sono confidenziali e di proprietà esclusiva di AIRPORT DEVELOPMENT ENGINEERING & TRADING SA. Ogni riproduzione, trasmissione, modifica, ecc. o ogni altro tipo di condivisione con altri è proibita senza espresso consenso scritto.

This document and all data contained herein are confidential and exclusive property of AIRPORT DEVELOPMENT ENGINEERING & TRADING SA. Any reproduction, transmission, modification, etc. or any kind of supply to others is strictly forbidden without express prior written consent.

Sommario

Sommario	3
Acronimi	4
1	Introduzione..... 5
2	Relazioni tecnica e specialistica impianto BHS 5
2.1	Requisiti funzionali5
2.2	Studi specialistici5
2.3	Descrizione del BHS di progetto.....6
2.4	Logica di funzionamento generale21
2.5	Control room security22
2.6	Fasi di installazione24
2.7	Prescrizioni generali27
3	Relazione tecnica e specialistica impianto elettrico BHS..... 34
3.1	Premessa34
3.2	Relazione tecnica impianti elettrici BHS37
3.3	Prescrizioni impiantistiche generali42
3.4	Componenti elettrici principali50
4	Relazione tecnica e specialistica parte IT impianto BHS..... 76

Acronimi

ATR	Automatic tag reader – Sistema di lettura automatica di etichette
AD-ET	Airport Development Engineering & Trading SA
BAG	Bagagli
BNA	Baggage Not Analyzed
BHS	Baggage Handling System – Sistema di movimentazione bagagli
CA	Controllo di sicurezza automatico
CC	Controllo complementare
CF	Controllo di sicurezza finale
CP	Controllo di sicurezza primario
ECAC	European Civil Aviation Conference
EDS	Explosive Detection System – Sistema di rilevamento esplosivi
Gestore Aeroportuale / Committente	Geasar S.p.A.
HBS	Hold Baggage Screening – Ispezione bagagli da stiva
MUP	Make-up – Area allestimento voli
NB	Voli narrow body – Classe C
OLB	Aeroporto di Olbia “Costa Smeralda”
PAX	Passeggeri
STD3	Standard 3
WB	Voli wide body – Classe E

1 Introduzione

Secondo il Decreto D.P.R. 207 del 5 ottobre 2010, articolo 26 comma 1 lettera g), la Relazione Tecnica e Specialistica “*descrive i diversi impianti presenti nel progetto, motivando le soluzioni adottate; individua e descrive il funzionamento complessivo della componente impiantistica e gli elementi interrelazionali con le opere civili*”.

Coerentemente con quanto riportato sopra, vengono qui descritti nel dettaglio gli studi specialistici effettuati sul nuovo impianto BHS, comprensivi delle integrazioni valutate ed approvate in seguito al Progetto di Fattibilità.

Il fabbisogno tecnico e prestazionale alla base della progettazione del sistema di trattamento dei bagagli per l’Aeroporto di Olbia è esplicitato nella Relazione Generale del presente Progetto Definitivo. Per questo motivo, di seguito, sono riportati, ove necessario, i riferimenti ai capitoli della suddetta relazione.

Si precisa che la versione del progetto descritta nella presente documentazione, è stata rivista rispetto alla prima approvata, per venire incontro a mutate esigenze della Committente e per ottimizzare ulteriormente l’utilizzo degli spazi, garantendo comunque le funzioni richieste.

2 Relazioni tecnica e specialistica impianto BHS

2.1 Requisiti funzionali

I requisiti minimi considerati nella progettazione del nuovo BHS tengono in considerazione:

- la capacità del sistema in termini di bagagli processati nell’arco di un’ora, con riferimento ai dati di traffico crescente tra il 2018 ed il 2040;
- il livello minimo di ridondanza garantito in casi di indisponibilità di una delle linee previste;
- numero di posizioni per l’accosto dei carrelli nell’area di allestimento voli;
- configurazione delle vie di sosta e di transito per i carrelli;
- tracciabilità del bagaglio in accordo con la Risoluzione IATA 753;
- accessibilità manutentiva;
- possibilità di espansione futura.

2.2 Studi specialistici

Gli studi specialistici svolti hanno riguardato tutti gli aspetti funzionali elencati al punto 2.

Per quanto riguarda le considerazioni volte ad ottenere il corretto dimensionamento della zona HBS, si faccia riferimento al capitolo 5.3 della Relazione Illustrativa.

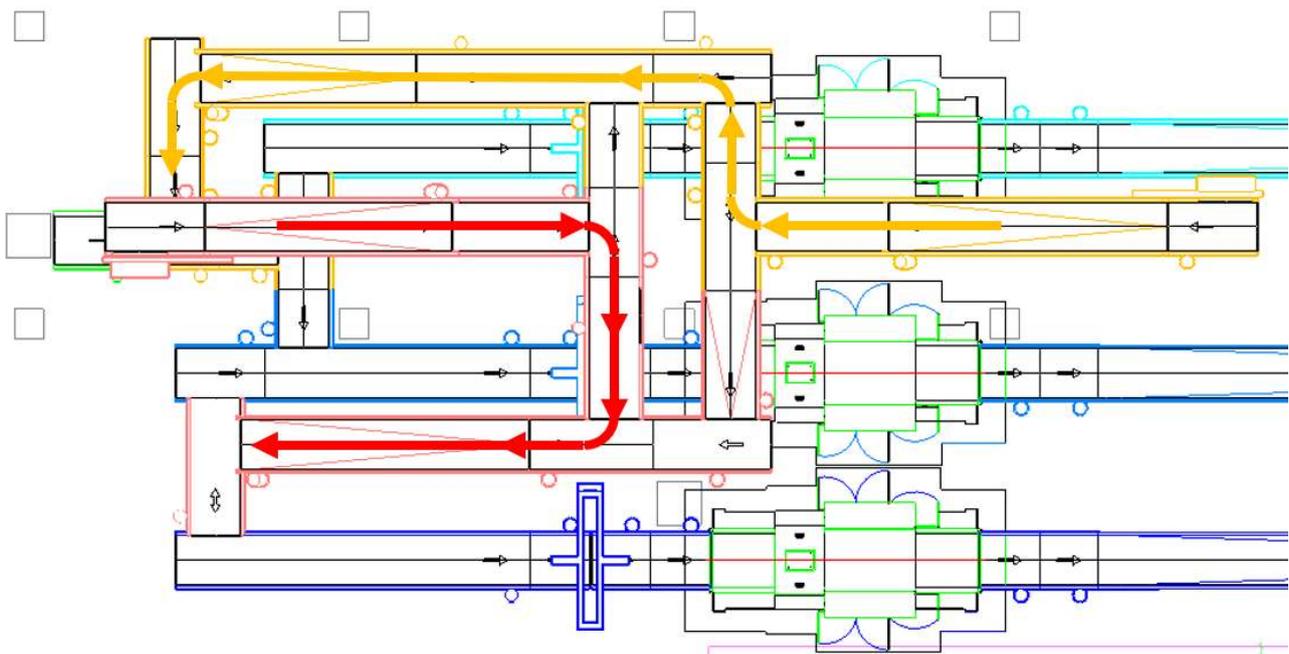
Nel capitolo 4 di questo stesso documento (Relazione Tecnica), invece, sono spiegati nel dettaglio tutti gli elementi chiave della progettazione, con la descrizione puntuale di tutte le aree funzionali, a partire da un approfondimento della configurazione individuata.

2.3 Descrizione del BHS di progetto

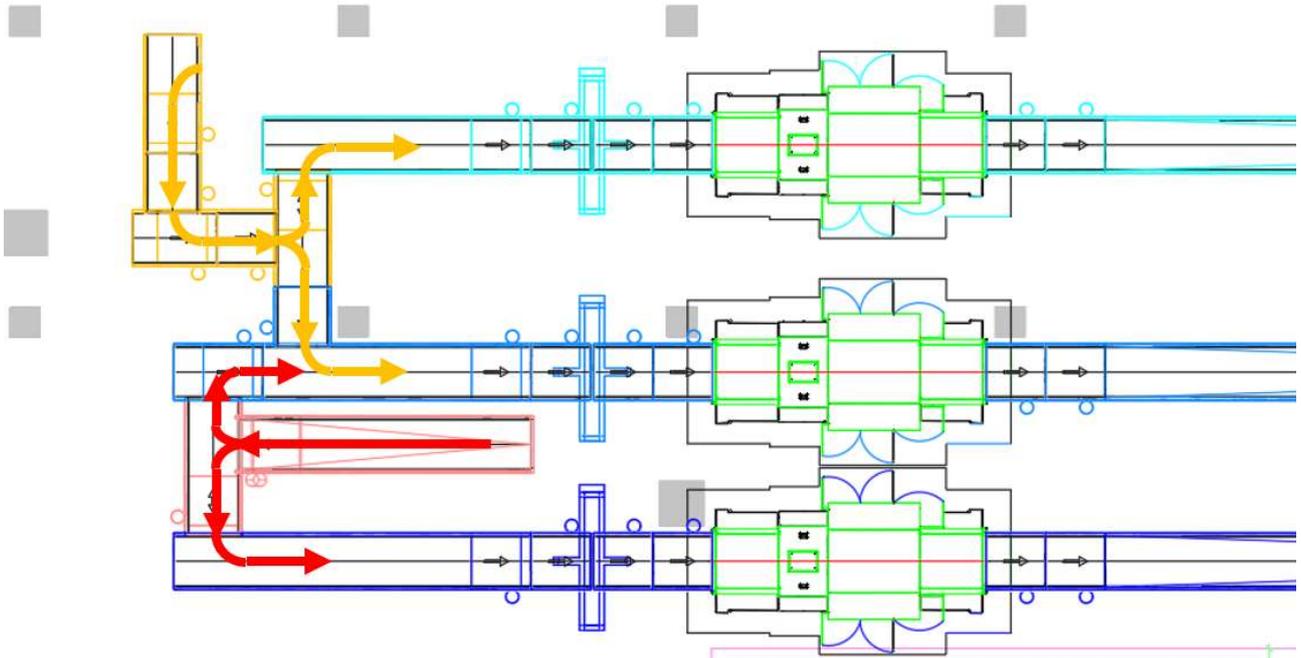
2.3.1 Focus sulla configurazione BHS

Di seguito viene descritta la soluzione scelta a valle degli incontri con la Committente, una soluzione che rappresenta il miglior compromesso tra le varie esigenze sopra accennate, dopo una serie di passaggi di approfondimento su differenti aspetti dell'impianto e con verifiche puntuali sia per le prestazioni che per le funzionalità dello stesso.

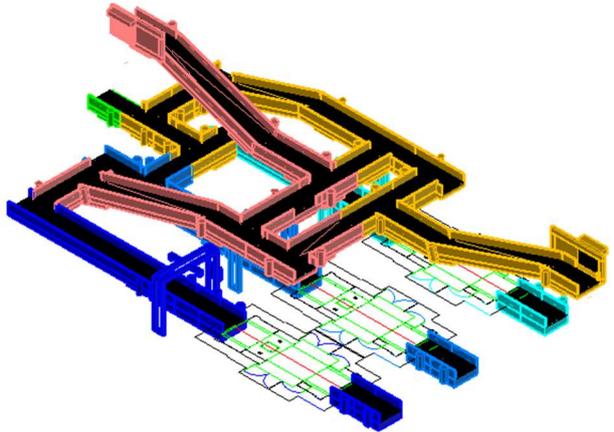
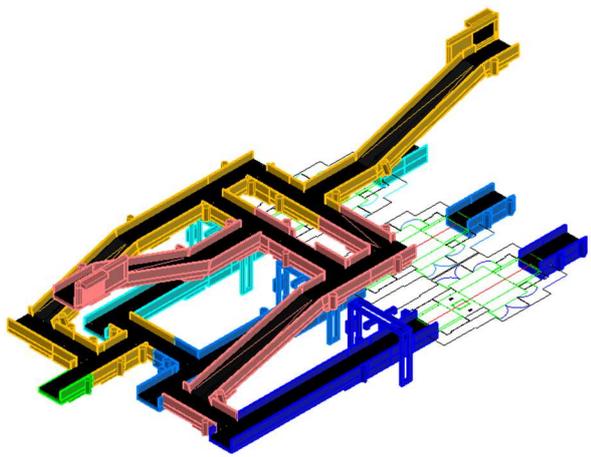
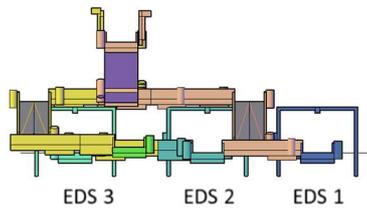
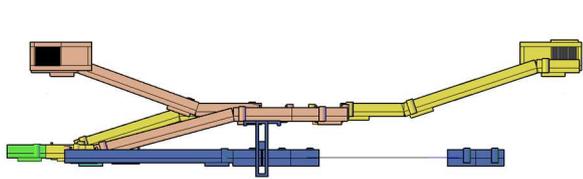
Il layout risultante ha come prerogativa la possibilità di raggiungere tutte le linee HBS a partire da entrambe le isole check-in, in modo tale da garantire ridondanza e adeguata capacità di bilanciamento dei flussi. L'altezza del soffitto al piano seminterrato (nella parte dove non sono presenti travi) oltre a permettere di realizzare parti di impianto "in quota", evitando di intralciare le operazioni di handling, consente di realizzare una configurazione di distribuzione che garantisce il raggiungimento preferenziale di due macchine da ciascuna discesa check-in, mantenendo comunque la possibilità di raggiungere anche la terza linea, semplicemente attivando la funzione di bidirezionalità dei nastri posti a valle della discesa dopo il passaggio nella forometria del pavimento della zona check-in. L'immagine seguente mostra in dettaglio il funzionamento delle linee indicate, rappresentando la direzione prevalente di percorrenza da ciascuna isola.



Superato il primo nastro bidirezionale, i bagagli raggiungono un ulteriore nastro bidirezionale che permette loro di raggiungere una delle due linee ad esso collegato. Nella figura seguente è rappresentato tale area di trasportatori (la rappresentazione del livello alto dei nastri è stato eliminato per maggiore chiarezza).



L'indirizzamento del flusso di bagagli da trattare verso una linea preferenziale è utile sia in caso di guasto, sia in caso di bassa affluenza. La soluzione proposta consente un buon bilanciamento verso tutte le destinazioni.



2.3.2 Controllo bagagli

Dopo lo smistamento descritto precedentemente, i bagagli sono indirizzati verso la zona HBS dove hanno inizio le procedure di controllo di sicurezza.

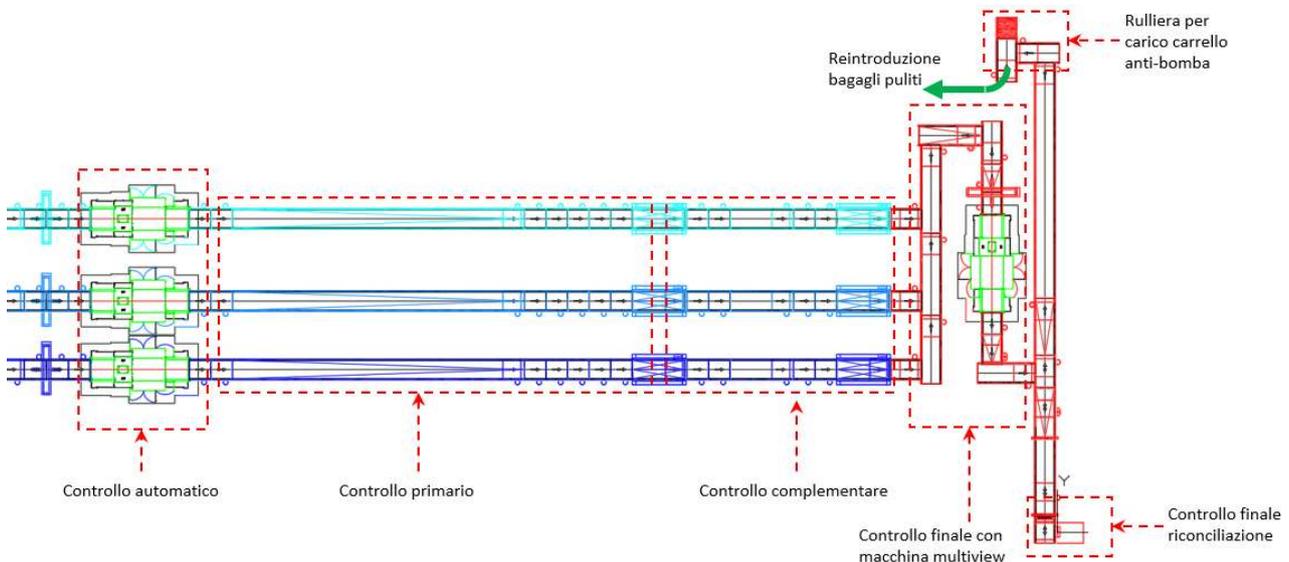
La logica di funzionamento del sistema proposto si basa sulle seguenti fasi di controllo:

1. Lettura etichetta → ATR
2. Controllo automatico → 3 EDS Standard3
3. Controllo primario → 23,4 metri circa per ciascuna delle 3 linee
4. Controllo complementare → 8,3 metri circa per ciascuna delle 3 linee
5. Controllo finale → 1 macchina multiview per il controllo ulteriore dei bagagli sospetto con possibilità di raggiungere la sala di riconciliazione per verificare con il passeggero eventuali contenuti non conformi
6. Situazione critica → carrello anti-bomba

2.3.3 Fasi e tempi decisionali

La procedura di ispezione dei bagagli da stiva, per il sistema qui descritto, include tre fasi di controllo:

- Controllo automatico;
- Controllo primario;
- Controllo complementare;
- Controllo finale.



Controllo automatico

Per controllo automatico si intende l'analisi svolta autonomamente dalle tre macchine EDS standard 3.

Lo scopo delle macchine è quello di acquisire un'immagine tomografica per ogni bagaglio in fase di analisi. Vi potrebbe essere una percentuale di bagagli, circa l'1%, per i quali l'immagine non ha una qualità adeguata

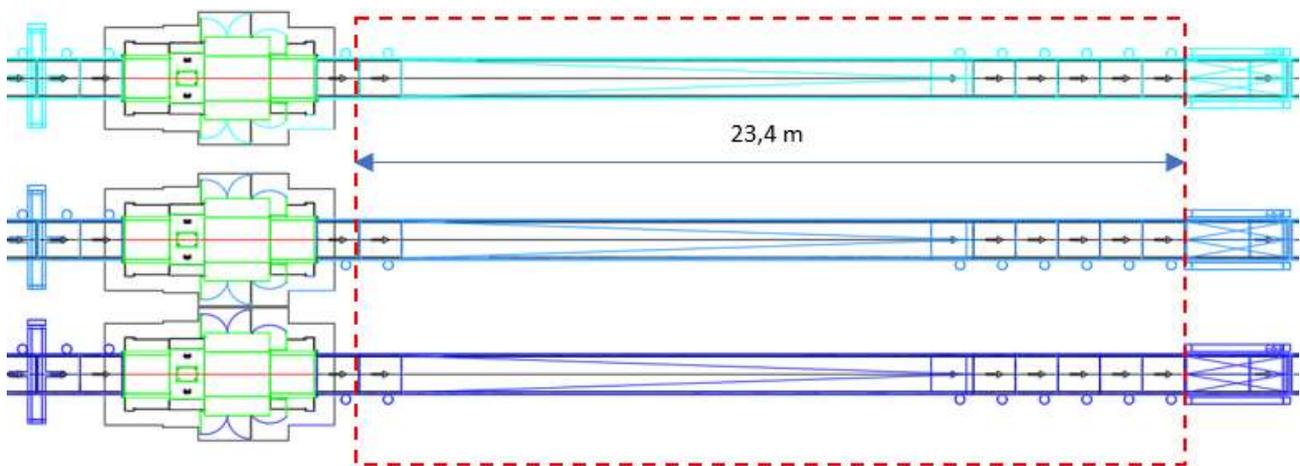
oppure non è acquisibile (BNA). In tal caso essi non verranno analizzati automaticamente, ma saranno trattati secondo altre procedure descritte di seguito.

Sulla base delle statistiche disponibili da progetti già realizzati, le EDS standard 3 sono capaci di ispezionare autonomamente i bagagli, classificandone circa il 70% come puliti. Per quanto riguarda il rimanente 30% (valore cautelativo), le macchine inviano le immagini agli operatori in sala di controllo per analisi ulteriori. L'eventuale presenza di ATR prima dell'ingresso macchina consente di associare l'identificativo di ogni bagaglio alla relativa immagine, tramite scansione dell'etichetta.

Nonostante il sistema e la sua configurazione siano studiati per non perdere il tracking (tracciamento continuo della posizione del bagaglio via PLC), può accadere che la forma o la presenza di cinghie facciano incastrare o rotolare il bagaglio in una posizione diversa rispetto a quella in cui il sistema si aspetta che esso si trovi. Generalmente la percentuale di bagagli "mistracked" non è superiore all'1%. Questi vengono indirizzati automaticamente al controllo finale dove dovranno essere riassociati alla propria immagine ed analizzati con procedure manuali.

Controllo primario

Le immagini inviate dalle macchine EDS vengono analizzate da un operatore. Il tempo a disposizione tra l'uscita della macchina ed il primo punto decisionale deve essere tale da garantire all'operatore la possibilità di analizzare una significativa percentuale di immagini dei bagagli transitati. Tale tempo decisionale è stabilito in base alla lunghezza ed alla velocità dei nastri a valle delle macchine. Come visibile nella immagine seguente, il percorso dei nastri è pari a 23,4 m, a partire dalla posizione successiva alla uscita della macchina. Questa posizione è stata esclusa dal computo della lunghezza per tenere conto del tempo di risposta della macchina standard 3.



Si fa notare come nel disegno si sia già tenuto conto della effettiva forma della macchina da implementare, in quanto già definita al momento della elaborazione della soluzione. Si tratta del modello XT2100HS della società Nuchtech.

Per consentire una riduzione dello spazio, sono stati previsti nastri lunghi e nastri sequenziatori detti "metering" di lunghezza pari a 1200 mm che consentono di far avanzare i bagagli passo-passo, garantendo di raggiungere un tempo adeguato a prendere una decisione, senza causare l'accodamento dei bagagli a monte delle EDS.

Cautelativamente si è assunto un flusso per ogni linea pari a $1200 \frac{bag}{h}$, ben superiore a quanto necessario e si è stimato il tempo che il primo bagaglio da analizzare impiega a raggiungere la fine della linea di controllo primario, posizione nella quale potrà essere fermato in caso di decisione non ancora presa, per poi calcolare il tempo a disposizione prima che i bagagli successivi creino un accodamento eccessivo provocando il fermo della macchina EDS. Di seguito sono riportati i calcoli alla base del dimensionamento, a ciascuna linea e considerando che le posizioni libere tra il primo bagaglio analizzato e la macchina EDS siano complessivamente pari a 7:

$$\begin{aligned} \text{flusso stimato per macchina} &= 1200 \frac{bag}{h} \\ &= 1 \text{ bag ogni } 3 \text{ s} \\ v &= 0,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

$$\text{lunghezza totale linea} = 23,4 \text{ m}$$

$$\text{tempo di percorrenza del primo bagaglio} = 48,8 \text{ s}$$

$$\text{posizioni libere a monte del primo bagaglio} = 7$$

$$\text{tempo max prima di fermo EDS} = 3 \text{ s} \times 7 = 21 \text{ s}$$

$$\begin{aligned} \text{tempo totale di review al controllo primario} \\ = 48,8 \text{ s} + 21 \text{ s} = \mathbf{69,8 \text{ s}} \end{aligned}$$

Il tempo garantito di ispezione di secondo livello è quindi superiore a 69 secondi, indipendentemente dal flusso di bagagli a monte del punto decisionale. Tale tempo potrà poi essere tarato, se necessario, in funzione delle esigenze dell'operatore aeroportuale.

Il tempo di review indicato consente agli operatori di osservare le immagini e prendere una decisione per circa il 98% dei casi. Quindi la percentuale di bagagli per i quali non viene presa una decisione pari a circa il 2% del totale che attraversa la macchina.

Il flusso viene diviso tra bagagli puliti e bagagli ancora sospetti, in base al risultato del controllo automatico e del controllo primario. Il flusso di bagagli che possono essere indirizzati all'area make-up è così composto:

Bagagli dichiarati puliti da controllo automatico: 70% del totale

Bagagli dichiarati puliti da controllo primario: 28% del totale

Al termine del controllo primario si ottiene, quindi, circa il 98% (del totale) di bagagli puliti.

Il rimanente 2% (del totale) rimane nelle linee HBS e prosegue per ulteriori controlli, i quali saranno eseguiti con un tempo maggiore, avendo a disposizione la parte di nastri definita "controllo complementare".

Si sottolinea che, al fine di evitare il fermo delle macchine a causa dell'accodamento dei bagagli, deve essere stabilito un tempo di time-out al termine del quale il bagaglio viene comunque automaticamente scartato dal sistema ed inviato al controllo finale. Questo tempo sarà regolabile tramite il sistema di controllo del PLC e dovrà essere circa di 69 secondi, come calcolato precedentemente.

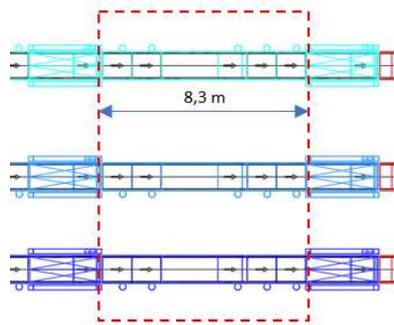
Con le considerazioni precedenti, oltre al 2% dei bagagli analizzati, occorrerà considerare cautelativamente circa 1% di bagagli senza immagine (BNA) e 1% di perdita di tracking (mistracked), per un totale del 4% del totale dei bagagli da analizzare.

Controllo complementare

In questa fase di controllo, un secondo operatore prende in esame sia le immagini che in precedenza non sono state analizzate entro il tempo a disposizione, sia quelle che l'operatore addetto al controllo primario ha classificato come sospette.

Per la parte di controllo complementare, si è scelto di garantire la massima ridondanza attraverso la predisposizione di una linea dedicata per ciascuna delle linee con le macchine EDS. Dopo i deviatori verticali previsti al termine del controllo primario, i bagagli ancora sospetto sono indirizzati verso questa linea.

L'immagine seguente mostra come vengono gestiti i flussi in uscita dal controllo primario.



Avendo separato i flussi e, quindi, ridotto fortemente l'affluenza di bagagli nella linea di controllo complementare, è possibile ridurre la velocità dei nastri aumentando il tempo decisionale.

$$v = 0,3 \text{ m/s}$$

$$l = 8,3 \text{ m}$$

Poiché, dal calcolo precedente occorre calcolare il 4% del flusso di bagagli, che si assume al massimo pari a $1200 \frac{\text{bag}}{\text{h}}$, per un totale di massimo di $48 \frac{\text{bag}}{\text{h}}$ su ciascuna linea di controllo complementare

Il tempo minimo a disposizione per il controllo complementare è pari a 27,6 (=8,3/0,3) secondi che possono essere estesi grazie alla presenza di nastri "metering" sui quali è possibile fermare i bagagli in linea. Poiché mediamente si presenta un bagaglio ogni 75 sec, si può intuire che il tempo ottenibile prima di bloccare a monte la linea sia pari a diversi minuti. In dettaglio:

$$\text{flusso stimato per linea} = 48 \frac{\text{bag}}{\text{h}} = 1 \text{ bag ogni } 75 \text{ s}$$

$$v = 0,3 \text{ m/s}$$

$$\text{lunghezza totale linea} = 8,3 \text{ m}$$

$$\text{tempo di percorrenza del primo bagaglio} = 27,6 \text{ s}$$

$$\text{posizioni libere di accumulo} = 5$$

$$\text{tempo max prima di fermo linea} = 75 \text{ s} \times 5 = 375 \text{ s}$$

$$\text{tempo totale di review al controllo complementare} \\ = 27,6 \text{ s} + 375 \text{ s} = \mathbf{402,6 \text{ s}}$$

In fase di realizzazione dovrà essere definito un tempo limite (time-out di durata configurabile via software) entro il quale l'operatore può prendere una decisione. In caso di mancata decisione il bagaglio deve essere automaticamente inviato al successivo livello di controllo.

I BNA non verranno però fermati in linea ma inviati al livello successivo di ispezione ove la presenza di una ulteriore macchina di controllo consente di elaborare una immagine che consenta agli addetti di analizzarne la pericolosità.

Al termine di questa ulteriore fase di analisi, i flussi vengono nuovamente separati tra bagagli puliti e bagagli "not clean". Questi ultimi possono essere direttamente espulsi dal sistema verso un carrello anti-bomba oppure essere indirizzati al controllo finale (ulteriore indagine con macchina multiview, riconciliazione con passeggero oppure altri metodi d'ispezione manuale).

In condizioni normali di esercizio si è dimostrato che il numero di bagagli destinati al controllo di sicurezza finale è circa l'1% del totale dei bagagli ispezionati, al quale vanno cautelativamente sommati i bagagli BNA e i bagagli "mistracked".

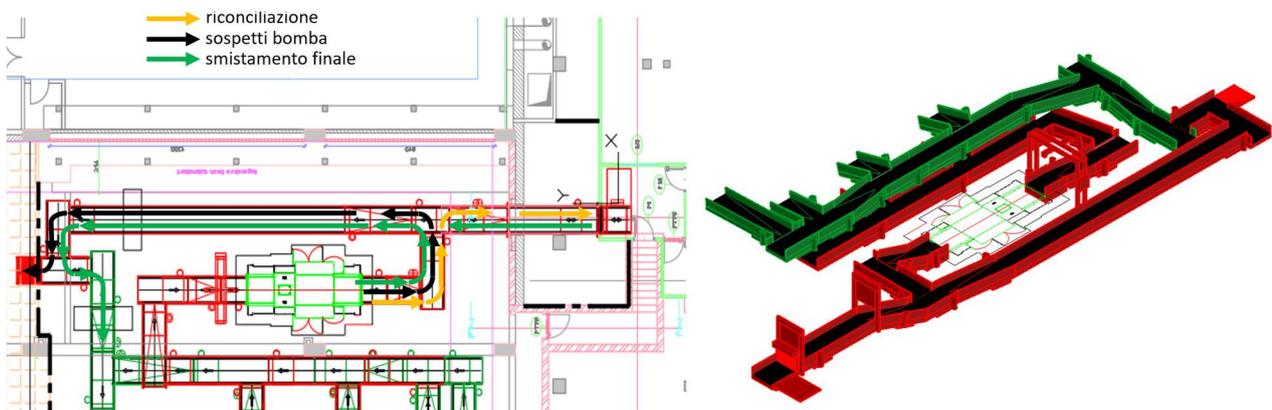
Il flusso totale di bagagli atteso per controllo finale è ipotizzato cautelativamente pari a circa il 3,5%.

Controllo finale

La fase finale del controllo prevede che i bagagli sospetti o BNA o non identificati (mistracked) vengano processati attraverso una macchina di controllo ulteriore che deve essere almeno di tipologia multiview, per consentire agli operatori in control room di analizzare in modalità "show all" tutti i bagagli che vi transitano. Questa analisi consente di utilizzare un tipo differente di indagine ma applicata a tutti i bagagli, garantendo il rispetto delle prescrizioni ECAC. In caso il bagaglio risulti clean, esso viene indirizzato in automatico allo smistamento finale, altrimenti si possono attivare due procedure:

1. Invio in sala di riconciliazione, dove un operatore riceve il bagaglio sospetto ed effettua una nuova ispezione dopo aver, eventualmente, convocato il passeggero.
2. Invio alla posizione di bagaglio contenente una bomba, dove esso viene fatto scivolare all'interno del carrello predisposto al contenimento delle esplosioni e fatto evacuare dalla zona del terminal trascinandolo con un trattore.

Nella immagine seguente è rappresentata la zona di controllo finale e riconciliazione con i percorsi per le diverse tipologie di rischio:



La macchina multiview non è, al momento, ancora stata selezionata. Per evitare problemi di spazio si è utilizzato lo stesso ingombro della macchina standard 3, per garantire la disponibilità di spazio adeguata. In fase realizzativa, sarà cura del fornitore del BHS adattare la lunghezza dei nastri affinché la macchina selezionata sia inserita correttamente nell'impianto.

In merito al punto 1. Precedente, per poter condurre le analisi necessarie l'addetto può essere dotato di diversi strumenti/tecniche. Per esempio può richiedere la presenza del passeggero (riconciliazione), richiamare a monitor l'immagine del bagaglio oppure ricorrere agli altri metodi di controllo ammessi (cani, sniffer...). In seguito ai confronti con la Committente, si è deciso di dedicare a tale sala uno spazio che sia facilmente accessibile sia al passeggero titolare del bagaglio sospetto che agli addetti alla security che operano il controllo finale. Il bagaglio sospetto raggiungerà il locale di riconciliazione per mezzo di un sistema di nastri bidirezionali, dove l'operatore di security potrà svolgere tutte le verifiche necessarie per ispezionare il bagaglio, che verranno eventualmente effettuate in presenza del passeggero titolare del bagaglio stesso. Nel caso in cui il bagaglio fosse "sporco" dopo questa fase di ispezione, esso può essere indirizzato, sempre tramite gli stessi nastri bidirezionali, verso il carrello anti bomba posizionato in area BHS, in posizione adeguata al caricamento del carrello "bomba".

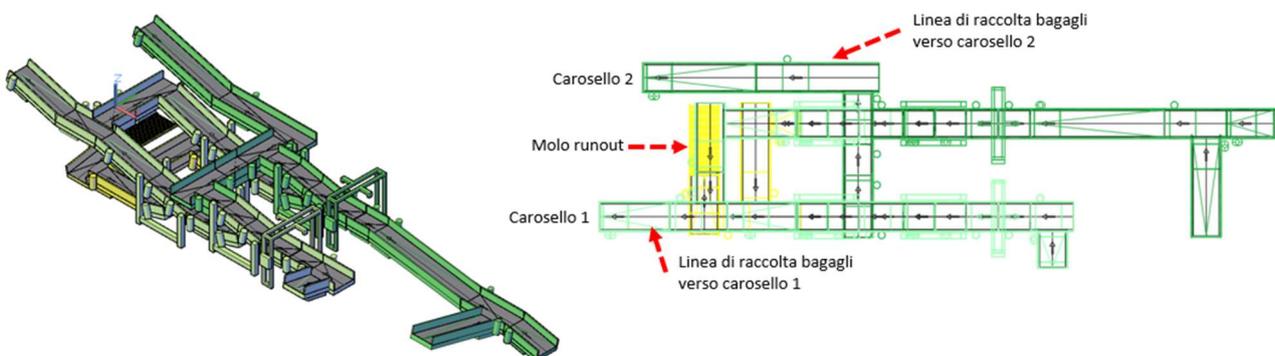
Se invece il bagaglio è ritenuto pulito, verrà trasportato e convogliato automaticamente sui nastri che portano i bagagli alla zona make-up. Questa configurazione permette la completa automatizzazione del processo di immissione bagagli soggetti al controllo finale sui caroselli della zona make up, evitando il contatto tra gli stessi bagagli e gli operatori di handling (benché i bagagli siano stati dichiarati puliti).

2.3.4 Smistamento

Il layout prevede due linee di trasporto verso la zona di make up per bagagli ispezionati. Esse sono dotate di una stazione ATR (Automatic Tag Reader) ciascuna, per la lettura delle etichette e lo smistamento dei bagagli verso le destinazioni di pertinenza.

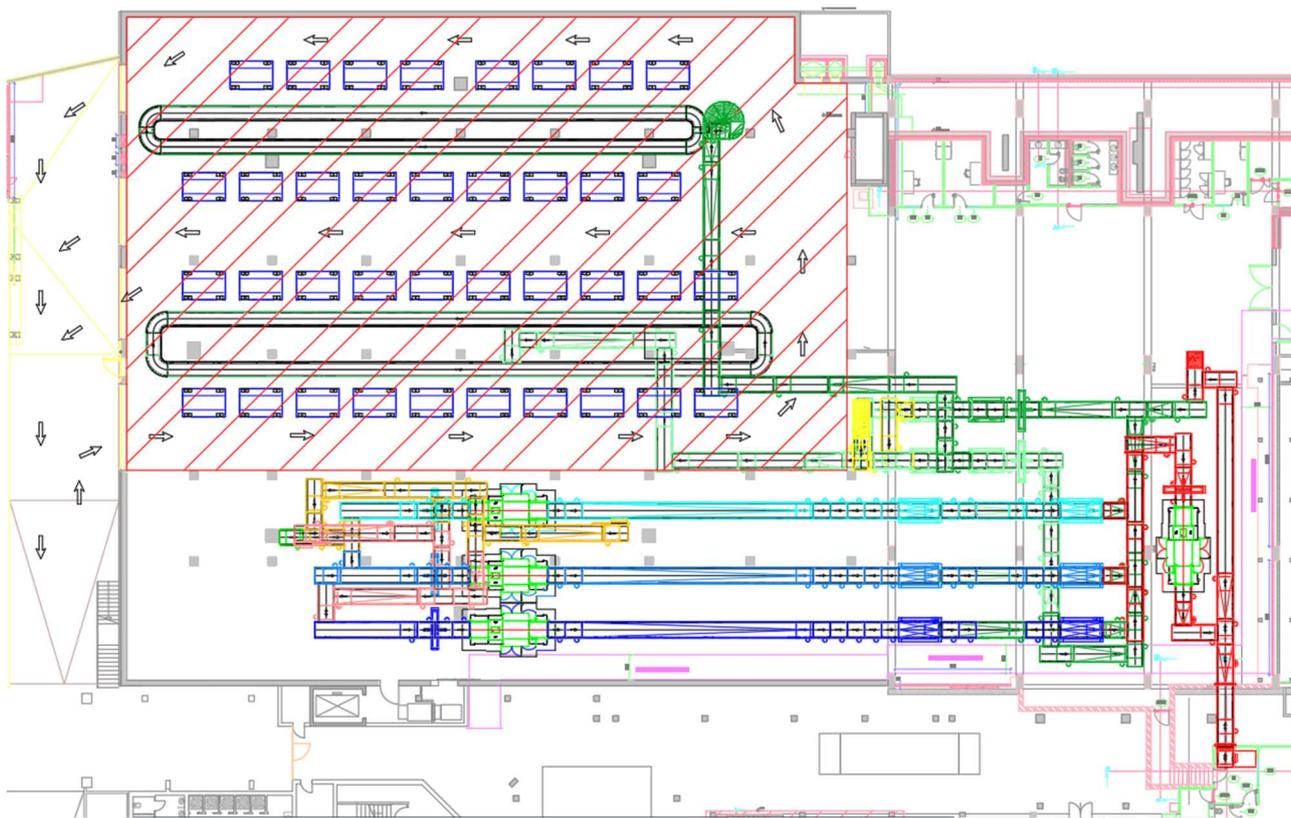
La gestione dei flussi è supportata dalla presenza di deviatori verticali con adeguate prestazioni (almeno 200 bag/h ciascuna, per garantire adeguata ridondanza), con i quali è possibile deviare i bagagli verso una linea alta di raccolta diretta al carosello 2 ed una linea bassa in cui possono confluire i bagagli destinati al carosello 1 oppure quelli diretti al molo di runout.

La presenza di un molo di runout consente di espellere da sistema i bagagli non letti dagli ATR, questi bagagli saranno smistati a mano per evitare di allocare un operatore fisso alla posizione di codifica manuale per un numero di bagagli che non ne giustifica l'impiego.



2.3.5 Area allestimento voli

Il layout proposto per quanto riguarda le aree funzionali del sistema BHS che riguardano il bilanciamento dei flussi a monte delle macchine EDS, i controlli di sicurezza nella zona HBS e le linee per lo smistamento dei bagagli in partenza verso i caroselli di make-up assume la configurazione rappresentata nell'immagine seguente.



In questo paragrafo è descritta la disposizione scelta per la zona make-up (evidenziata con il tratteggio nella figura precedente). Essa è di fondamentale importanza per l'ottimizzazione del fronte di accosto dei carrelli e degli spazi dedicati alla loro circolazione. L'ottenimento di un maggior numero di posizioni di parcheggio, unitamente ad una fluida circolazione dei carrelli, consentirà di allungare l'orizzonte temporale in cui sarà possibile continuare a condurre le operazioni di handling all'interno dell'edificio esistente, garantendo una miglior risposta al traffico in aumento e posticipando l'esborso legato all'espansione dell'area.

L'area evidenziata dalla campitura nell'immagine sopra rappresenta il nuovo spazio a disposizione per l'allestimento voli, ricavato grazie all'abbattimento del cunicolo tecnico che precedentemente divideva in due il seminterrato.

Di seguito sono riportati alcuni dati estrapolati dai documenti a disposizione e raccolti durante gli incontri tenuti presso il Gestore Aeroportuale. La tabella, usata per il dimensionamento dell'area MUP, fa riferimento al numero di voli aperti nella stessa ora, includendo voli di classe C, voli di classe E (questi a partire dal 2025) e voli aperti in partenza in ore successive. Per ogni tipo di volo è stato ipotizzato un numero di carrelli, come indicato sotto la tabella. Il dato evidenziato dal riquadro rosso corrisponde al numero totale di carrelli necessari per allestire i voli in partenza ed in attesa.

Anno	Voli aperti	Voli in partenza	NB in partenza	WB in partenza	Carrelli NB	Carrelli WB	Carrelli Attesa	Fabbisogno Totale	Capacità	
									100%	-1 carosello 50%
2020	20	10	10	0	30	0	10	40	40	20
2025	29	11	10	1	30	5	18	53	40	20
2030	33	13	12	1	36	5	20	61	40	20
2040	38	15	13	2	39	10	23	72	40	20

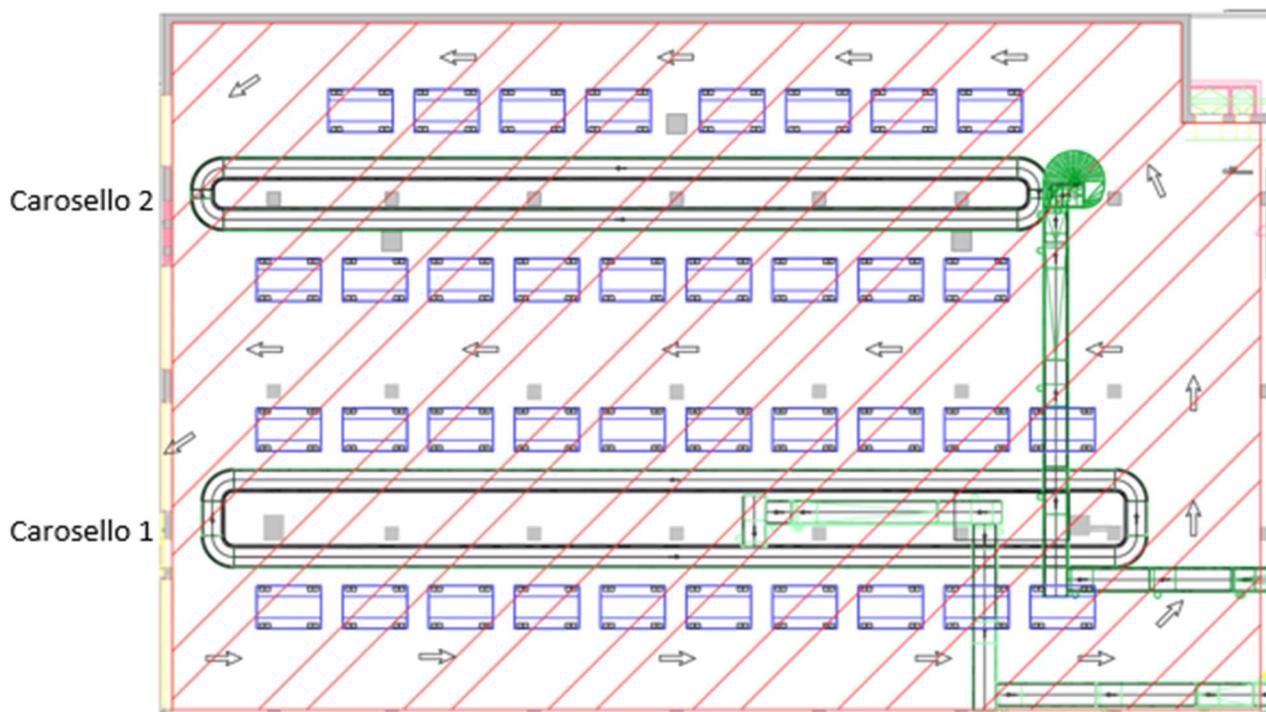
Ipotesi:

- N.3 carrelli volo NB
 - N.5 carrelli volo WB
 - N.1 carrello voli aperti ore successive
- Dati derivanti da interpolazione dei dati a disposizione

Il numero di voli aperti in contemporanea suggerisce che vengano predisposte almeno 40 postazioni per il parcheggio dei carrelli già a partire dal 2020 (si ricorda che i dati indicati sono precedenti alla situazione Covid-19 ma anche che si è deciso di mantenere tali obiettivi per quanto riguarda le prestazioni di progetto). Questo numero corrisponde a circa 160 metri di fronte di accosto utile totale per i caroselli, a seconda del tipo di carrelli utilizzati.

Lo spazio a disposizione, compatibilmente con l'ingombro minimo dei caroselli e delle aree previste per la sosta ed il transito dei carrelli, nonché dei raggi di curvatura minimi per la loro circolazione, consente di realizzare due caroselli come segue:

- Carosello 1: fronte di accosto di circa 80m – 20/22 carrelli;
- Carosello 2: fronte di accosto di circa 75m – 18/19 carrelli.



Al fine di raggiungere i caroselli, si prevedono due linee di nastri che passano al di sopra dei corridoi di transito dei carrelli, ad una quota tale da non rappresentare un ostacolo per le attività svolte dagli operatori di handling. Per quanto riguarda l'immissione dei bagagli nei caroselli, sono state ipotizzate due configurazioni differenti:

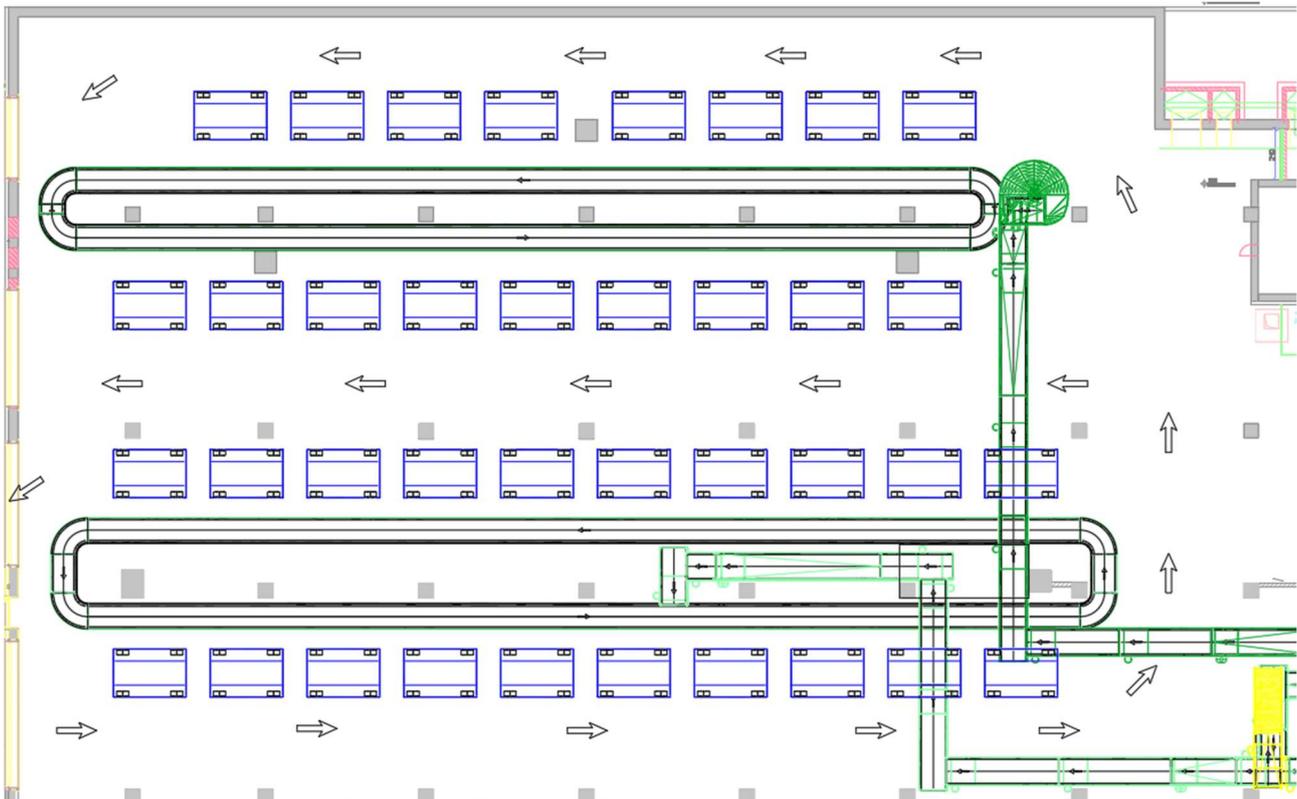
- Carosello 1: discesa all'interno del carosello con immissione a 90°;
- Carosello 2: scivolo a spirale con immissione in testata.

Il motivo di questa duplice scelta è rappresentato dal bisogno di ottimizzare gli spazi a disposizione, cercando il corretto compromesso tra la lunghezza dei caroselli e gli spazi liberi per la circolazione dei carrelli.

Data la fitta griglia di colonne presente nel seminterrato del terminal, vi sono alcuni passaggi obbligati per i nastri: infatti si è cercato di includere le colonne all'interno dei caroselli. Questa soluzione limita, in alcuni punti, la mobilità degli operatori e l'accesso ai bagagli sui nastri, ma favorisce gli spazi a disposizione per la movimentazione dei carrelli, garantendo circa 3 m di larghezza minima dei corridoi di transito e circa 2,5 m per l'area di sosta.

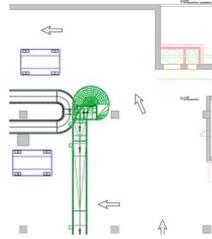
Al fine di massimizzare il numero di posizioni di sosta, senza intralciare il passaggio dei carrelli in transito, i carrelli parcheggiati devono essere correttamente posizionati a fianco del carosello, senza compromettere le consuete operazioni di handling dei bagagli.

In corrispondenza delle curve, i caroselli saranno adeguatamente protetti da guardrail. Essi sono posizionati in modo da non ostacolare il transito dei carrelli e da fornire adeguata protezione per il passaggio degli operatori di handling attorno al carosello.

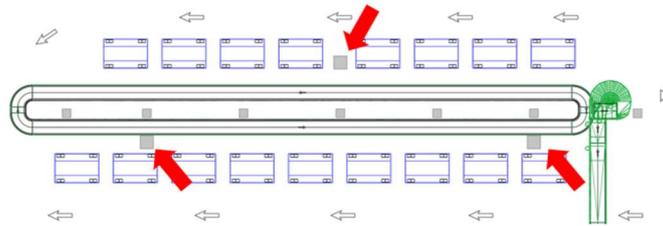


Dalla rappresentazione delle vie di passaggio dei carrelli, si nota che vi sono alcune criticità che è bene evidenziare:

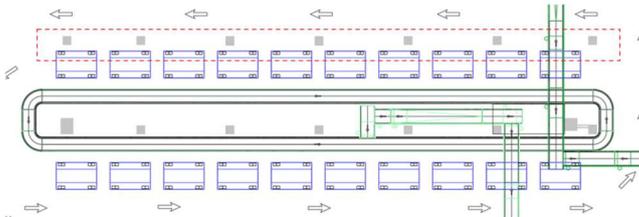
Carosello 2: passaggio carrelli con spazio limitato che richiede grande attenzione nel parcheggio e nel transito (sono comunque garantiti più di 3 metri di larghezza).



Carosello 2: presenza di colonne che intralciano il parcheggio e l'accesso ai bagagli sul carosello



Carosello 1 Manovra dei carrelli limitata dalla serie di colonne

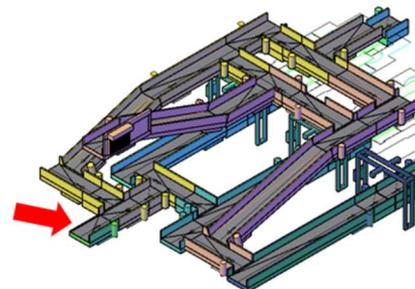
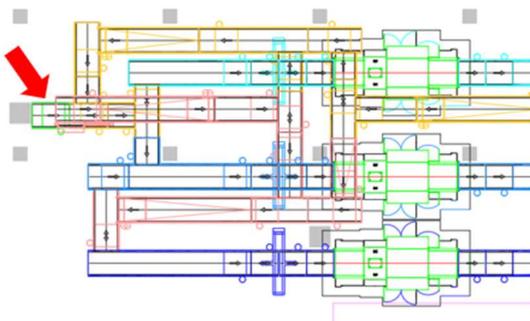


Nonostante le limitazioni suddette, la configurazione proposta è stata ritenuta utile proprio perché non richiede di realizzare nuove infrastrutture per la esecuzione delle modifiche alla parte HBS (obiettivo 2020 con standard 3 implementate). Ovviamente, essendo in futuro necessarie ulteriori posizioni di allestimento voli, si dovrà prevedere l'espansione delle aree dedicate a tale funzione ma senza la preoccupazione di realizzarle in così breve tempo, senza un progetto organico.

2.3.6 Transiti

La configurazione proposta prevede, anche la possibilità di installare una linea dedicata all'inserimento dei bagagli in transito nel sistema BHS.

Visto che la quantità di tale tipologia di bagagli è limitata, si è pensato di introdurre una linea composta da un molo per l'accosto dei carrelli che si immette a monte di due macchine standard 3, garantendo anche per questi bagagli la ridondanza di analisi di sicurezza. Il punto di caricamento è rappresentato nelle figure seguenti.



2.3.7 Bagagli senza immagine (BNA = Baggage Not Analysed)

Come detto in precedenza, durante l'ispezione dei bagagli da parte delle apparecchiature EDS, può succedere che le macchine non riescano ad acquisire l'immagine di una piccola percentuale di essi che si aggira intorno all'1%.

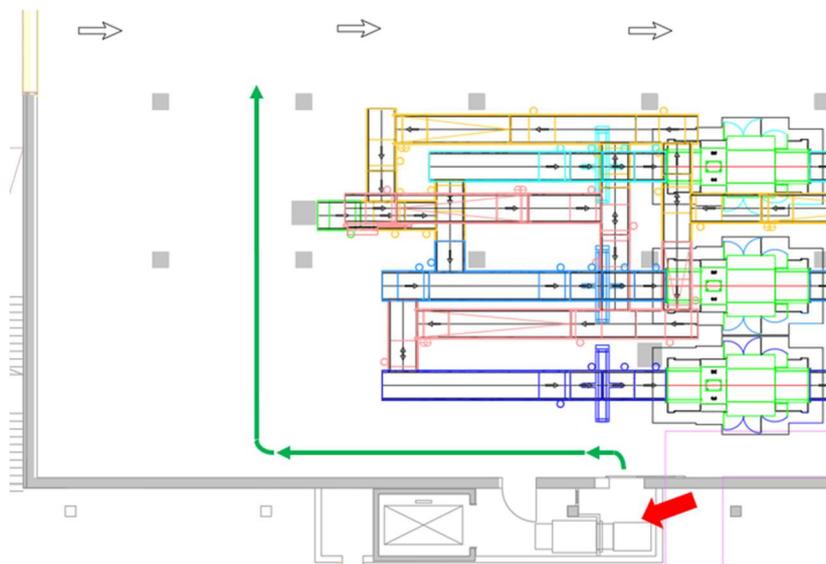
In questa configurazione di impianto questi bagagli vengono automaticamente indirizzati al quarto livello di controllo, essendo quest'ultimo dotato di una macchina adatta alla individuazione di situazioni sospette per la security.

2.3.8 Linea fuori misura

Per quanto riguarda la gestione dei bagagli fuori misura, in seguito alle riunioni con la Committente è stato deciso di mantenere la configurazione attuale, con movimentazioni e spostamenti dei bagagli sia automatizzati che manuali tra il piano rialzato (check-in) ed il piano seminterrato.

Nella figura seguente è rappresentato il punto di prelievo di tale tipologia di bagagli e il percorso per il loro trasferimento alla zona di make-up.

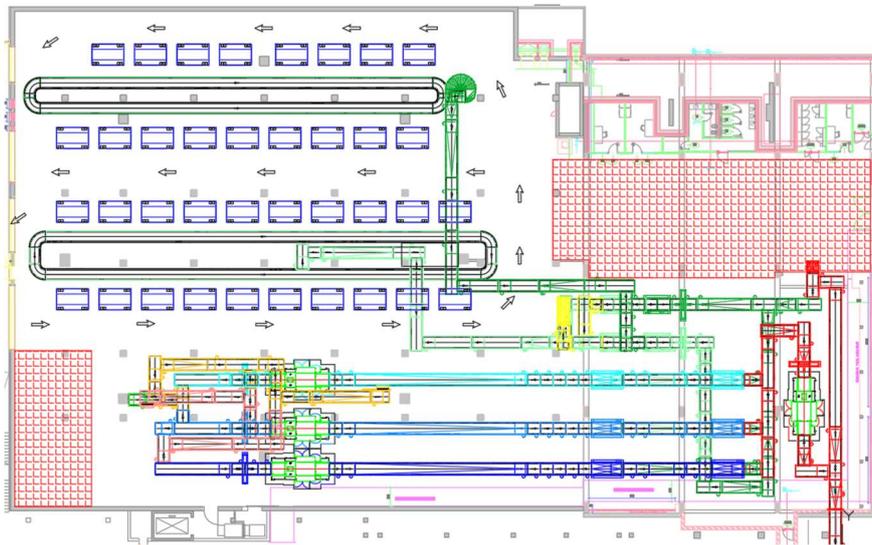
Il controllo di tali bagagli è effettuato da remoto (in control room security) dal personale addetto e, una volta stabilita la non pericolosità, l'handler è autorizzato ad entrare nella stanza di prelievo e a trasferire tale bagaglio con un carrellino a mano, fino alla posizione di allestimento pertinente.



2.3.9 Accumulo carrelli

Oltre alle postazioni di accosto e parcheggio carrelli intorno ai caroselli, sono state previste anche alcune zone all'interno del piano seminterrato dove è possibile accumulare i carrelli già carichi al massimo delle loro capacità, senza che questi possano essere d'intralcio durante le consuete operazioni di controllo e spostamento dei bagagli da stiva. Tali postazioni servono a parcheggiare i carrelli già pronti per il trasporto al velivolo corrispondente ma per i quali il volo stesso risulta non ancora aperto. Le postazioni di parcheggio previste sono state collocate in aree adiacenti o sottostanti ai nastri dell'impianto BHS, facendo attenzione

che esse non risultino d'intralcio al percorso destinato al "carrello bomba", utilizzato per il recupero di un bagaglio "sporco". È infatti necessario che il "carrello bomba" possa raggiungere in modo rapido e sicuro la rulliera e muoversi in sicurezza nelle aree libere del locale BHS.



2.3.10 Elementi accessori

Guardrail

Come già descritto nel paragrafo 2.3.5, in corrispondenza delle curve dei due caroselli, è stato scelto di installare guardrail protettivi. In questo modo, i caroselli risultano protetti da urti e strisciamenti accidentali dei carrelli, così come gli operatori di handling, che possono muoversi in sicurezza attorno ai caroselli stessi. Sui lati lunghi dei caroselli, invece, dove sono predisposte aree di accosto dei carrelli, non è prevista l'installazione di guardrail, come nella configurazione attuale.

Reti di sicurezza

Attorno ai nastri dell'impianto BHS, in particolare alle aree HBS e smistamento, sono previste reti di sicurezza. In questo modo, il personale non autorizzato non vi potrà accedere. Sono previste aperture nelle reti, così che siano garantiti accessi manutentivi; inoltre, sempre in caso di necessità manutentive, le reti sono smontabili, permettendo un corretto intervento sui nastri che lo richiedono.

Scavalchi

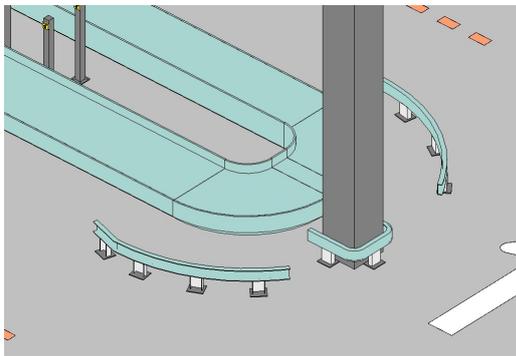
Affinché tutte le aree all'interno dell'impianto BHS siano raggiungibili, guardando sempre in ottica manutentiva, sono stati disposti scavalchi a cavallo di diversi nastri trasportatori, in particolare nell'area HBS a monte delle macchine Standard 3 e nella zona di controllo finale, dove gran parte degli spazi sono saturati dalla presenza delle linee dell'impianto.

Gli scavalchi previsti sono sia di tipo “raso nastro” che di tipo “in quota” ad un’altezza di almeno 800 mm al di sopra del piano di scorrimento dei nastri trasportatori. Entrambi i tipi possono essere realizzati con una scala tradizionale, o in alternativa con una scala “marinara”.

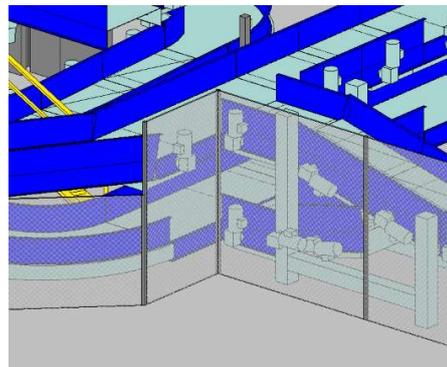
Mezzanini

Sempre in ottica manutentiva, si prevede l’installazione di un mezzanino in corrispondenza dei due ATR nell’area di smistamento descritta nel paragrafo 2.3.4. Il mezzanino in questione presenta l’area di calpestio ad un’altezza di 1.900 mm dal pavimento del locale BHS. Esso è accessibile per mezzo di due scale “marinare”.

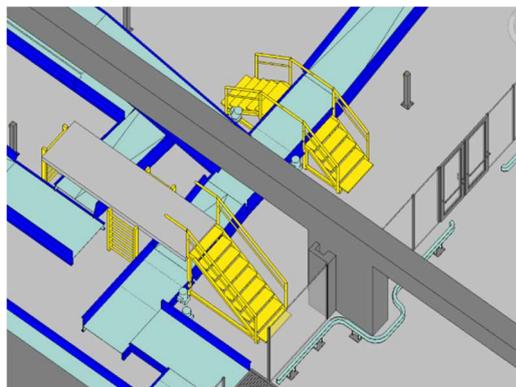
Di seguito sono illustrati gli elementi descritti sopra.



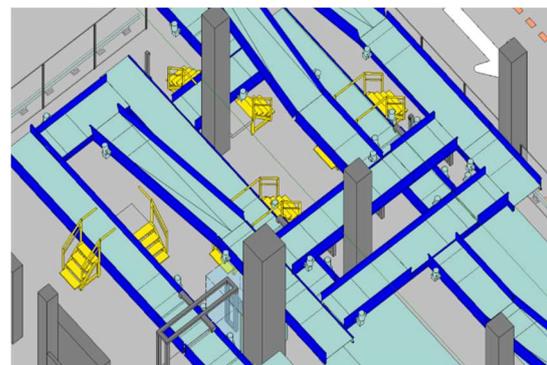
Guardrail protettivi



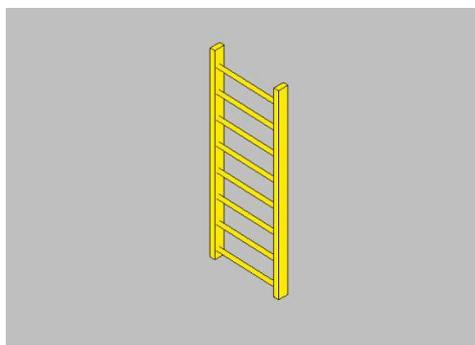
Reti di sicurezza



Scavalco “in quota”



Scavalchi nella zona HBS

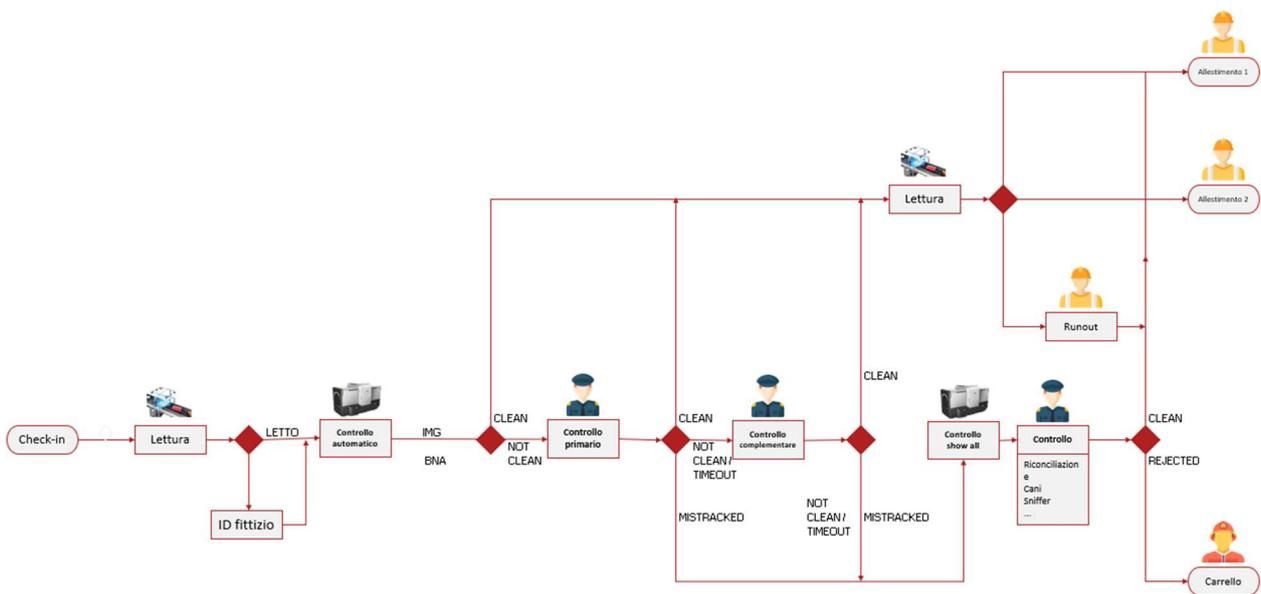


Scala “marinara”

2.4 Logica di funzionamento generale

Il principio di funzionamento del sistema HBS riprende le principali procedure già sperimentate e consolidate presso i maggiori aeroporti europei che operano in conformità con la normativa ECAC Standard3.

Lo schema di flusso seguente riporta il processo di analisi previsto nel caso studiato. Nello specifico, per ogni linea di controllo (tre in totale) si prevede una configurazione con EDS Standard 3 per il controllo automatico, operatore per il controllo primario e differente operatore per il controllo complementare. I bagagli ancora sospetti saranno trattati da un ulteriore macchina di controllo e, se ancora sospetti, da un operatore di riconciliazione e/o carrello bomba.



2.5 Control room security

Per il nuovo BHS proposto, è necessario riposizionare la control room security. Prima di definire una posizione idonea, però, è bene prendere in considerazione il numero di operatori che saranno richiesti sull'orizzonte temporale proiettato al 2040.

In primis, bisogna considerare quante immagini possono essere esaminate da ogni operatore nell'arco di un'ora. Ragionevolmente, si può ipotizzare che un operatore correttamente formato e di buona esperienza sia in grado di verificare mediamente un'immagine ogni 20 secondi, ovvero 180 immagini all'ora.

In base alle normative sulla igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro è opportuno inoltre prevedere per ogni operatore uno spazio non inferiore a 8 m².

Di seguito sono riassunti i dati di input alla base del calcolo del personale necessario.

Capacità di analisi immagini per operatore:	$120 \frac{img}{h}$
Immagini al controllo primario:	30% dei bagagli analizzati
Immagini al controllo complementare:	2 % dei bagagli analizzati
Immagini al controllo finale:	$\approx 1\%$ dei bagagli analizzati + BNA (1%) + Mistracked (1%)
Area per il singolo operatore:	8 m ²

Una volta definiti i parametri, è possibile calcolare il numero di operatori richiesto per ogni fase di controllo, sulla base dei flussi previsti al 2040. Nello specifico è stato diviso il numero di immagini in base alle percentuali relative ad ogni fase di controllo ed infine si è definito il numero di operatori per ogni fase dividendo il numero di immagini precedentemente calcolato per la capacità di analisi del singolo operatore. Poiché la control room e la sala di riconciliazione per il controllo finale sono due ambienti differenti, per questo calcolo si considerano solamente i numeri relativi a controllo primario e controllo complementare. Bisognerà, tuttavia, tenere presente anche il numero di operatori richiesti al controllo finale con lo scopo di disporre di un numero complessivo di operatori adeguato. I risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

Anno	Bagagli/ora*	$\frac{img}{h}$ CP	$\frac{img}{h}$ CC	$\frac{img}{h}$ CF
2020	1542	463	24	39
2025	1781	535	27	45
2030	2021	607	31	51
2040	2500	750	38	63

*si considerano equivalenti $\frac{img}{h}$ e $\frac{bag}{h}$

Anno	Cap. Operatore	Op. CP	Op. CC	Op. CF
2020	180 $\frac{img}{h}$	3	1	1
2025	180 $\frac{img}{h}$	3	1	1
2030	180 $\frac{img}{h}$	4	1	1
2040	180 $\frac{img}{h}$	5	1	1

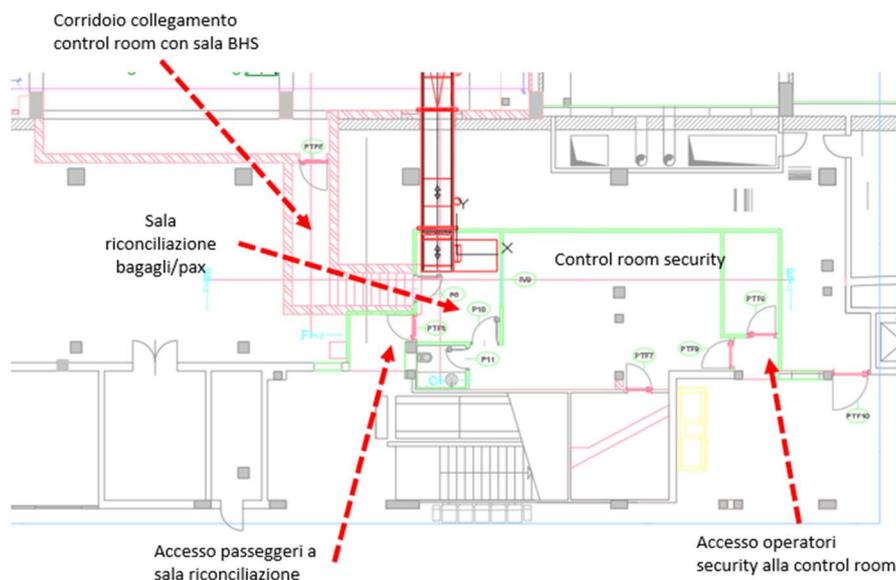
Il numero di operatori (CP + CC) è stato moltiplicato per la superficie prevista per il singolo lavoratore, ottenendo i valori elencati di seguito.

Anno	Numero Operatori	Superficie control room
2020	3	24 m ²
2025	3	24 m ²
2030	4	32 m ²
2040	5	40 m ²

In riferimento alle considerazioni precedenti, la dimensione minima da garantire alla control room è di 40 m².

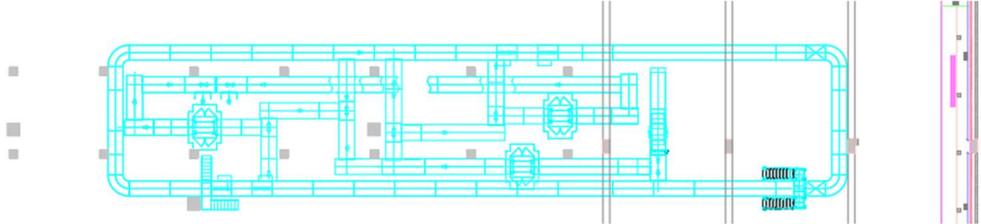
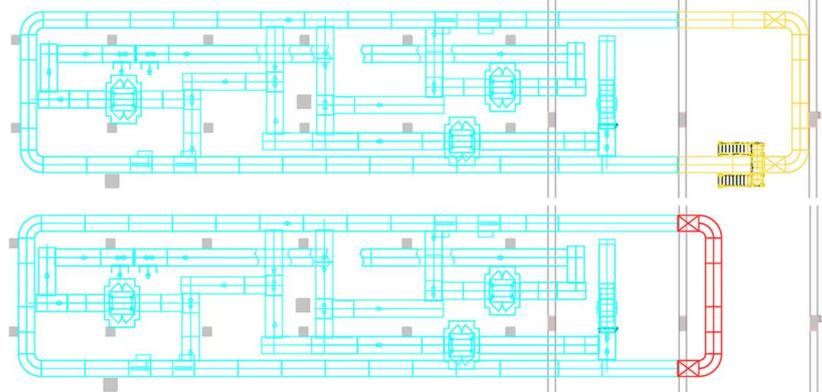
Come già descritto nel capitolo 3.3.3 a proposito del controllo finale, la nuova control room si trova in posizione strategica, in quanto consente di raggiungere facilmente sia la sala di riconciliazione che, in generale, il BHS. Inoltre, l'area individuata risulta adeguata alle dimensioni richieste per il 2040 e può essere considerata definitiva, avendo un'area utile pari a circa 45 m². Le postazioni di lavoro degli operatori potranno essere aumentate al crescere del traffico, secondo il reale fabbisogno, cominciando da un minimo di 3.

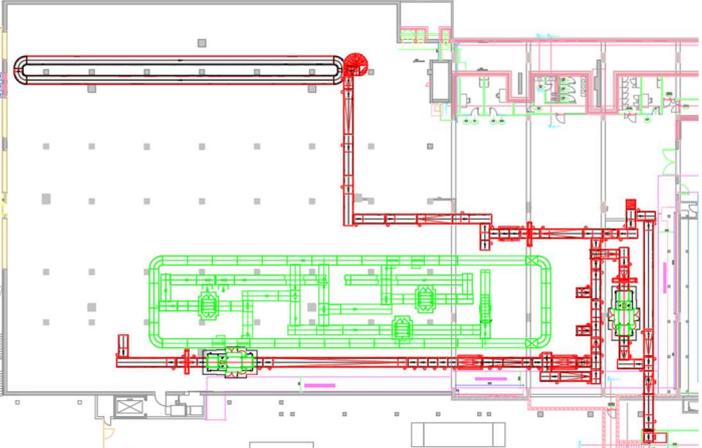
Nella figura seguente è rappresentata l'effettiva posizione della control room, già realizzata, con i relativi varchi di accesso e il corridoio di collegamento con l'area BHS.

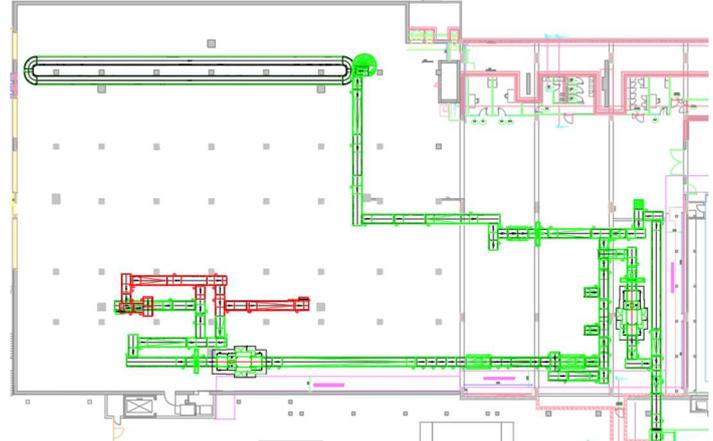
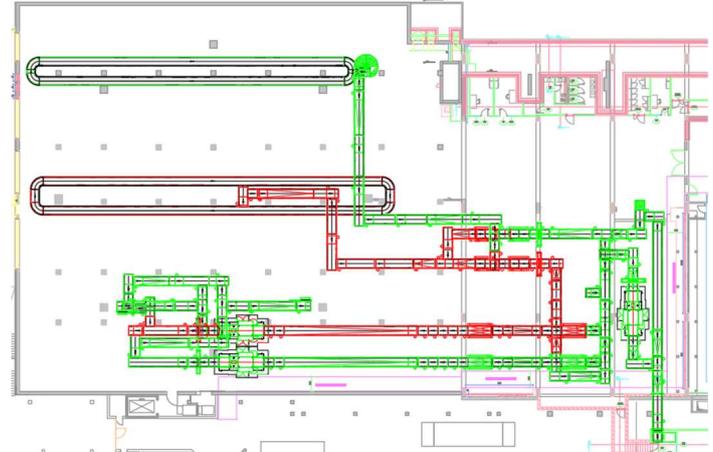


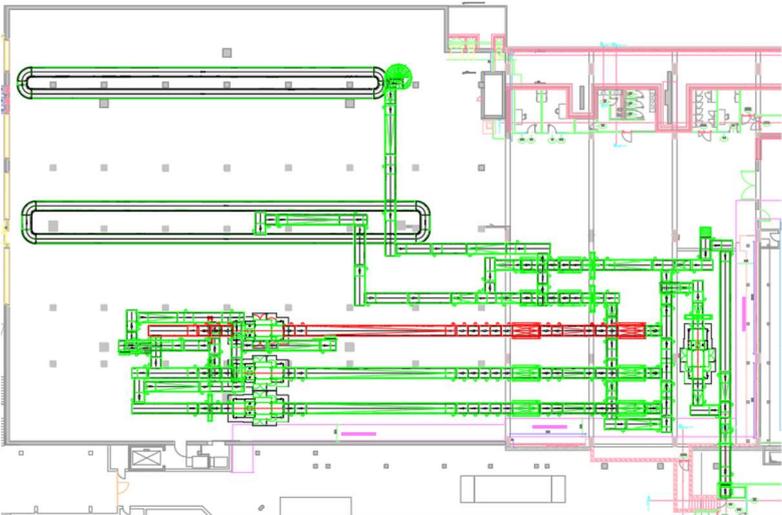
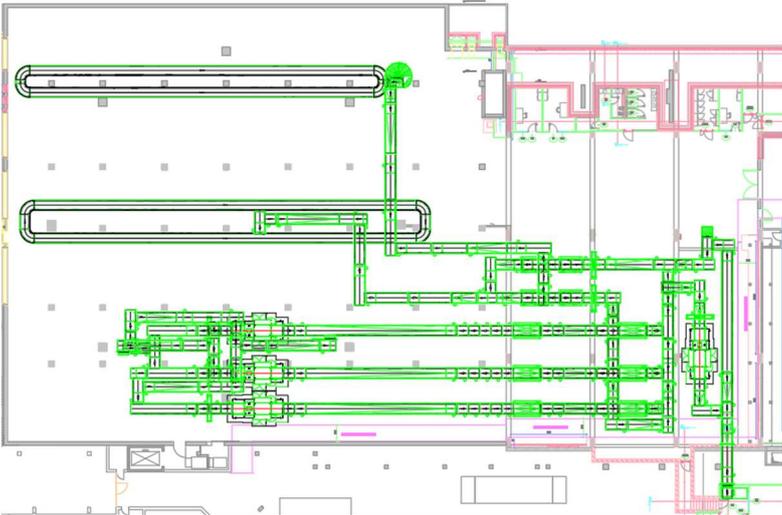
2.6 Fasi di installazione

In questo capitolo sono rappresentate graficamente le fasi di installazione del nuovo BHS. La descrizione ha lo scopo di evidenziare che, nella fase transitoria, il vecchio sistema rimarrà operativo, riducendo al minimo i periodi di indisponibilità del BHS. Le fasi descritte sono da considerarsi indicative delle prestazioni minime funzionali che devono essere garantite durante l'installazione. Sarà onere del fornitore dell'impianto BHS mettere a punto e farsi approvare una sequenza di installazione che massimizzi la disponibilità del sistema in ogni momento.

Fase	Descrizione
0	 <ul style="list-style-type: none"> • Stato di fatto del sistema
1	 <ul style="list-style-type: none"> • Accorciamento di 6 metri del carosello esistente, da effettuarsi in 20 ore consecutive con predisposizione di presidio speciale (handlers) per la movimentazione manuale dei bagagli durante il periodo di fermo del carosello.

2	
	<ul style="list-style-type: none"> • Installazione EDS1 con relativa linea di controllo primario e complementare • Installazione linea di controllo finale fino alla stanza di riconciliazione • Installazione dello smistamento fino al carosello 2 • Test “off line” delle nuove linee installate con verifica delle interfacce con la macchina standard 3 e di tutte le funzionalità della parte HBS • Handling svolto su impianto esistente lungo il lato libero del carosello
3	
	<ul style="list-style-type: none"> • Collegamento prima isola check-in alla linea installata in fase 2 • Test di impianto completo fino a nuovo carosello 2

4	
	<ul style="list-style-type: none"> • Messa in servizio operativa della nuova linea • Smontaggio vecchio BHS
5	
	<ul style="list-style-type: none"> • Collegamento seconda isola check-in alla linea installata in fase 2 e relativa messa in servizio
6	
	<ul style="list-style-type: none"> • Installazione EDS2, della relativa linea fino al secondo carosello e relativa messa in servizio

7	
	<ul style="list-style-type: none"> • Installazione EDS3 e relativa linea • Realizzazione della segnaletica orizzontale (a carico di altro appalto)
8	
	<ul style="list-style-type: none"> • Completamento dell'impianto e messa in servizio finale con collaudo

2.7 Prescrizioni generali

Il sistema "meccatronico" per lo smistamento bagagli (BHS - Baggage Handling System), viene considerato a tutti gli effetti una "Macchina" pertanto è soggetto alla Direttiva della comunità Europea 2006/42/CE denominata "Direttiva Macchine" del 17 maggio 2006, recepita ed attuata in Italia mediante il D.Lgs. n. 17 del 27 gennaio 2010.

L'Appaltatore deve attenersi a tutte le prescrizioni e gli obblighi indicati nella direttiva 2006/42/CE versione 2.1 del luglio 2017 e successive s.m.i. e produrre tutte le documentazioni e certificazioni obbligatorie richieste.

La direttiva individua come:

Macchine:

- l'insieme equipaggiato o destinato ad essere equipaggiato di un sistema di azionamento diverso dalla forza umana o animale diretta, composto di parti o di componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidamente per un'applicazione ben determinata;
- l'insieme di cui al p.to precedente, al quale mancano solamente elementi di collegamento al sito di impiego o di allacciamento alle fonti di energia e di movimento;
- l'insieme di cui ai 2 p.ti precedenti, pronto per essere installato e che può funzionare solo dopo essere stato montato su un mezzo di trasporto o installato in un edificio o in una costruzione;
- l'insiemi di macchine, di cui ai 3 p.ti precedenti, o di quasi-macchine, che per raggiungere uno stesso risultato sono disposti e comandati in modo da avere un funzionamento solidale;
- l'insieme di parti o di componenti, di cui almeno uno mobile, collegati tra loro solidamente e destinati al sollevamento di pesi e la cui unica fonte di energia è la forza umana diretta.

Quasi-macchine: gli insiemi che costituiscono quasi una macchina, ma che, da soli, non sono in grado di garantire un'applicazione ben determinata - ad esempio un sistema di azionamento - unicamente destinati ad essere incorporati o assemblati ad altre macchine o ad altre quasi-macchine o apparecchi per costituire una macchina.

La direttiva definisce i requisiti essenziali in materia di sicurezza e di salute pubblica ai quali devono rispondere le macchine in occasione della loro progettazione, fabbricazione e del loro funzionamento prima della loro immissione sul mercato. La direttiva differenzia le macchine in due grandi macro gruppi:

- macchine che devono essere certificate da enti terzi;
- macchine che possono essere autocertificate dal produttore.

Per le macchine comprese nell'allegato IV (macchine pericolose) della direttiva stessa la conformità ai suddetti requisiti è stabilita nel corso di procedure di valutazione eseguite da appositi enti (organismi notificati)

Per tutte le altre è sufficiente redigere e conservare un fascicolo tecnico in accordo con quanto riportato nell'allegato VII della direttiva stessa.

In questo caso si parla di Fascicolo Tecnico della Costruzione per le macchine e di Documentazione Tecnica Pertinente per le quasi-macchine.

Tutte le macchine immesse sul mercato, devono riportare su di esse la marcatura CE e devono essere accompagnate da appropriata documentazione. I prodotti non rispondenti ai requisiti della direttiva non possono accedere al mercato comune europeo e quindi nemmeno a quello italiano che ne fa parte.

2.7.1 Obblighi dell'Appaltatore / Costruttore

La Macchina prima di essere immessa sul mercato deve essere predisposta la seguente documentazione:

- il Fascicolo Tecnico della Costruzione (FTC) sia disponibile (Allegato VII). Tale fascicolo deve dimostrare che la macchina è conforme ai requisiti stabiliti dalla direttiva macchine. Esso deve riguardare la progettazione, la fabbricazione e il funzionamento della macchina nella misura necessaria ai fini della valutazione della conformità. Per le quasi-macchine si parla di Documentazione Tecnica Pertinente; le procedure di valutazione e di conformità siano applicate;
- Per le macchine la dichiarazione CE di conformità, mentre per le quasi-macchine la dichiarazione d'incorporazione: l'atto con cui il fabbricante dichiara, sotto la propria personale responsabilità, che il prodotto è conforme ai requisiti essenziali di sicurezza. La dichiarazione d'incorporazione contiene obbligatoriamente il preciso elenco dei requisiti essenziali di sicurezza (RES) ottemperati. Entrambe le dichiarazioni contengono l'indicazione esplicita della persona autorizzata a costituire la Documentazione Tecnica Pertinente o il Fascicolo Tecnico della Costruzione;
- il manuale d'uso e manutenzione: è parte integrante della macchina. Esso è il mezzo tramite il quale il fabbricante ed il progettista si rivolgono all'utilizzatore per illustrargli il funzionamento della macchina e le caratteristiche di integrazione uomo-macchina; esso è presente o tradotto nella lingua (o lingue) ufficiali del paese di commercializzazione;
- il marchio CE apposto nelle immediate vicinanze del nome del fabbricante: la marcatura CE dichiara che il produttore-distributore si assume la responsabilità del prodotto, permettendone la libera circolazione in Europa e l'identificazione dei prodotti non conformi.

Ogni macchina deve recare, in modo leggibile e indelebile, almeno le seguenti indicazioni:

- nome del fabbricante e suo indirizzo
- la marcatura CE
- designazione del modello/serie o del tipo
- eventualmente, numero di serie
- l'anno di costruzione

Sicurezza Funzionale la Direttiva Macchine e le relative norme armonizzate definiscono i requisiti essenziali di salute e sicurezza EHSR (Essential Health and Safety Requirements). L'EHSR stabilisce che i costruttori di macchine debbano applicare i seguenti principi:

- eliminare o ridurre nella misura maggiore possibile i fattori di pericolo, tenendo in considerazione gli aspetti relativi alla sicurezza durante le fasi di progettazione e costruzione della macchina;
- applicare tutte le misure di protezione necessarie contro i pericoli che non è possibile eliminare;
- informare gli utenti dei rischi ancora presenti nonostante l'adozione di tutte le misure di protezione realizzabili;

- specificando tutti i requisiti relativi all’addestramento del personale o all’utilizzo di dispositivi di protezione individuale.

I costruttori di macchine nell’applicazione del sistema di Sicurezza Funzionale in conformità con la Direttiva Macchine hanno la possibilità di scegliere fra due standard europei, sviluppati rispettivamente dall’ISO (Organizzazione Internazionale per la Standardizzazione) e dalla IEC (Commissione Elettrotecnica Internazionale). I due standard definiti sono le norme EN ISO 13849-1: 2008 (Sicurezza delle macchine – Parti del sistema di controllo correlate alla sicurezza – Principi generali di progettazione), e le norme EN 62061: 2005 (Sicurezza delle macchine – Sicurezza funzionale dei sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per applicazioni di sicurezza). Come già indicato i costruttori possono scegliere se e quale norma di sicurezza utilizzare (tra ISO 13849-1 o EN 62061). Tuttavia, per assicurare coerenza, si raccomanda di utilizzare la stessa norma dall’inizio alla fine. Le norme definiscono i requisiti di progettazione e realizzazione di parti rilevanti per la sicurezza dei sistemi di comando funzionale, il costruttore può scegliere la norma più adatta alla propria tecnologia costruttiva utilizzata in base alle indicazioni nella tabella sottostante.

Tecnologia	EN ISO 13849-1	EN 62061
Idraulica	Applicabile	Non applicabile
Pneumatica	Applicabile	Non applicabile
Meccanica	Applicabile	Non applicabile
Elettrica	Applicabile	Applicabile
Elettronica	Applicabile	Applicabile
Elettronica programmabile	Applicabile	Applicabile

I due sistemi forniscono risultati molto simili definiti in livelli PL (Performance Levels) e in livelli SIL (Safety Integrity Levels).

La norma EN ISO 13849-1 definisce il modo in cui viene determinato il PL (Performance Level) richiesto per un sistema di sicurezza e il modo in cui il PL ottenuto viene verificato. Il livello PL indica l’efficienza e l’affidabilità con cui un sistema di sicurezza è in grado di eseguire una funzione di sicurezza in condizioni prevedibili. Sono disponibili cinque livelli di prestazioni: a, b, c, d, e. Il valore PL “e” indica il livello più alto di affidabilità del sistema di sicurezza, mentre il valore PL “a” indica quello più basso.

La norma può essere applicata alle parti di sicurezza di controllori (SRP/CS) e a tutti i tipi di macchine, a prescindere dalla tecnologia e dall’energia utilizzate (elettrica, idraulica, pneumatica, meccanica ecc.).

La norma EN 62061 riguarda la progettazione dei sistemi elettrici di sicurezza è una norma specifica del settore macchine e si inserisce nel quadro della norma IEC 61508. La norma EN 62061 comprende indicazioni per la progettazione, l’integrazione e la convalida di sistemi elettrici, elettronici ed elettronici programmabili per applicazioni di sicurezza. Tale norma copre l’intera catena di sicurezza, ad esempio sensore – logica – attuatore. La norma specifica il modo in cui viene definito il livello SIL (Safety Integrity Level). Il livello SIL è

una rappresentazione del livello di integrità delle funzioni di sicurezza. Sono disponibili quattro livelli di integrità della sicurezza: 1, 2, 3 e 4. “SIL 4” corrisponde al livello più alto di integrità della sicurezza, mentre “SIL 1” corrisponde al livello più basso. Nelle macchine vengono generalmente utilizzati solo i livelli 1-3.

La norma non definisce requisiti sulle prestazioni degli elementi di comando non elettrici (ad es., idraulici, pneumatici o elettromeccanici) preposti alla sicurezza delle macchine.

Il costruttore dovrà produrre mediante l’analisi dei rischi della propria macchina la determinazione e valutazione degli elementi di rischio per la funzione di sicurezza e determinare il livello di sicurezza affidabile per eliminare o ridurre nella misura maggiore possibile i fattori di pericolo per le persone e gli operatori utilizzatori della macchina.

Si prescrive tuttavia che il livello di Sicurezza Funzionale non dovrà essere inferiore a seconda della norma applicata a PL (Performance Levels) “d” oppure a SIL (Safety Integrity Levels) “2”.

Di seguito a titolo di esempio tabelle ** per la determinazione del livello di sicurezza SIL e PL

Gli elementi di rischio (Se, Fr, Pr e Av) fungono da grandezza iniziale per entrambe le norme. La valutazione di questi elementi di rischio avviene in modo diverso. In base alla norma EN 62061 si determina il livello di integrità della sicurezza richiesto (SIL) mentre sulla base della EN ISO 13849-1 si calcola il Performance Level (PL).



Prendendo come esempio l'arresto di sicurezza di un mandrino rotante all'apertura di una calotta di protezione, lo scopo è ridurre il rischio applicando entrambe le norme.

Determinazione del SIL necessario (mediante assegnazione del SIL)

Fr	Probabilità che si produca l'evento pericoloso Pr		Possibilità di evitare il rischio Av	
	5	4	5	3
≤ 1 ora	5	4	5	3
Da > 1 ora a ≤ 1 giorno	5	4	5	3
Da > 1 giorno a ≤ 2 sett.	4	3	5	3
Da > 2 sett. a ≤ 1 anno	3	2	5	3
> 1 anno	2	1	5	3

Effetti	Entità del danno Se	Classe CI = Fr + Pr + Av				
		3-4	5-7	8-10	11-13	14-15
Morte, perdita di un occhio o di un braccio	4	SIL 2	SIL 2	SIL 2	SIL 3	SIL 3
Permanente, perdita delle dita	3	altre misure			SIL 2	SIL 3
Reversibile, cure mediche	2	altre misure			SIL 1	SIL 2
Reversibile, pronto soccorso	1	altre misure			SIL 1	SIL 1

Esempio

Pericolo	Se	Fr	Pr	Av	=	CI	Misure di sicurezza	Sicuro
Mandrino rotante	3	5	4	3	=	12	Sorveglianza calotta di protezione con SIL 2 richiesto	Sì, con SIL 2

Procedimento

- Determinazione dell'entità del danno Se: permanente, perdita delle dita, Se = 3
 - Determinazione dei punti per frequenza Fr, probabilità Pr e possibilità di evitare il rischio Av:
 - Permanenza nell'area a rischio: una volta al giorno, Fr = 5
 - Probabilità che si produca l'evento pericoloso: probabile, Pr = 4
 - Possibilità di evitare il rischio: possibile, Av = 3
 - Totale dei punti per Fr + Pr + Av = classe CI
CI = 5 + 4 + 3 = 12
 - Punto di intersezione tra riga per entità del danno Se e colonna CI = SIL richiesto
SIL 2
- Il SIL richiesto quindi è SIL 2**

** tabelle tratte da Manuale dell'Applicazione della Direttiva Europea sulle Macchine Siemens AG

Determinazione del PL necessario (tramite grafo di rischio)

La valutazione dei rischi viene eseguita in base agli stessi parametri di rischio:

Parametri di rischio

S = entità della lesione

- S1 = lesione leggera (normalmente reversibile)
- S2 = lesione grave (normalmente irreversibile), inclusa la morte

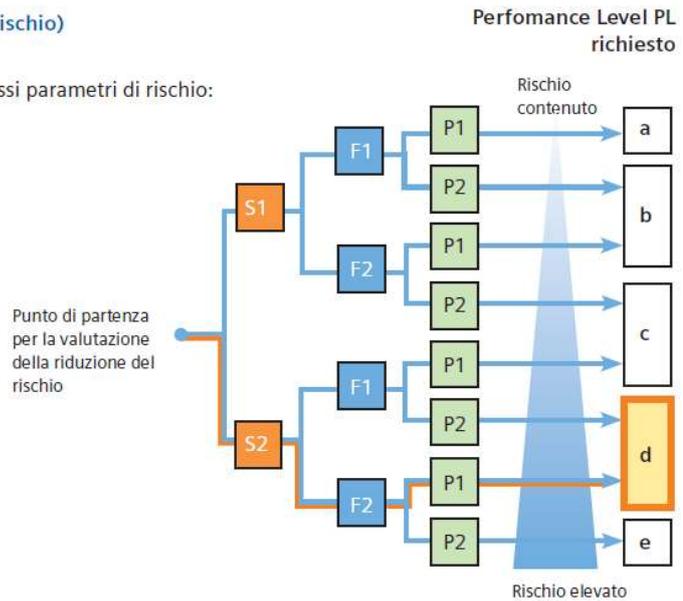
F = frequenza e/o durata dell'esposizione al pericolo

- F1 = da raro a frequente e/o il periodo di esposizione al rischio è breve
- F2 = da frequente a permanente e/o il periodo di esposizione al rischio è lungo

P = possibilità di evitare il pericolo o contenimento del danno

- P1 = possibile a determinate condizioni
- P2 = quasi impossibile

a, b, c, d, e = obiettivi del Performance Level di sicurezza



Procedimento	1. Determinazione dell'entità del danno :	S2 = lesione grave (normalmente irreversibile), inclusa la morte
	2. Definizione della frequenza e/o durata dell'esposizione al pericolo F	F2 = da frequente a permanente e/o il periodo di esposizione al rischio è lungo
	3. Definizione della possibilità di evitare il pericolo o contenimento del danno P:	P1 = possibile a determinate condizioni
Il Performance Level richiesto quindi è PL d.		

SIL e PL sono riproducibili tra loro	Livello di integrità della sicurezza SIL	Probabilità di guasto potenzialmente pericoloso all'ora (1/h)	Performance Level PL
	-	$\geq 10^{-5} \dots < 10^{-4}$	a
	SIL 1	$\geq 3 \times 10^{-6} \dots < 10^{-5}$	b
	SIL 1	$\geq 10^{-6} \dots < 3 \times 10^{-6}$	c
	SIL 2	$\geq 10^{-7} \dots < 10^{-6}$	d
	SIL 3	$\geq 10^{-8} \dots < 10^{-7}$	e

Al termine della valutazione il costruttore deve verificare la configurazione delle funzioni di sicurezza e determinazione dell'integrità della sicurezza e i requisiti di sicurezza specificati e procedere alla realizzazione del fascicolo tecnico della dichiarazione di conformità CE della macchina.

3 Relazione tecnica e specialistica impianto elettrico BHS

3.1 Premessa

La presente relazione tecnica del progetto definitivo ha lo scopo di stabilire ed evidenziare le prescrizioni e gli accorgimenti progettuali particolari attinenti le modalità e i criteri d'esecuzione dell'impiantistica elettrica e delle opere per l'esecuzione degli impianti elettrici di distribuzione e gli impianti a bordo macchina, asserviti al nuovo sistema "meccatronico" per lo smistamento bagagli dell'Aeroporto di Olbia "Costa Smeralda".

Le opere devono essere realizzate nel rispetto delle principali leggi che regolano la realizzazione degli impianti elettrici quali:

- DLgs 9/4/08 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/8/07 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.M. del 22 Gennaio 2008 n.37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a, della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;

Inoltre devono essere realizzate, in conformità alle leggi, norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli enti specifici (ENAC e ADG) e agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione (INAIL, ATS, Ulss, Spisal, ARPA, VVF ecc.)

Tutti gli elementi che compongono le opere saranno conformi alla descrizione generale, ai dati tecnici e alle specifiche, facenti parte della presente relazione specialistica e disciplinare tecnico, le descrizioni non devono essere intese come limitative ma come minime ed indicative ove le norme vigenti citate ed applicabili al contratto prevedano prestazioni, oneri o parti impiantistiche migliorative secondo la regola dell'arte dovranno comunque essere a carico della ditta aggiudicataria.

Laddove comparissero riferimenti espliciti o impliciti a soluzioni di uno specifico produttore, questi sono da intendersi come esempi della soluzione individuata e voluta e non precludono in alcun modo altri prodotti, purché con caratteristiche tecniche e funzionali paragonabili o migliori.

A tale scopo si vuole dare una pertinente indicazione delle modalità d'esecuzione degli impianti elettrici dedicati al BHS, al fine di rendere gli stessi sicuri sotto il profilo della sicurezza delle persone e delle cose. Inoltre saranno considerati gli aspetti prestazionali degli impianti, le indicazioni saranno finalizzate a rendere gli impianti con un elevato e standard prestazionale che terrà conto delle seguenti caratteristiche fondamentali:

- Flessibilità
- Modularità
- Affidabilità e semplicità d'esercizio
- Continuità d'esercizio
- Economicità dei costi d'esercizio e manutenzione
- Risparmio energetico con ottimizzazione dei componenti e delle prestazioni funzionali

Tali obiettivi saranno perseguiti in osservanza alle Leggi vigenti e in conformità dei prescritti tecnici normativi redatti dal C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano).

L'impresa assuntrice dovrà riferirsi alle prescrizioni contenute nella presente relazione di progetto, redatto seguendo le indicazioni e i riferimenti della norma C.E.I. 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici" espletando al meglio le indicazioni e gli obiettivi prefissi dal presente. La posizione e la consistenza degli impianti elettrici è stata evidenziata negli elaborati grafici di progetto, a tale fine sono stati redatti degli schemi funzionali unifilari, in grado di rappresentare nel modo più esaustivo possibile gli impianti, in oggetto. Negli elaborati di progetto redatti, sono evidenziate le seguenti informazioni inerenti agli impianti elettrici:

- Funzioni
- Posizioni
- Dati tecnico-dimensionali

Gli elaborati grafici di progetto sono da considerare parte integrante della presente relazione tecnica di progetto esecutivo che a loro fa riferimento.

Le variazioni agli elaborati grafici di progetto, se derivanti da circostanze non prevedibili all'atto della redazione, oppure dovute a mutate esigenze della committente in corso d'opera, saranno di seguito evidenziate dalla ditta esecutrice degli impianti, che a fine lavori comunicherà in modo chiaro e inequivocabile le variazioni, gli aggiornamenti e/o le correzioni riportate agli elaborati grafici di progetto, al fine di rendere gli elaborati finali conformi a quanto realizzato.

Di seguito si descrivono alcune definizioni e prescrizioni alle quali l'appaltatore dovrà attenersi per trasferire sul piano contrattuale e sul piano costruttivo le soluzioni tecnologiche e impiantistiche previste dal progetto esecutivo.

Si intende per impianto elettrico "insieme di componenti elettrici elettricamente associati al fine di soddisfare a scopi specifici ed aventi caratteristiche coordinate. Fanno parte dell'impianto elettrico tutti i componenti elettrici non alimentati tramite prese a spina; fanno parte dell'impianto elettrico anche gli apparecchi utilizzatori fissi alimentati tramite prese a spina destinate unicamente alla loro alimentazione".

Con la definizione di “bordo macchina” si intendono quegli impianti elettrici che partono dal quadro di comando e controllo di un “macchinario” e collegano tutti i diversi dispositivi quali: motori, sensori, attuatori e quanti altri che fanno funzionare la macchina stessa.

3.1.1 Norme e leggi tecniche di riferimento

Gli impianti elettrici devono essere realizzati a "regola d'arte", non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per le qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali. L'esecuzione degli impianti è stata concepita in osservanza alle norme vigenti. Si richiamano di seguito le principali norme o leggi che regolamentano la realizzazione di apparecchiature e di impianti elettrici:

Norme C.E.I.: (Comitato Elettrotecnico Italiano) per la definizione delle caratteristiche tecniche degli impianti previsti, oltre a quanto stabilito da norme di Legge non derogabili; le parti dove non diversamente specificato faranno riferimento alle Norme C.E.I. in vigore alla data d'esecuzione degli impianti, con particolare riferimento a:

- Norme C.E.I. EN 61936-1 (C.E.I. 99-2) che contemplano gli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata. Parte 1: Prescrizioni comuni.
- Norme C.E.I. EN 50522 (C.E.I. 99-3) che contemplano la messa a terra degli impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- Norme C.E.I. 64-8 che contemplano "Impianti elettrici utilizzatori" a tensione nominale inferiore a 1000V per corrente alternata a 1500V per corrente continua.
- Norme C.E.I. EN 61439-1-2-3 che contemplano "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT) Parte 1: Regole generali - Parte 2: Quadri di Potenza - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO).
- Norme C.E.I. EN 60204 che contemplano "Sicurezza del Macchinario – Equipaggiamento elettrico delle macchine Parte1: Regole generali.
- Norme C.E.I. 16-4 che contemplano "Norme per l'individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi, tramite colori"
- Norme C.E.I. 11-17 che contemplano gli impianti di produzione, trasporto e distribuzione d'energia elettrica, linee in cavo.
- Norme C.E.I. 70.1 che contemplano "Gradi di protezione degli involucri".
- Regolamento UE 305/2011 denominato (CPR) Regolamento Prodotti da Costruzione
- Direttiva della comunità Europea 2006/42/CE denominata “Direttiva Macchine”
- Direttiva della comunità Europea 2014/30/UE "Direttiva del Consiglio d'Europa sulla compatibilità elettromagnetica
- Legge del 1 marzo 1968, n. 186 - Esecuzione degli impianti a "regola d'arte".
- D.M. del 22 gennaio 2008 n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

- D.Lgs 9/4/08 n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/8/07 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro denominato "Testo Unico sulla sicurezza sul lavoro"
- D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 indicante il "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi"
- Norme, prescrizioni ecc.
- Norme sulla prevenzione incendio con particolare riferimento alle disposizioni del locale comando dei Vigili del Fuoco VV.FF.
- Prescrizioni dell'Ente fornitore dell'energia elettrica e-distribuzione
- Prescrizioni della competente ATS, ASL, ARPA e INAIL - ISPESL.
- Tabelle UNEL-UNI con riferimento alle caratteristiche dei materiali unificati.

3.2 Relazione tecnica impianti elettrici BHS

Le parti impiantistiche elettriche trattate nella presente relazione hanno origine dal Quadro Generale di Bassa Tensione denominato PDP posto nella zona BHS piano terra e terminano alla connessione dell'energia e del controllo di tutte le apparecchiature a "Bordo Macchina" facenti parte dell'impianti BHS stesso quali: motori, sensori e attuatori (pulsanti, spie ecc.) asserviti al sistema, inoltre saranno alimentate 3 macchine EDS Standard 3 facenti parte del sistema di controllo di sicurezza denominato HBS Hold Baggage Screening.

Per l'alimentazione del sistema BHS sono stati previsti 270kW complessivi, attualmente secondo lo studio eseguito, facendo fede all'odierno layout dell'impianto, escludendo i futuri / eventuali ampliamenti il consumo stimato necessario risulta essere 228kW. A tale potenza andrà aggiunta la potenza degli impianti check-in esistenti, stimati intorno ai 20kW.

Alimentazione Generale impianto BHS

Le linee di alimentazione ordinaria preferenziale e di continuità asservite all'impianto elettrico generale del BHS saranno predisposte da terzi e non sono oggetto del presente appalto. Le linee saranno sottese ai dispositivi di protezione predisposti nel Quadro elettrico esistente denominato QD1 nelle sezioni preferenziale e di continuità. L'appaltatore dovrà concordare con la D.L. le posizioni e le modalità di interconnessione e raccordo con le canalizzazioni previste e il nuovo Quadro elettrico PDP (Power Distribution Panel) mantenendo un grado di protezione IP55. I conduttori delle nuove linee si attesteranno a monte dei dispositivi di sezionamento e/o protezione predisposti nel PDP.

3.2.1 Dati di progetto

3.2.1.1 Classificazione degli ambienti

Il BHS si svilupperà di fatto all'interno della struttura dell'Aerostazione. L'Aerostazione è un luogo soggetto al controllo dei Vigili del Fuoco ed ai relativi procedimenti di prevenzione incendi secondo il D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 indicante il "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla

prevenzione incendi" l'attività è individuata al n. 78 categoria C, nella categoria C rientrano tutte le attività ad alto rischio e ad alta complessità tecnico gestionale. Pertanto in considerazione del tipo di attività e del contesto in cui la stessa risulta inserita ai fini della sicurezza, per la realizzazione degli impianti elettrici saranno applicate e osservate le norme tecniche CEI 64-8/7 sezione 751 dove sono trattate e indicate le prescrizioni particolari e gli accorgimenti progettuali da adottare per l'esecuzione degli impianti elettrici negli ambienti definiti come "Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio".

3.2.1.2 Dati del sistema di Distribuzione e Alimentazione

Il sistema di distribuzione dell'impianto elettrico oggetto dell'intervento è classificabile come un sistema TN-S. Il tutto come specificato nello schema generale a blocchi della distribuzione principale.

L'alimentazione del Quadro Generale PDP sarà derivata in bassa tensione a 400V 50Hz, dal quadro QPA della cabina di trasformazione esistente ubicato in un locale tecnico.

Ambiente di installazione

- Tipo di installazione	Interno
- Temperatura ambiente	max + 40 °C
- Umidità relativa massima	80 %
- Altitudine	6 mt s.l.m.

Temperature di progetto

Motori elettrici	40 °C
Quadri elettrici	40 °C
Cavi aerei	30 °C
Cavi interrati	20 °C
Altre apparecchiature e materiali	40 °C

Cadute di tensione ammesse

Caduta di tensione su circuiti primari	1.5-2% Vn
Caduta di tensione circuiti secondari	2-2,5% Vin
Massima caduta di tensione	4% Vn
Caduta di tensione avviamento motori	15% Vn

3.2.1.3 Sistema di Protezione

La protezione dalle sovracorrenti verrà realizzata attraverso l'utilizzazione di interruttori automatici magnetotermici. Nella scelta di tali dispositivi e delle condutture dovrà essere verificato che per ogni circuito risultino rispettate le seguenti relazioni:

$I_b < I_n < I_z$	protezione dal sovraccarico
$(I_2 dt) < K^2 S^2$	protezione dal cortocircuito
$P.l. > I_{cc}$	protezione dal cortocircuito
I_b	corrente d'impiego delle condutture
I_n	corrente nominale del dispositivo di protezione

Iz	portata del cavo
(I2dt)	energia specifica passante durante il corto circuito
K	coefficiente funzione dell'isolamento dei cavi
S	sezione del cavo in mmq
P.I.	potere di interruzione del dispositivo di protezione
Icc	corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione

La protezione contro i contatti diretti verrà garantita facendo in modo che tutte le parti attive siano adeguatamente isolate oppure protette mediante involucri o barriere aventi un grado di protezione minimo IPXXB; mentre i componenti installati su piani orizzontali superiori accessibili dovranno avere un grado di protezione non inferiore ad IPXXD. Tutti i coperchi, gli sportelli ed i ripari, dovranno essere asportabili solo mediante l'uso di chiavi od attrezzi qualora diano accesso ad un luogo con parti in tensione avente grado di protezione inferiore ad IPXXB.

Per la protezione contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche degli impianti che accidentalmente possono andare in tensione per difetti di isolamento in genere, devono essere protette nei confronti dei contatti indiretti mediante il collegamento EQP. La protezione deve essere attuata mediante impianto di terra al quale devono essere collegate tutte le masse dell'impianto con conduttore PE e tutte le masse estranee mediante conduttori equipotenziali principali. La protezione contro i contatti indiretti verrà garantita mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione collegando tutte le masse e le masse estranee all'impianto di terra dell'edificio attraverso conduttori di protezione (PE). Per la protezione contro i contatti indiretti devono essere adottate le misure riportate dalla Norma CEI 99-2 parte 1. Il sistema di protezione contro i contatti indiretti per il sistema di I categoria con distribuzione TN-S a interruzione automatica del circuito di alimentazione deve rispettare le prescrizioni della norma CEI 64-8/4; per cui l'impedenza dell'anello di guasto Z_s e la corrente di intervento della protezione nei tempi definiti (magnetotermica o differenziale) la devono rispettare la relazione:

$$Z_s \times I_a < U_0$$

dove U_0 è la tensione nominale in c.a. tra fase e terra, pari 230V.

Nella distribuzione secondaria si prevede inoltre di utilizzare interruttori con protezioni differenziali nei quadri elettrici secondari. In alcune parti di impianto è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante l'utilizzo di componenti elettrici di classe II come da norma CEI 64-8/4.

3.2.1.4 Descrizione dei carichi elettrici

I carichi elettrici principali a servizio del BHS sono costituiti da:

- Macchine Radiogene per controllo di sicurezza HBS (Hold Baggage Screening)
- Motori elettrici
- Apparecchiature elettriche ed elettroniche (PLC, fotocellule, encoder ecc.)
- Alimentatori elettronici

- Prese a spina monofase
- Apparecchiature elettroniche da ufficio (Computer, stampanti, Calcolatrici, ecc.)

3.2.2 Potenza assorbita

Il dimensionamento dell'impianto elettrico in oggetto è stato eseguito applicando i criteri della buona tecnica nel rispetto delle Norme CEI, avendo come base di partenza la potenza assorbita dai vari utilizzatori presenti nell'impianto BHS. In particolare, per quanto riguarda il dimensionamento delle condutture e degli interruttori, si è tenuto conto della potenza di progetto calcolata nel seguente modo:

determinazione della potenza media P_m assorbita dal singolo utilizzatore nelle condizioni di normale esercizio in funzione della potenza nominale di targa:

$$P_m = P_n \times K_u$$

dove:

P_m	=	potenza media
P_n	=	potenza nominale
K_u	=	coefficiente di utilizzazione

Il coefficiente di utilizzazione è il rapporto tra la potenza mediamente assorbita e la sua potenza nominale; i valori più usati nelle applicazioni pratiche sono riportati nella tabella seguente.

Tipo di utilizzatore	K_u
Lampade	1,00
Motori da 0,5 a 2 kW	0,70
Motori da 2 a 10 kW	0,75
Motori oltre i 10 kW	0,80
Macchine speciali	1,00
Forni a resistenza	1,00
Raddrizzatori	1,00
Pompe	1,00
Ventilatori	1,00

- Determinazione della potenza di calcolo P_d assorbita dal singolo utilizzatore in funzione delle condizioni di normale esercizio e della contemporaneità di funzionamento con gli altri utilizzatori installati:

$$P_d = P_m \times K_c$$

dove:

Pd = potenza di calcolo
 Pm = potenza media
 Ku = coefficiente di contemporaneità

Il coefficiente di contemporaneità è stato valutato in considerazione delle caratteristiche dell'impianto, applicando criteri stabiliti in base ai dati ricavati dall'esperienza. Si è fatto inoltre riferimento a tabelle che forniscono valori indicativi, quali ad esempio la seguente.

Tipo di utilizzazione	Numero	Kc
Macchine speciali	fino a 2	1,00
Motori da 0,5 a 2 kW	fino a 10	0,60
	fino a 20	0,50
	fino a 50	0,40
Motori da 2,5 a 10 kW	fino a 10	0,70
	fino a 50	0,45
Motori da 10 a 30 kW	fino a 5	0,80
	fino a 10	0,65
	fino a 50	0,50
Motori oltre 30 kW	fino a 2	0,90
	fino a 5	0,70
	fino a 10	0,60
Resistenze elettriche	fino a 10	0,40
Illuminazione	qualsiasi	1,00

- Determinazione della potenza totale di calcolo Pt assorbita dall'insieme degli utilizzatori installati:

$$P_t = \sum P_{d_x}$$

dove:

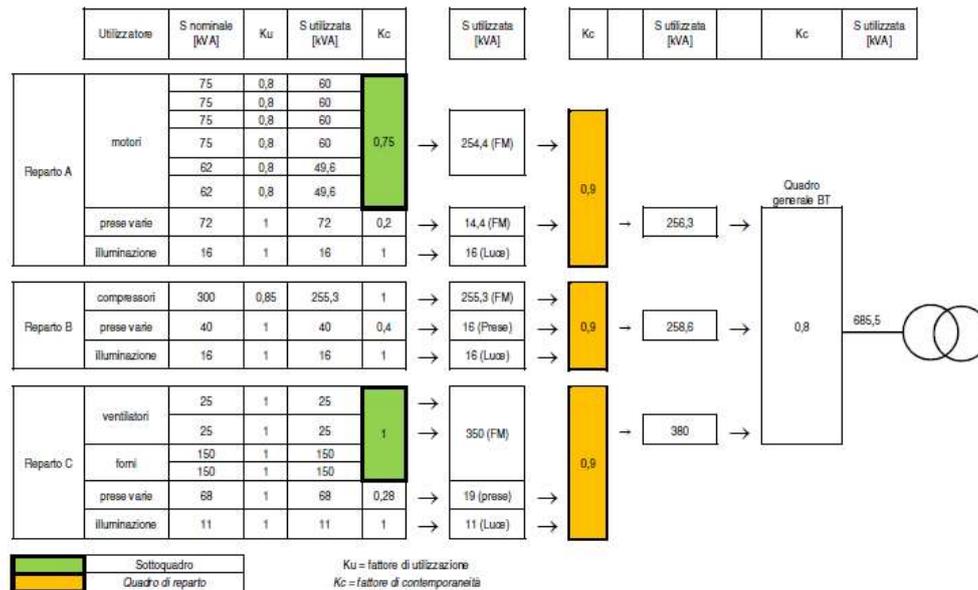
Pt = potenza totale di calcolo
 Pdx = potenza di calcolo del singolo utilizzatore

Di seguito esempio a titolo esemplificativo tratto dalle norme CEI 99-4



E.2 Esempio di stima della potenza di alimentazione in una piccola utenza industriale

Schema E.2



NOTA Per semplicità, i conteggi sono stati eseguiti ipotizzando un fattore di potenza pari a 1.

Dopo aver calcolato la potenza totale P_t si è determinata la sezione dei conduttori più idonea, in relazione alla potenza da trasportare e tenendo conto del fattore di potenza, della distanza da coprire e della caduta di tensione massima ammissibile.

Particolare attenzione è stata posta nella scelta dei dispositivi di manovra e protezione in funzione del tipo di impianto; il potere di interruzione degli interruttori automatici è almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

I calcoli dimensionali realizzati facenti parte integrante della presente relazione di progetto, sono stati realizzati con l'ausilio di un apposito software di calcolo delle reti elettriche BT ed MT denominato Ampère Professional rel. 2018 prodotto dalla società ELECTRO GRAPHICS; il software calcola di reti elettriche BT ed MT, secondo le norme CEI 64-8, 11-17, 11-25, 17-1 e norme internazionali IEC 60364, 60909, 62271-100.

3.3 Prescrizioni impiantistiche generali

Le seguenti indicazioni descrivono i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche elettriche e le misure di protezione da adottare.

3.3.1 Protezione contro i contatti diretti

Le Norme C.E.I. 64-8 prevedono varie misure di protezione contro i contatti diretti, dette misure possono essere totali o parziali atte a proteggere le persone contro i pericoli derivanti da contatti con parti attive.

3.3.1.1 Protezione totale

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate
- l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione

Protezione mediante involucri o barriere:

- gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IP2X (inteso nel senso che il dito di prova non possa toccare parti in tensione) e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X (inteso nel senso che un filo di prova diritto, rigido, non possa toccare parti in tensione).

Nel caso sia necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera occorre osservare le seguenti prescrizioni:

- a) uso di chiave o attrezzo isolato.
- b) interposizione di una seconda barriera che assicuri il grado di protezione IP2X.
- c) sezionamento delle parti attive.

3.3.1.2 Protezione parziale

Protezione mediante ostacoli.

Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.

Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale da parti attive
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

Protezione mediante allontanamento.

Parti (masse, ecc.) che si possono toccare simultaneamente, a tensione diversa, non devono essere a portata di mano.

3.3.1.3 Protezione addizionale

Gli interruttori differenziali con corrente differenziale I_d nominale uguale o inferiore a 30mA devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

3.3.2 Protezione contro i contatti indiretti nei sistemi di I° e II° categoria con propria cabina di trasformazione sistema TN

L'impianto in oggetto è identificato come sistema del tipo TN secondo la classificazione delle norme CEI 64-8/3 sezione 312. Il sistema TN ha un punto collegato direttamente a terra mentre le masse dell'impianto sono collegate a quel punto per mezzo del conduttore di protezione.

Più precisamente l'impianto appartiene al tipo TN-S la cui definizione è la seguente:

- T** collegamento diretto a terra di un punto del sistema (nel nostro caso il neutro);
- N** collegamento delle masse al punto del sistema elettrico collegato a terra;
- S** conduttori di neutro e protezione separati;

Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale per mezzo di apposito conduttore di protezione. Le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali. Il conduttore di protezione deve essere separato dal neutro.

Tutti gli apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti devono essere tali che se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito nella tabella di cui sotto, in funzione della tensione nominale U_0 oppure entro un tempo convenzionale non superiore a 5 sec.; se si usa un interruttore differenziale I_a è la corrente differenziale nominale I_{dn} .

U₀ è la tensione nominale in c.a. valore efficace

Tempi massimi di interruzione per sistemi TN tratti dalla tabella 41A norme CEI 64-8/4

Tab. 41A - Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

Sistema	$50\text{ V} < U_0 \leq 120\text{ V}$ s		$120\text{ V} < U_0 \leq 230\text{ V}$ s		$230\text{ V} < U_0 \leq 400\text{ V}$ s		$U_0 > 400\text{ V}$ s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	NOTA 3	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_0 è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1 Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI 8-6 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2 Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tab. 41A.

NOTA 3 L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4 Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente $5 I_{\Delta n}$).

Tali tempi si considerano da utilizzarsi per i circuiti terminali che alimentano apparecchiature mobili, portatili o trasportabili anche alimentati per mezzo di spina; perché si ritiene tali apparecchi più pericolosi in quanto più soggetti a guasti.

I tempi massimi di interruzione indicati nella tab. 41A si applicano ai circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale non superiore a 32A.

Tempi più di intervento delle protezioni diversi da quelli in tabella ma non superiori a 5 sec. sono ammessi per un circuito terminale che alimenti solo componenti elettrici fissi.

Il rispetto dei tempi di intervento indicati nella tabella, impone quindi che si disponga di un ottimo impianto di dispersione, con valori molto prossimi allo 0 *; in pratica per garantire una protezione sicura si deve obbligatoriamente proteggere i circuiti per mezzo di interruttori differenziali per le difficoltà che si hanno nell'ottenere valori molto bassi di Resistenza di terra.

3.3.3 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

Le norme C.E.I. 64-8 danno, nel capitolo 43 le prescrizioni riguardanti la protezione contro i sovraccarichi e di cortocircuiti delle condutture. Di seguito si elencano le principali:

In particolare prescrivono che siano osservate le seguenti condizioni nella scelta dei dispositivi di protezione.

Le protezioni dai sovraccarichi devono essere realizzate con interruttori automatici e/o differenziali, aventi caratteristiche rispondenti alle norme C.E.I. 17-5/23-3/23-18. La corrente convenzionale di funzionamento (I_f) non deve essere superiore a 1,45 volte la corrente nominale (I_n).

I dispositivi di protezione dei conduttori contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

I_B = corrente di impiego del circuito

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = portata del conduttore

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere un potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, e devono avere tempi d'intervento atti a non fare oltrepassare ai conduttori la temperatura massima ammessa.

I valori ammessi sono calcolati con la seguente formula:

$$(I^2t) \leq K^2 \cdot S^2$$

dove:

(I²t) = integrale di Joule lasciato passare dal dispositivo di protezione per la durata del corto circuito

K = coefficiente che varia con il variare del tipo del cavo è uguale a 115 per cavi in rame isolati in P.V.C. a 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale e butilica ed a 146 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione del conduttore

Il valore della corrente di corto circuito presunta, per le utenze servite a bassa tensione devono essere determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto, partendo dal valore I_{cc} nel punto di fornitura in prossimità del contatore. Questa determinazione è effettuata sia con calcoli sia con misure appropriate. In genere non si dispone dei dati inerenti al trasformatore ed alla linea di proprietà dell'ente distributore di energia, ed escludendo il caso di cabina ubicata a ridosso del punto di fornitura, è presunto un valore di I_{cc} minimo pari a 6000A per sistemi trifasi e pari a 4500A per i sistemi monofase. Il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve comunque soddisfare la condizione seguente:

$$I_n \geq I_B.$$

Prescrizione comuni:

La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

- 1) all'inizio della condotta
- 2) alla fine della condotta
- 3) in un punto qualsiasi della condotta

Per le condizioni 2-3 ci si deve accertare che non vi siano né derivazioni né prese a spina a monte della protezione e la conduttura risulti protetta contro i corto circuiti.

La protezione contro i corto circuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura.

Sono ammessi 3m. di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente le due condizioni seguenti:

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne.
- sia realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone.

E' possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

3.3.4 Messa a terra e collegamenti di protezione

L'impianto di messa a terra, destinato alla protezione delle persone contro i contatti indiretti, deve essere in ogni sua parte conforme alla norma 64-8 e CEI EN 50522. I materiali da utilizzare per la realizzazione dell'impianto di terra devono rispettare i requisiti tecnici richiesti dalle normative tecniche in materia.

L'impianto di terra verrà realizzato collegando le masse e masse estranee all'impianto di terra esistente della struttura mediante la realizzazione di appositi collettori.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali secondari faranno capo al quadro generale e/o nodo equipotenziale e saranno connessi a tutti i componenti elettrici in campo.

Tutte le masse e le masse estranee saranno collegate all'impianto di messa a terra con cavi di protezione di sezione nominale opportunamente dimensionata secondo le norme sopra citate.

La rete di collegamento tra i conduttori di protezione e la rete generale di terra dell'edificio verrà realizzata con conduttori in rame di sezione deducibile dalla seguente tabella.

SEZIONE MINIMA DEL CONDUTTORE DI TERRA	
La sezione del conduttore di terra deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione, con i minimi di seguito indicati:	
protetto contro la corrosione ma non meccanicamente	16mm ²
non protetto contro la corrosione	25mm ²

protetto meccanicamente	secondo norme CEI 64-8/5 art. 543.1
-------------------------	-------------------------------------

La sezione dei conduttori di protezione non sarà inferiore al valore ottenuto con la formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

con:

- Sp sezione del conduttore di protezione (mm²).
- I valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A).
- t tempo di intervento del dispositivo di protezione (s).
- K coefficiente, il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dall'isolamento e dalle temperature iniziali e finali.

I valori di K possono essere desunti dalle Tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8/5.

Saranno protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione, ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili di acqua, gas e altre tubazioni entranti nell'edificio, nonché tutte le masse metalliche accessibili, di notevole estensione, esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

3.3.4.1 Conduttore di protezione (PE)

Devono essere collegati all'impianto di terra, mediante conduttori di rame isolato, tutti i morsetti di terra degli utilizzatori di classe 1 e tutti i poli di terra delle prese. Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² se protetto meccanicamente
- 4 mm² se non protetto meccanicamente
- 6 mm² per il conduttore di protezione montante o principale

Tabella relativa al rapporto tra la sezione dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S (mm² in rame)	Sezione minima del conduttore di protezione Sp
--	---

<p>S fino a 16mm² oltre 16mm² e fino a 35mm² oltre 35mm²</p>	<p>Sp = S Sp = 16mm² Sp = S/2</p>
--	--

3.3.4.2 Conduttori equipotenziali principali (EQP)

La sezione minima del conduttore equipotenziale principale (EQP) deve essere non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata dell'impianto, con un minimo di 6 mm².

Non è richiesto, tuttavia, che la sezione superi i 25mm².

Sezione del maggiore dei conduttori di protezione	Sezione del conduttore di equipotenziale
Fino a 10 mm ²	6 mm ²
16 mm ²	10 mm ²
25 mm ²	16 mm ²
35 mm ² e oltre	25 mm ²

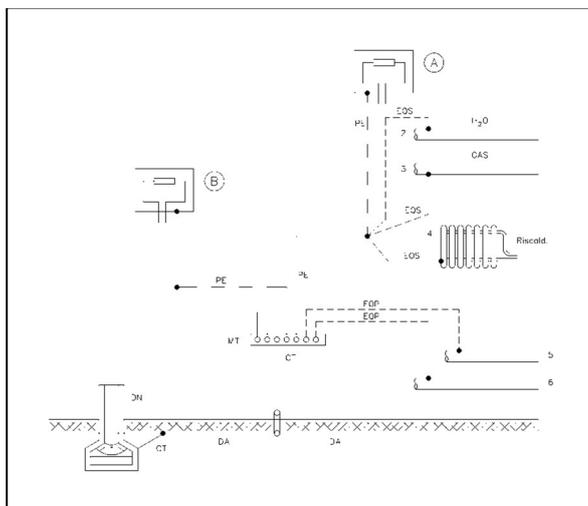
3.3.4.3 Conduttori equipotenziali supplementari (EQS)

- fra massa e massa, uguale alla sezione del conduttore di protezione minore fra massa e massa estranea sezione uguale alla metà dei conduttori di protezione
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a 2,5mm² se protetto meccanicamente e non inferiore a 4 mm² se non protetto meccanicamente.

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

Negli ambienti ordinari sono considerate masse estranee le parti metalliche che presentano verso terra una resistenza inferiore a 1000Ω negli ambienti particolari (es. locali ad uso medico) tale limite si abbassa a 200Ω.

Esempio di collegamento di un impianto di terra



Legenda

DA-	Dispersore (intenzionale)	DN-	Dispersore (di fatto)
CT-	Conduttore di terra	MT-	Collettore (o nodo) principale di terra
PE-	Conduttore di protezione	EQP-	Conduttori equipotenziali principali
EQS-	Conduttori equipotenziali supplementari	A-B-	Masse
2, 3, 4, 5, 6, Masse estranee			

3.4 Componenti elettrici principali

Di seguito sono indicati i criteri e le prescrizioni generali inerenti il dimensionamento, la scelta e l'identificazione dei componenti elettrici principali, in relazione ai parametri elettrici, alle condizioni ambientali e di utilizzazione. Nella scelta dei componenti si prescrive che, oltre a corrispondere alle Norme C.E.I., abbiano dimensioni unificate, secondo le tabelle UNEL-UNI in vigore e andranno scelti tra quelli riportanti il marchio:



Conformi alle prescrizioni richieste dalle direttive CEE con particolare riferimento alle direttive CEE 73/23 Direttiva Bassa Tensione e CEE 89/336 Direttiva Compatibilità Elettromagnetica. I marchi di Qualità IMQ o altri marchi di conformità alle norme dei paesi della Comunità Europea sono considerati complementari alla marcatura "CE" e non sostitutivi. I componenti, le apparecchiature e le descrizioni delle opere indicate sui disegni ma non menzionati nella relazione o viceversa, la cui fornitura o esecuzione sia implicita per il perfetto funzionamento dell'impianto o parte di esso, si devono ritenere inclusi come se fossero indicati sui disegni o specificati nella relazione.

3.4.1 Cavi – Conduttori UE 305/2011 (CPR)

Dal primo luglio 2017 il Regolamento Prodotti da Costruzione, Regolamento UE 305/2011 denominato (CPR), diventa operativo in merito alle disposizioni in materia di cavi elettrici. Con la pubblicazione della norma CEI 64-8 V4 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua”, che aggiorna la Norma CEI 64-8 alle disposizioni del Regolamento Prodotti da Costruzione UE 305/2011 (CPR). La Variante 4 riguarda infatti la scelta dei cavi elettrici destinati ad essere incorporati in modo permanente in opere di costruzione o in parti di esse, così come definito all’articolo 2, comma 3, del Regolamento citato. La Norma CEI 64-8;V4 è destinata a sostituire e/o integrare gli articoli 527.1 “Precauzioni da prendere all’interno di un ambiente chiuso”, 751.04.2.8 “Requisiti delle condutture per evitare la propagazione dell’incendio” e 751.04.3 “Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti di cui in 751.03.2” della Norma CEI 64-8:2012, con validità in parallelo fino al 31 dicembre 2017. I cavi installati in qualsiasi tipo di costruzione o opera di ingegneria, per il trasporto di energia o per trasmissione dati, dovranno obbligatoriamente rispondere ai requisiti essenziali di comportamento al fuoco per essere considerati sicuri.

La Commissione Europea ha classificato i cavi in 7 classi di reazione al fuoco: Aca; B1ca; B2ca; Cca; Dca; Eca; Fca.

tali classi sono identificate dai caratteri in pedice “ca” (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti, oltre ad ulteriori parametri quali:

- acidità (a) che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per le cose e varia da a1 a a2
- opacità dei fumi (s) varia da s1 a s3
- gocciolamento di particelle incandescenti (d) che possono propagare l’incendio varia da d0 a d2

Il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) riguarda tutti i prodotti destinati ad essere installati in maniera permanente in edifici e opere di ingegneria quali:

- abitazioni
- edifici industriali e commerciali
- uffici
- ospedali
- scuole
- metropolitane
- ecc.

La Commissione Europea ha riconosciuto l’importanza del comportamento al fuoco dei cavi elettrici. Ha inserito le seguenti caratteristiche considerate rilevanti ai fini della sicurezza delle costruzioni:

- reazione al fuoco dei cavi elettrici

- resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- rilascio di sostanze nocive

Pertanto, tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni (trasporto di energia o di trasmissione dati), di qualsiasi livello di tensione e con conduttori, metallici o fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione. Essendo i cavi elettrici e ottici installati in maniera fissa considerati prodotti da costruzione, devono seguire il Regolamento prodotti da costruzione, CPR, (UE 305/2011). In pratica la nuova norma prevede che la scelta del cavo da installare sia effettuata in funzione del livello di rischio dell'ambiente di installazione vedi tabella 1-2-3.

Marcatura CE

La marcatura deve essere apposta obbligatoriamente per tutti i cavi incorporati permanentemente in edifici e opere di ingegneria civile a qualsiasi livello di prestazione dichiarato. La marcatura deve essere riportata sul prodotto sull'etichetta, fissata su bobine, matasse o altri tipi di confezionamento in modo visibile e indelebile



Tabella 1 (*) di seguito sono riportate le nuove designazioni dei cavi elettrici conformi al regolamento (CPR) in funzione al livello di rischio e all'ambiente di impiego o posa inoltre sono indicate le designazioni dei cavi (non CPR):

LIVELLO DI RISCHIO	LUOGHI DI IMPIEGO	DESIGNAZIONE CAVI NON CPR	DESIGNAZIONE CAVI CPR
ALTO	 Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime, metropolitane in tutto o in parte sotterranee.  Gallerie stradali di lunghezza superiore a 500 m e ferroviarie superiori a 1000 m. 	FG100M2 - 0,6/1 kV FG100M1 - 0,6/1 kV	FG180M18 - 0,6/1 kV Afumex GOLD FG180M16 - 0,6/1 kV Afumex GOLD
MEDIO	<p>Strutture sanitarie che erogano prestazioni in regime di ricovero ospedaliero e/o residenziale a ciclo continuativo e/o diurno, case di riposo per anziani con oltre 25 posti letto; strutture sanitarie che erogano prestazioni di assistenza specialistica in regime ambulatoriale, ivi comprese quelle riabilitative, di diagnostica strumentale e di laboratorio.</p>  Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato.  Alberghi, pensioni, motel, villaggi albergo, residenze turistico-alberghiere, studentati, villaggi turistici, alloggi agrituristici, ostelli per la gioventù, rifugi alpini, bed & breakfast, dormitori, case per ferie, con oltre 25 posti-letto; strutture turistico-ricettive nell'aria aperta (campeggi, villaggi-turistici, ecc.) con capacità ricettiva superiore a 400 persone.  Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; asili nido con oltre 30 persone presenti.  Locali adibiti ad esposizione e/o vendita all'ingrosso o al dettaglio, fiere e quartieri fieristici. <p>Aziende ed uffici con oltre 300 persone presenti; biblioteche ed archivi, musei, gallerie, esposizioni e mostre. Edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio superiore a 24 m.</p>	FG70M1 - 0,6/1 kV Afumex 1000 N07G9-K 450/750 V Afumex 90 H07Z1-K type 2/FM9 450/750 V Afumex 750	FG160M16 - 0,6/1 kV Afumex PLUS 1000 FG17 - 450/750 V Afumex PLUS 90 H07Z1-K type 2 450/750 V Afumex PLUS 750
BASSO (posa a fascio)	 Altre attività: edifici destinati ad uso civile, con altezza antincendio inferiore a 24 m, sala d'attesa, bar, ristorante, studio medico. 	FG70R - 0,6/1 kV G-FLEX N07V-K SPEEDY FLAM	FG160R16 - 0,6/1 kV G16TOP FS17 - 450/750 V SPEEDY FLAM TOP
BASSO (posa singola)	<p>Altre attività: Installazioni non previste negli edifici di cui sopra e dove non esiste rischio di incendio e pericolo per persone e/o cose.</p>	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX

(*) tabella 1 tratta dalla documentazione Prysmian Group e associazione AICE

Tabella 2 (*) sono riportate le designazioni dei cavi CPR con le relative Euroclassi di appartenenza. Le Euroclassi garantiscono al cavo un livello di prestazionale superiore rispetto le precedenti norme, oltre a prevede il rispetto dei tre parametri addizionali: 1) acidità 2) opacità dei fumi 3) gocciolamento di particelle incandescenti

LIVELLO DI RISCHIO	DESIGNAZIONE CAVI CPR	EUROCLASSE
ALTO	FG180M18 - 0,6/1 kV Afumex GOLD FG180M16 - 0,6/1 kV Afumex GOLD	B _{2ca} - s1a, d1, a1
MEDIO	FG160M16 - 0,6/1 kV Afumex 1000 PLUS FG17 - 450/750 V Afumex 90 PLUS H07Z1-K type 2 - 450/750 V Afumex 750 PLUS	C _{ca} - s1b, d1, a1
BASSO (posa a fascio)	FG160R16 - 0,6/1 kV G16 TOP FS17 - 450/750 V SPEEDY FLAM TOP	C _{ca} - s3, d1, a3
BASSO (posa singola)	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX	E _{ca}

(*) tabella 2 tratta dalla documentazione Prysmian Group e associazione AICE

Tabella 3 (*) sono riportate le designazioni dei cavi non CPR in riferimento alle principali norme che definiscono il comportamento dei cavi alla non propagazione dell'incendio non più conformi dopo il 31 dicembre 2017:

LIVELLO DI RISCHIO	DESIGNAZIONE CAVI NON CPR	NORME DI RIFERIMENTO PER NON PROPAGAZIONE INCENDIO
ALTO	FG100M2 - 0,6/1 kV FG100M1 - 0,6/1 kV	CEI 20 - 22 III cat. C
MEDIO	FG70M1 - 0,6/1 kV Afumex 1000 N07G9-K - 450/750 V Afumex 90 H07Z1-K type 2/FM9 450/750 V Afumex 750	CEI 20 - 22 III cat. C CEI 20 - 22 II CEI 20 - 22 III cat. C
BASSO (posa a fascio)	FG70R - 0,6/1 kV G7 SETTE N07V-K SPEEDY FLAM	CEI 20 - 22 II
BASSO (posa singola)	H07RN-F FLEXTREME OZOFLEX	

(*) tabella 3 tratta dalla documentazione Prysmian Group e associazione AICE

Tutti i cavi o conduttori di nuova posa impiegati nella distribuzione elettrica devono essere conformi al Regolamento UE 305/2011 denominato (CPR), marchiati CE e rispondere alle norme C.E.I. e I.E.C. rispettivamente applicabili, devono essere dotati preferibilmente di marchio di qualità I.M.Q.,

Per le varie tipologie degli ambienti di posa i conduttori per i circuiti di energia dovranno avere le caratteristiche e la designazione (CPR) indicate nella tabella 1 sopra descritta in sintesi:

Livello di rischio Alto tipo: FG18OM18 e FG18OM16 0,6/1 kV classe di prestazione B2ca-s1a,d1,a1

Livello di rischio Medio tipo: FG16OM16 0,6/1 kV - FG17 450/750 V – H07Z1-K 450/750V kV classe di prestazione Cca-s1b,d1,a1

Livello di rischio Basso (posa in fascio): FG16OR16 0,6/1 – FS17 450/750V classe di prestazione Cca-s3,d1,a3

Livello di rischio Basso (posa singola): H07RN-F classe di prestazione Eca.

Si prescrive che la distribuzione circuitale di alimentazione di potenza dell'intero impianto BHS sia in via cautelativa e in favore della sicurezza, realizzata interamente mediante conduttori conformi al Regolamento UE 305/2011 denominato (CPR). Per quanto riguarda tutto il cablaggio di potenza del bordo macchina e dei relativi quadri pur non essendo prodotti da costruzione e quindi non soggette al regolamento CPR si prescrive comunque che le linee di potenza siano realizzate mediante conduttori conformi al Regolamento (CPR). Il luogo di impiego essendo una stazione aeroportuale viene considerato come un ambiente ad alto rischio pertanto i conduttori impiegati dovranno essere del tipo FG18OM16 0,6/1 kV classe di prestazione B2ca-s1a,d1,a1. Per la distribuzione dei circuiti di alimentazione delle motorizzazioni del BHS montate a bordo macchina saranno impiegati appositi conduttori del tipo piatto completi di tutti gli accessori di montaggio e connessione conformi al Regolamento CPR.

La tensione di esercizio verso terra tra le fasi deve risultare maggiore o uguale a 450V (U_o) e 750V (U_e) per i circuiti di potenza.

La resistenza di isolamento verso terra e fra le diverse fasi o polarità, deve risultare:

- a) $\geq 500 \text{ k}\Omega$ per circuiti con tensione $\leq 500\text{V}$ esclusi quelli a bassissima tensione
- b) $\geq 250 \text{ k}\Omega$ per circuiti a bassissima tensione di sicurezza SELV e PELV.

Il dimensionamento dei conduttori attivi deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza al corto circuito. La scelta delle sezioni dei circuiti, deve essere conseguente ad un corretto dimensionamento in relazione alle condizioni di funzionamento e di posa, in modo tale che, il numero dei conduttori affiancati nella canalizzazione consenta una riduzione della portata dei conduttori non superiore al 30 % della I_z nelle diverse condizioni di posa.

Le portate dei conduttori sono ricavate seguendo i prescritti della norme IEC 364-5-523 e dal corrispondente documento CENELEC R64.001 e dalle tabelle CEI-UNEL 35024/1/2.

La temperatura ambiente nelle condizioni di posa più usuali è considerata tenendo conto dei vari fattori di correzione nel modo seguente:

- | | | |
|---|----------------|------------|
| - | Posa in aria | 30 - 35 °C |
| - | Posa interrata | 20 - 25 °C |

Il fattore di potenza considerato per determinare le correnti nominali in relazione ai circuiti utilizzatori, in assenza di riferimenti precisi è riferito ai seguenti valori:

- Circuiti Illuminazione: $\cos\phi$ 0,9
- Circuiti Forza motrice: $\cos\phi$ 0,8

I limiti ammessi per la caduta di tensione, salvo casi particolari, in funzione dell'effettiva corrente di esercizio ed in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore deve risultare inferiore o uguale al 4 % rispetto alla V_n a monte (C.E.I. 64-8/5 art. 525).

I coefficienti di contemporaneità sono da considerare in relazione alla tipologia degli impianti, alla distribuzione principale o secondaria e agli utilizzatori singoli, i valori di seguito espressi sono valutati secondo criteri di riferimento generali:

- Illuminazione $0,7 \div 0,95$
- Prese a spina $0,2 \div 0,5$
- Utenze forza motrice $0,4 \div 0,8$
- Impianti tecnologici centralizzati $0,6 \div 0,8$
- Ventilazione riscaldamento e climatizzazione 1
- Ascensori e montacarichi $0,8 \div 1$.

In ogni caso le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

Conduttori attivi

1,5 mm² per circuiti luce

2,5 mm² per circuiti f.m.

Si normalizza la sezione minima di 1,5 mm² anche per i circuiti ausiliari di segnalamento e comando fatta eccezione per i circuiti citofonici,

telefonici o di sorveglianza e controllo.

Conduttore neutro

Stessa sezione del conduttore attivo fino alla sezione di 16 mm²

(linee tripolari + neutro) è ammesso il neutro di sezione ridotta ma comunque non inferiore a 16 mm² purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- il carico sia essenzialmente equilibrato e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario
- sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti

Identificazione dei conduttori

I cavi conduttori devono essere contrassegnati e identificati mediante codice alfanumerico o colore, al fine di rendere identificabile il servizio e/o la funzione. L'individuazione dei conduttori con simboli alfanumerici sarà eseguita seguendo il seguente codice:

Conduttore linea fase 1-2-3	=	L1-L2-L3
Conduttore linea neutro	=	N
Utenza conduttore fase 1-2-3	=	U-V-W
Utenza conduttore neutro 0	=	N
Conduttore di protezione	=	PE
Positivo C.C.	=	L+
Negativo C.C.	=	L-

L'individuazione dei conduttori con i colori sarà eseguita seguendo il seguente codice:

Il bicolore Giallo/Verde deve essere riservato ai conduttori di terra, conduttori di protezione e di equipotenzialità.

Il colore Blu deve essere riservato al conduttore di neutro.

I colori Nero, Marrone e Grigio devono essere riservati ai conduttori di fase. Per i conduttori facenti parte di cavi multipli le fasi devono essere identificate con simboli alfanumerici in corrispondenza delle morsettiere.

Il conduttore Giallo/Verde non deve essere mai utilizzato per il trasporto di energia ma esclusivamente come conduttore di protezione.

3.4.2 Canalizzazioni

3.4.2.1 Cavidotti

Le linee interrato esterne devono essere protette da appositi cavidotti in PVC o Polietilene aventi una resistenza minima alla compressione di 450 N e all'urto di 5 kg a -5°C , conformi alle prove secondo le norme CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-1 (CEI 23-54). Devono essere posati ad una profondità di almeno 0,5 m ed avere una protezione meccanica supplementare. I cavidotti rigidi sono consigliati per tratte brevi con molte derivazioni. I cavidotti flessibile corrugati, sono adatti per tratte lunghe in presenza di dislivelli o ampie curve. le giunzioni dei cavidotti devono essere realizzate a regola d'arte mediante appositi manicotti. I diametri dei cavidotti devono essere unificati vanno da 40 mm a 200mm. I pozzetti devono essere ubicati preferibilmente in punti di cambio di direzione o diramazione al fine di facilitare la posa dei conduttori e rendere l'impianto sfilabile e accessibile per eventuali riparazioni, o ampliamenti. I pozzetti devono avere dimensioni e disposizioni tali da permettere la posa dei conduttori rispettando il raggio di curvatura ammesso. I pozzetti possono essere in materiale isolante o in manufatti in cemento e devono essere dotati di chiusini del tipo carrabile quando sono ubicati in prossimità di strade o zone di transito di mezzi, nel caso si utilizzino pozzetti senza fondo si dovrà provvedere alla realizzazione di un adeguato drenaggio delle eventuali infiltrazioni d'acqua.

3.4.2.2 Tubi incassati corrugati flessibili

I tubi da installare prevalentemente incassati a pavimento, parete e soffitto devono essere in PVC flessibili auto estinguenti corrispondenti alle Norme CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) e CEI EN 50086-2-2 (CEI 23-55). I diametri unificati sono da 16-20-25-32-40-50-63 mm. Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10mm.

Devono avere proprie canalizzazione distinte, i servizi prese f.m., i circuiti luce, le linee telefoniche, le linee di trasmissione dati, le linee TV e le linee videocitofoniche o di sorveglianza/allarme.

L'utilizzo di tubazioni di diverso colore potrà facilitare l'individuazione delle linee elettriche e degli impianti ausiliari.

Negli impianti incassati entro pareti o nel pavimento si devono osservare le seguenti indicazioni:

- Lo spessore d'intonaco tra il tubo e la parete finita deve risultare maggiore o uguale a 4cm.
- Sulle pareti le tubazioni devono avere percorso orizzontale o verticale sono vietati i percorsi obliqui
- In deroga a quanto sopra sono ammessi unicamente percorsi obliqui solo in quei casi dove sia intuitivo il percorso dei tubi (esempio scatole o cassette molto vicine fra loro)
- Sulle pareti le scanalature orizzontali devono essere possibilmente previste solo su una faccia
- Non si devono effettuare scanalature orizzontali superiori al 60% della lunghezza della parete
- La distanza fra due scanalature non deve essere inferiore a 1,5m

- Non sono consentite giunzioni sulle tubazioni incassate
- I tubi posati a pavimento devono essere disposti il più possibile paralleli alle eventuali altre tubazioni (esempio idriche o del riscaldamento).
- Gli eventuali incroci fra i tubi dell'impianto elettrico e altre tubazioni devono essere realizzati con la massima cura e per evitarne lo schiacciamento devono essere immediatamente protetti.
- Per la posa del tubo fra due cassette in cascata non devono esserci più di due curve a 90 gradi ed in ogni caso l'angolo totale non deve essere maggiore di 270 gradi.

3.4.2.3 Tubi a vista

Negli ambienti ordinari i tubi da posare a vista, possono essere in PVC autoestinguente rigido del tipo pesante completi di tutti gli accessori (curve, raccordi rapidi di congiunzione, raccordi a T) rispondenti alle norme C.E.I. 23-8 e 23-14. Nei locali tecnologici, i tubi devono garantire un'adeguata protezione meccanica contro gli urti e devono avere grado di protezione adeguato al tipo di locale. Possono essere del tipo in PVC autoestinguente rigido serie pesante, provvisti di Marchio Italiani di Qualità, completi di tutti gli accessori (curve, raccordi a innesto rapido di giunzione e raccordi a T), rispondenti alle norme C.E.I. 23-8 e UNEL 37118/P oppure in acciaio zincati a caldo e liscati internamente. In tutti gli ambienti e tipologie di posa al fine di garantire il perfetto grado di protezione, l'unione tra i tubi deve essere eseguito con adeguati sistemi di giunzione; inoltre il supporto deve essere eseguito mediante appositi sistemi di staffaggio attestati a soffitto o parete con tasselli ad espansione. L'utilizzo di guaine spiralmate in PVC serie pesante o con anima metallica, è ammesso per una lunghezza inferiore o uguale 0,5 mt. Anche per le guaine è da rispettarsi la condizione di diametro interno minimo pari a 1,3 volte il diametro del fascio dei cavi in essi posati.

3.4.2.4 Canali e passerelle portacavi

Per canale si intende un involucro portacavi ventilato o non con coperchio, con caratteristiche costruttive conformi alle norme CEI 23-31 se in metallo e alle norme CEI 23-32 se in materiale isolante, il grado di protezioni dei canali deve essere \geq a IP2X, l'interno dei canali deve essere privo di spigoli o bordi taglienti in grado di danneggiare i conduttori. Le passerelle sono considerate come elementi continui di supporto dei cavi e sono generalmente perforate, non essendo regolamentate da alcuna norma tecnica di costruzione potrebbero presentare all'interno spigoli o bordi taglienti in grado di danneggiare i conduttori. Nei canali si possono posare conduttori con guaina e conduttori unipolari senza guaina, nelle passerelle non è ammesso posare cavi senza guaina. Se uno stesso canale/passerella è usato per circuiti di tensioni diverse deve essere dotato di setti separatori o tubi protettivi o in alternativa i cavi devono essere isolati per la tensione massima dei cavi di energia presenti. La sezione occupata dai conduttori di energia all'interno del canale/passerella non deve superare il 50 % della sezione interna del canale, per i cavi di segnale non esiste limite al coefficiente di riempimento.

Se il canale è posato ad una altezza superiore a 2,5 m e non sussistono pericoli di danneggiamenti meccanici può essere posato senza coperchio. ed è comunque ammessa la posa di conduttori senza guaina.

I canali e le passerelle per la distribuzione delle vie cavi devono avere le seguenti caratteristiche generali:

Passerelle in filo d'acciaio elettro-zincato (ISO 20.81 e 20.82) devono avere un bordo di sicurezza creato dalla nervatura e saldatura a "T" del filo longitudinale di testa su quelle trasversali devono essere complete di mensole e profilati ad aggancio rapido senza viti dove i fili delle passerelle non sporgono dalla base degli accessori devono inoltre rispondere alle norme EN 61537 sono da prevedere nei tratti verticali fino a m 2,5 dal piano di calpestio, appositi coperchi in nei tratti passa-parete e nei percorsi orizzontali.

Esecuzione in lamiera d'acciaio zincata a caldo tipo sendzimir, esecuzione smaltata mediante polveri epossipoliestere termoidurenti e autoestinguenti il colore standard è il blu elettrico.

Il coperchio di chiusura deve avere caratteristiche analoghe al canale e sistema di chiusura a scatto o incernierato.

Le giunzioni del canale devono essere eseguite a mezzo di appositi giunti continui fissati a mezzo di viti in acciaio trattato contro la corrosione.

Non sono da eseguirsi curve, derivazioni, o qualsiasi altro tipo di raccordo senza l'utilizzo degli appositi accessori.

Il fissaggio dei canali deve essere eseguito regola d'arte e garantire una adeguata tenuta alle portate e ai carichi gravanti, seguendo le indicazioni dei carichi ammessi forniti dal costruttore. I sistemi di fissaggio devono essere adeguati alle tipologie dell'ambiente di posa e devono essere realizzati utilizzando apposite staffe, mensole, profilati e sospensioni in acciaio zincato, fissate saldamente alle strutture a mezzo di idonei tasselli ad espansione o piastre per sospensioni a travi.

La continuità elettrica degli elementi base e dei coperchi e di tutti i componenti deve essere garantita sia nella versione zincata sia nella versione smaltata da appositi elementi di giunzione e/o piastrine in rame di sezione pari a 16 mm².

I canali nelle differenti tipologie di utilizzo possono essere in PVC autoestinguento complete di coperchi ed accessori e devono essere conformi alle norme CEI 23-32 in caso di utilizzo come "montante" e conformi alla norme CEI 23-19 nel caso di utilizzo come distribuzione a "battiscopa".

3.4.2.5 Scatole di distribuzione e Giunzioni

Nelle differenti tipologie di posa in esecuzione devono essere idonee al tipo d'impianto e di ambiente a cui sono destinate ed avere capienza largamente dimensionata per contenere le giunzioni. Devono essere isolate in PVC o in lega leggera con caratteristiche di autoestinguenza e elevata resistenza meccanica. Il grado di protezione IP deve essere non inferiore a IP 55 idoneo all'ambiente di posa.

Tutti gli ingressi dei cavi devono essere eseguiti con opportuni pressacavi con dado e controdado e devono adeguarsi al grado di protezione prescelto.

Le giunzioni devono essere eseguite con morsetti isolati in poliammide. Tutte le giunzioni devono essere realizzate all'interno delle scatole di derivazione e devono impedire, nelle condizioni prevedibili d'esercizio, lo sfilamento dei conduttori derivati. È ammesso utilizzare uniche scatole di derivazione per più circuiti,

purché dotate di separatori interni. Sui coperchi delle scatole deve essere posto in evidenza un segnale di avvertimento indicante la presenza di tensioni pericolose, il numero massimo di cavi attestabili e il volume delle giunzioni non deve essere superiore al 50% del volume interno della cassetta.

3.4.3 Quadri elettrici BT – Regole generali

I quadri elettrici di nuova realizzazione devono essere costruiti in conformità alle normative CEI EN 61439 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (Quadri BT):

- Norma CEI EN 61439-1 – “Regole generali”;
 - Norma CEI EN 61439-2 – “Quadri di potenza”;
 - Norma CEI EN 61439-3 – “Quadri utilizzati da persone comuni (DBO)”;
- Il costruttore del quadro è la persona o l’organizzazione che si assume la responsabilità del quadro finito ovvero chi riporta il proprio nome sulla targa del quadro.
 - Il costruttore originale è la persona o organizzazione che ha effettuato il progetto originale e le verifiche associate al quadro (o al sistema di quadri) in accordo con la norma applicabile. Il costruttore del quadro può coincidere con il costruttore originale oppure differire.
 - La costruzione meccanica del quadro si deve effettuare con materiali che resistono a sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche, all’umidità, alla corrosione, anche attraverso l’idoneo trattamento delle superfici.
 - Le misure di protezione, con il quadro installato, devono essere conformi alla norma impianti IEC 60364 e (CEI 64-8):
 - protezione principale (contro i contatti diretti);
 - protezione in caso di guasto (contro i contatti indiretti).
 - La tenuta al cortocircuito del quadro e può essere conseguita con:
 1. Quadro con un dispositivo di protezione contro il cortocircuito (DPCC) in entrata che limita la corrente in durata ed eventualmente in ampiezza.
 2. Quadro senza dispositivo di protezione contro il cortocircuito (DPCC). In questo caso ultimo caso il costruttore deve indicare le caratteristiche del dispositivo di protezione che deve essere installato a monte.
 - indicare le condizioni di cortocircuito nel punto di installazione

Di seguito definizioni e macro-famiglie dei quadri elettrici di BT la cui tensione nominale è contenuta al di sotto di 1000 V ac (1500 V dc); le modalità di suddivisione possono essere date dal livello di potenza del quadro stesso, e dalla specifica applicazione per la quale il quadro è stato concepito.

3.4.3.1 Quadri di distribuzione



I quadri di distribuzione rappresentano il livello di distribuzione e posso essere realizzati con involucro in materiale plastico o metallico. Sono generalmente equipaggiati con interruttori scatolati e apparecchi modulari, questa tipologia di quadro è interessata da correnti d'impiego meno importanti con conseguenti limitazioni alla tenuta al corto circuito. Solitamente sono installati in prossimità delle utenze, si possono realizzare con strutture a pavimento (in armadio) e a parete (in quadri), a seconda della quantità di interruttori installati e dalla potenza distribuita.

3.4.3.2 Quadri di Comando Motore (quadri MCP)

I quadri MCP sono per lo più equipaggiati con interruttori scatolati, interruttori di protezione motore, contattori e apparecchi di regolazione e controllo. Di struttura metallica robusta, questi quadri sono composti da armadi a pavimento divisi internamente in scomparti o cassette e presentano aree funzionali segregate. Diversamente al power center, ogni scomparto non contiene un solo interruttore o apparecchio, ma tutti i componenti di protezione, comando e segnalazione destinati al comando di ogni singolo motore. Correnti d'impiego e relative correnti di corto circuito sono più basse dei quadri principali, ma hanno comunque una notevole importanza nell'impianto di distribuzione; proprio per questo, esiste la versione di MCP realizzata con cassette estraibili per facilitare gli interventi di manutenzione e sostituzione delle apparecchiature nei quadri che comandano gli impianti industriali a ciclo continuo. Questa peculiarità garantisce rapidità d'intervento con massime garanzie di continuità di servizio



3.4.3.3 Quadri bordo macchina, Quadri d'automazione

Questi quadri contengono le apparecchiature di comando, controllo e protezione per impianti produttivi e/o macchine industriali. Possono essere installati sia sulla macchina che in prossimità della stessa. Sono abitualmente realizzati in materiale metallico e normalmente hanno forma ad armadio a pavimento, cassa o di console di comando; talvolta però per ottimizzare gli spazi sulle macchine vengono costruiti con forme diverse e posizionati in spazi liberi nel telaio macchina (bordo macchina). All'interno dei quadri sono montate sia apparecchiature di potenza, sia componenti elettronici (PLC, ecc...) divisi da schermi e segregazioni per evitare eventuali problemi di guasti elettrici e di gestione di diversi sistemi di alimentazione.



Targhe di identificazione

I quadri devono essere identificati con apposite targhe, poste anche dietro l'eventuale portella:

- nome o marchio del costruttore
- numero di identificazione
- data di costruzione
- Norma CEI EN 61439 di riferimento (es CEI EN 61439-2)
- tensione nominale
- corrente nominale quadro
- natura corrente e frequenza
- grado di protezione

3.4.3.4 Quadro per Automazione "Bordo Macchina"

Il quadro di automazione e/o bordo macchina è la parte dell'equipaggiamento elettrico che contiene tutte le apparecchiature di potenza (interruttori di manovra, contattori, interruttori automatici, azionamenti ecc.) e di controllo (relè, controllori programmabili PLC, alimentatori dispositivi di misura, regolazione ecc.) indispensabili al funzionamento della "macchina". Esternamente sulle porte frontali sono presenti normalmente vari organi di comando (pannelli operatori, selettori o pulsanti) di segnalazione (lampade spie) di controllo (strumenti di misure pannelli operatori ecc.) che sono normalmente utilizzati per le funzioni operative della macchina/impianto. In generale alla realizzazione dei quadri di automazione, comando e controllo devono essere realizzati rispettando le norme CEI EN 61439 e le norme CEI EN 60204 applicabile per le varie componentistiche delle apparecchiature. Il quadro bordo macchina deve garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature in esso installate nelle condizioni ambientali dove opera la macchina. A tale proposito la norma CEI EN 60204-1 fornisce precise indicazioni su ambiente circostante e condizioni di funzionamento relativamente ai seguenti parametri da considerare nella progettazione del quadro bordo macchina:

- compatibilità elettromagnetica;
- temperatura dell'aria ambiente;
- umidità;
- altitudine;
- contaminanti;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- vibrazioni e urti;

In caso di ambiente circostante e condizioni di funzionamento diverse da quelle specificate dalla norma, sarà necessario un accordo tra il costruttore del quadro e il committente definito utilizzando l'apposito Questionario per l'equipaggiamento delle macchine - allegato B della norma CEI EN 60204-1. Per gli involucri vuoti la Norma di riferimento è la CEI EN 62208, come forniti dal relativo costruttore, prima che l'utilizzatore incorpori gli apparecchi di protezione e di manovra. Specifica le definizioni, classificazioni, caratteristiche e

prescrizioni di prova di involucri destinati ad essere utilizzati come parti di assiemi di apparecchiature di manovra e protezione, in accordo con le norme della serie CEI EN 61439.

La Norma CEI EN 62208 classifica gli involucri secondo:

- il tipo di materiale (isolante, metallico o una combinazione di isolante e metallico);
- il metodo di fissaggio (a pavimento, a parete, a incasso o su palo);
- il sito di installazione (all'esterno, all'interno);
- il grado di protezione IP (secondo la Norma CEI EN 60529);
- la robustezza agli urti codice IK (secondo la Norma CEI EN 62262);
- la tensione nominale di isolamento (per involucri in materiali isolanti).

Grado di protezione

Un aspetto fondamentale da considerare nella realizzazione di un quadro è il grado di protezione fornito dall'involucro del quadro, grado di protezione che riguarda sia la protezione contro l'impatto meccanico IK (Norma CEI EN 50102) sia la protezione contro i contatti con parti in tensione e l'ingresso di corpi solidi o liquidi IP (Norma CEI EN 60529). Indicazioni riguardo le caratteristiche che deve soddisfare l'equipaggiamento elettrico della macchina in funzione dell'ambiente di installazione sono espresse dalla norma CEI EN 60204 al paragrafo 4.4 Ambiente circostante e condizioni di funzionamento e successivi capoversi. Inoltre al paragrafo 11.3 chiede che il grado di protezione contro l'ingresso di oggetti estranei solidi e di liquidi del contenitore utilizzato per il quadro bordo macchina deve essere adeguato alle influenze esterne in cui opera la macchina e deve essere sufficiente contro la polvere, i liquidi refrigeranti, i trucioli e i danni meccanici. In aggiunta la Norma CEI EN 60204 rimanda alla IEC 60529 per le protezioni contro la penetrazione di acqua e richiede l'utilizzo di misure di protezioni supplementari in presenza di liquidi diversi dall'acqua. La nuova edizione della norma CEI EN 60529 tab.3 prevede anche il 9 come seconda cifra caratteristica che rappresenta la protezione contro i getti d'acqua ad alta pressione e a temperatura elevata. La norma stessa precisa che la designazione e marchiatura singola IPX9 è ritenuto impiego di tipo semplice e quindi non può essere utilizzata anche per l'immersione (7) se non previa doppia marcatura IPX7/IPX9. Sulla base dell'attuale produzione industriale degli involucri di automazione e delle loro caratteristiche, si prescrive che i quadri posati all'interno di edifici devono avere un grado di protezione non inferiore a IP54 e IP55.

Accessibilità e protezione contro i contatti diretti

I quadri bordo macchina possono trovarsi ad operare in condizioni ambientali particolarmente gravose; in aggiunta a questo, le apparecchiature installate all'interno dei quadri e la specifica funzione di comando e controllo possono richiedere interventi di regolazione, manutenzione e ricerca guasti decisamente più frequenti e importanti rispetto ad un normale quadro di distribuzione.

La norma CEI EN 60204-1 prevede alcune prescrizioni costruttive relative al contenitore riguardanti la protezione contro i contatti diretti che possono avvenire soprattutto nel caso di interventi di manutenzione

o ricerca guasti. L'apertura di un quadro bordo macchina (apertura di porte, coperchi, piastre di chiusura ecc.) deve essere possibile solo se viene rispettata una delle seguenti condizioni:

utilizzo di una chiave o utensile per l'accesso di persone con qualifica PES (CEI 11-27) abilitate per effettuare operazioni per le quali può essere inopportuno mettere fuori tensione il quadro come ad esempio sostituzione di fusibili, ripristino e regolazione di dispositivi di protezione, ricerca guasti e successive prove di verifica.

La norma CEI EN 60204-1 definisce come persona PES un soggetto avente conoscenze tecniche o esperienze sufficienti a consentirgli di evitare i pericoli che può presentare l'elettricità; analogamente una persona avvertita è un soggetto sufficientemente informato o sorvegliato da una persona istruita, ad esempio un addetto alla manutenzione. Eventuali parti attive installate sulla superficie interna della porta devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP1X o IPXXA; allo stesso modo eventuali parti attive che possono essere accidentalmente toccate durante operazioni di ripristino o regolazione di dispositivi devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB. sezionamento delle parti attive installate all'interno del quadro prima della sua apertura: questa soluzione può essere realizzata mediante un interblocco preferibilmente meccanico tra la porta e il sezionatore generale del quadro in modo tale che la porta possa essere aperta solo quando il sezionatore è aperto e che il sezionatore possa essere richiuso solo quando la porta è chiusa. Nel caso il quadro disponga di più porte per l'accesso alle parti attive al suo interno, le porte devono essere tra loro interbloccate in modo tale che sia possibile aprirle solo dopo che è stata aperta la porta interbloccata con il sezionatore generale. Eventuali parti che dovessero restare in tensione anche dopo l'apertura del dispositivo di sezionamento generale, devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB e identificate con apposito segno grafico di avvertimento.

Se l'accesso all'interno del quadro non prevede l'utilizzo di chiave o utensile oppure il sezionamento delle parti attive, queste ultime devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB. Le eventuali barriere che assicurano tale grado di protezione devono essere rimosse esclusivamente mediante l'utilizzo di un utensile. Ad integrazione delle prescrizioni sopra riportate la norma CEI EN 60204-1 prescrive nei paragrafi riguardanti accessibilità e manutenzione e cablaggio all'interno degli involucri alcune caratteristiche costruttive direttamente collegate all'accessibilità del quadro bordo macchina tra le quali si raccomanda che le porte abbiano un grado di apertura di almeno 95° e una larghezza non superiore a 0,9m; le apparecchiature di comando devono essere montate in modo da facilitarne la manovra e la manutenzione dal fronte.

Dimensionamento Termico e ventilazione

Il malfunzionamento o il guasto alle apparecchiature elettriche ed elettroniche all'interno dei quadri di comando e bordo macchina sono da attribuire spesso a problemi termici, ovvero temperature troppo basse/alte e fenomeni di condensa. Si rende quindi necessario mantenere delle condizioni termiche ideali per garantire il normale ciclo di vita di tutti i componenti elettronici o comunque estenderne il più possibile la durata. Lo spazio sempre più ridotto nel quale vengono disposti tali componenti rende particolarmente

importante un adeguato bilanciamento termico e un'adeguata progettazione del quadro tramite un posizionamento oculato delle apparecchiature al suo interno. L'obiettivo di un corretto dimensionamento termico deve quindi essere quello di evitare downtime e malfunzionamenti, estendere la vita utile dei componenti, ridurre i costi di installazione, dei processi produttivi e di manutenzione e garantire la continuità del servizio. Per fare questo bisogna:

- scegliere il contenitore con giusto grado di protezione IP e quindi conoscere le condizioni ambientali dell'installazione;
- conoscere la potenza dissipata dalle apparecchiature all'interno del quadro;
- identificare la soluzione termica adeguata. Primo passo fondamentale è l'analisi delle condizioni termiche ovvero l'analisi delle condizioni all'interno del quadro e all'esterno quindi l'analisi delle condizioni meteorologiche (se applicazione per esterno) e dell'inquinamento intorno al quadro.

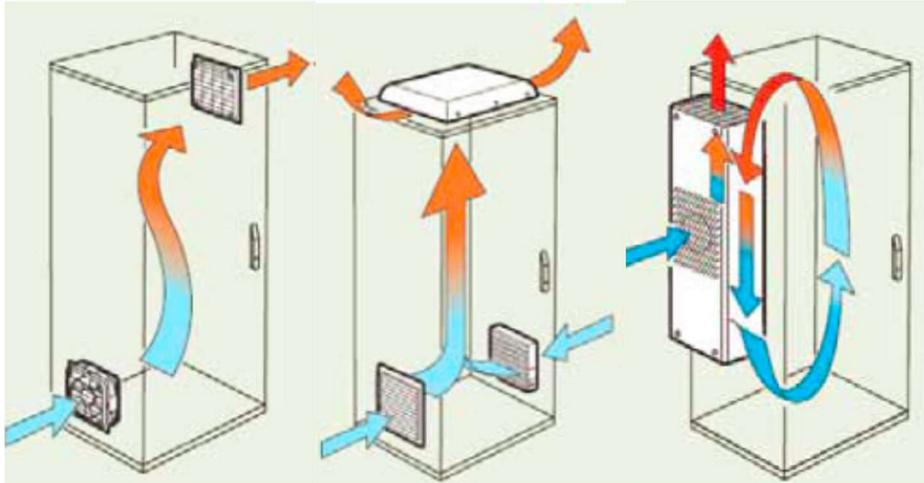
Nelle condizioni normali la temperatura media di lavoro consigliata all'interno del quadro è di 35°C.

Nella tabella sottostante alcuni esempi di temperature critiche:

	Temperatura operativa consigliata	Temperatura massima con rischio di malfunzionamento
Variatori di velocità	35°C	50°C
PLC (Programmable Logic Controller)	35°C	40 - 45°C
Contattori	45°C	50°C
Interruttori	45°C	50°C
Fusibili	50°C	50°C
Alimentatori	35°C	40°C
Schede a circuiti stampati (PCB)	30°C	40°C
Batterie elettriche (accumulatori)	20 - 25°C	30°C
Apparecchiature di telecomunicazione	40-50°C	55°C
Condensatori PFC	50°C	55°C

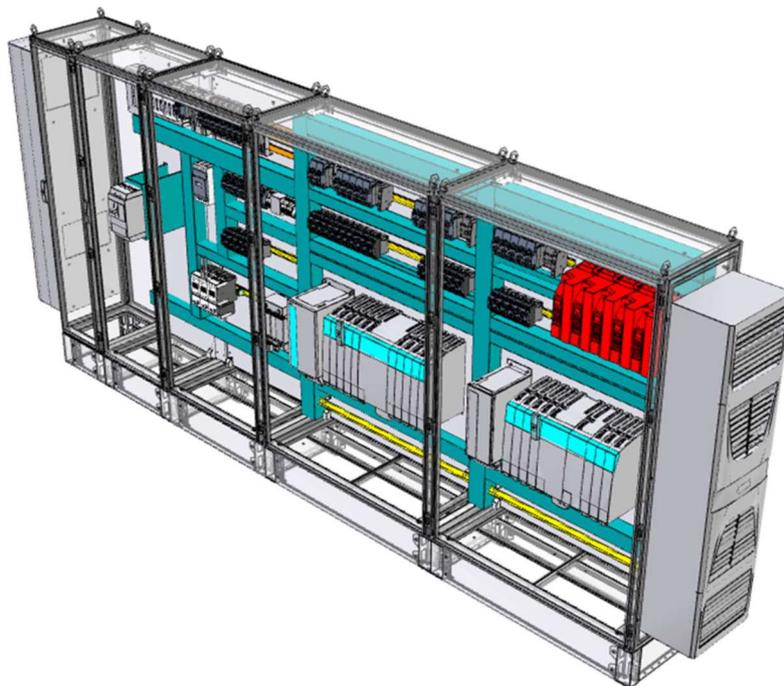
A tale scopo il costruttore deve prevedere apposite soluzioni per l'ottimizzazione termica dei componenti predisponendo contenitori (quadri) di dimensioni adeguate e posizioni idonee al fine di dissipare le temperature dei componenti. Si raccomanda di utilizzare soluzioni attive realizzando adeguati sistemi di ventilazione forzate. Le prestazioni di questo tipo di soluzione dipendono in modo sostanziale dalla temperatura esterna e dalla pulizia dell'aria. Condizione necessaria per poter implementare tale soluzione è che la differenza tra Temperatura interna (Ti) e la Temperatura esterna (Te) deve essere sempre $\geq 5^\circ\text{C}$. Inoltre bisogna controllare la quantità di polvere e il livello di umidità dell'ambiente esterno. In questo caso il dispositivo di controllo termico è molto utile per adattare la potenza della soluzione "attiva" al livello richiesto. È possibile utilizzare due ventole e attivarne una o entrambe in base alla temperatura rilevata nel quadro. Quindi se l'armadio è adeguatamente dimensionato e il carico è correttamente distribuito, la

ventilazione è diretta verso l'interno. Nel caso in cui l'armadio si riscalda troppo velocemente si consiglia di utilizzare una ventola centrifuga (ventilazione con estrazione dal tetto) di seguito alcuni esempi applicativi.



Di seguito alcuni esempi applicativi tratti dalla guida ANIE:

Quadro elettrico per bordo macchina con fissaggio a pavimento composto da una parte di automazione di potenza con interruttore generale, sistema sbarre, partenze motore, inverter e da parte di controllo con PLC, circuiti ausiliari, ecc... Il controllo della temperatura interna è realizzato con due condizionatori installati sulle pareti laterali; all'interno ci sono delle ventole che favoriscono la corretta movimentazione dei flussi d'aria.



Quadro elettrico per bordo macchina con fissaggio a pavimento composto da una parte di automazione di potenza posta sul fronte con interruttori partenze motore, e da parte di controllo posta sul retro con PLC, circuiti ausiliari, ecc... Il controllo della temperatura interna è realizzato con tre ventole installate sui tetti degli armadi; all'interno ci sono delle ventole che favoriscono la corretta movimentazione dei flussi d'aria.



Adempimenti per la marcatura CE dei quadri

Il costruttore del quadro, ai fini della conformità alle Direttive applicabili, deve organizzare un “dossier tecnico” contenente:

- la descrizione generale del quadro elettrico,
- i disegni di progettazione e fabbricazione, gli schemi dei componenti, sottoinsiemi, circuiti,
- le descrizioni e le spiegazioni necessarie per comprendere tali disegni e schemi ed il funzionamento del materiale elettrico,
- un elenco delle norme che sono state applicate completamente od in parte e la descrizione delle soluzioni che sono state adottate per soddisfare gli aspetti di sicurezza della direttiva, se non sono state applicate le norme,
- i risultati del calcolo di progetto e dei controlli svolti ecc.,
- i rapporti sulle prove effettuate;

compilare una “dichiarazione di conformità” contenete i seguenti elementi:

- nome ed indirizzo del costruttore o di un suo rappresentante autorizzato nella Comunità,
- descrizione del materiale elettrico,
- riferimento alle norme armonizzate,
- eventuale riferimento alle specifiche per le quali è dichiarata la conformità,

- identificazione del firmatario della dichiarazione che ha il potere di impegnare il costruttore o il suo rappresentante, le due ultime cifre dell'anno in cui è stata apposta la marcatura CE.

Tutta questa documentazione dovrà essere conservata e tenuta a disposizione delle autorità nazionali di ispezione per almeno 10 anni, a decorrere dall'ultima data di fabbricazione del prodotto.

La documentazione tecnica deve consentire alle Pubbliche Autorità di valutare la conformità del materiale ai requisiti delle Direttive.

Per i quadri, oltre agli schemi elettrici, unifilari e funzionali ed ai disegni, alle caratteristiche elettriche e meccaniche, relative al quadro in oggetto, la documentazione tecnica "minima" è costituita da:

- Documento prove del costruttore;
- Catalogo e documentazione tecnica del costruttore;
- Guida per il montaggio e installazione del quadro.

3.4.4 Ambienti e applicazioni particolari

Di seguito sono indicati per ciascun ambiente particolare presente nell'edificio le prescrizioni tratte dalle norme tecniche relativamente agli ambienti particolari a maggior rischio in caso d'incendio.

Le prescrizioni di seguito descritte sono tratte dalle norme C.E.I. 64-8/7 e si applicano in tutti gli ambienti che presentano in caso d'incendio un rischio maggiore di quello che presentano gli ambienti ordinari, sono da considerarsi integrative a tutte le prescrizioni sopra descritte, l'ottemperanza delle prescrizioni hanno il fine di ridurre al minimo la probabilità che l'impianto elettrico sia causa d'innesco e propagazione di incendi.

Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio:

- a) i componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare;
- b) nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili, i condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione;
- c) negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza di pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave e/o attrezzo;
- d) tutti i componenti elettrici devono rispettare le prescrizioni contenute nella Sezione 422 delle norme C.E.I. 64-8/4 sia in funzionamento ordinario che in situazioni di guasto tenuto conto dei dispositivi di protezione. Inoltre i componenti elettrici posati a vista per i quali non esistono le norme relative, devono essere in materiale resistente alle prove previste nel commento della Sezione 422, assumendo per la prova al filo incandescente di 650 °C anziché 550°C;
- e) gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili, ed in particolare per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere:
 - fino a 100 W: 0,5 m;
 - da 100 W a 300 W: 0,8 m;
 - da 300 W a 500 W: 1 m;

gli apparecchi di illuminazione con lampade ad alogeni fatta eccezione per quelli alimentati da circuiti SELV e quelli con lampade ad alogenuri devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada e con proprio dispositivo contro le sovracorrenti;

- f) è vietato l'uso dei conduttori PEN nei sistemi TN-C la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto;
- g) le condutture elettriche che attraversano le vie di uscite di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e non devono essere a portata di mano, nel caso siano a portata di mano devono essere poste entro involucri o barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante evacuazione;

- h) i conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari art 521.5 norme C.E.I. 64-8/5
- i) le condutture comprese quelle in transito devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in i1), i2), i3):
- i1) - condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture incombustibili;
- condutture realizzate mediante cavi in tubi protettivi e canali metallici, con grado di protezione almeno IP4X in questo caso la funzione del conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o dai canali stessi se idonei allo scopo;
 - condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica norma C.E.I. 20-39;
- i2) condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
- condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica norma C.E.I. 20-39;
 - condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione;
- i3) condutture diverse da quelle in i1) e i2), realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
- condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canali metallici senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai canali stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuna di esse;
 - condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o canali non metallici, chiusi o con grado di protezione almeno IP4X e di materiale resistente alle prove previste nella tabella riportata nel commento alla Sezione 422, qualora non oggetto di relative norme e installati in vista (non incassati) , assumendo per la prova al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C;
- L'utilizzo di un conduttore di protezione nudo contenuto in ciascun tubo o canale (conduttore di guardia) è obbligatorio nel caso di cavi multipolari sprovvisti di conduttore di protezione.
- binari elettrificati e condotti a sbarre;

l) i circuiti, che entrano o attraversano gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio, devono essere protetti contro i sovraccarichi e i cortocircuiti con dispositivi di protezione posti a monte di questi ambienti, salvo nei casi citati negli articoli 473.2.1 e 473.2.3 delle norme C.E.I. 64-8/4. Devono essere osservate inoltre le prescrizioni seguenti:

l1) - per la protezione delle condutture di cui in i1) e i2) sono sufficienti le prescrizioni generali del Capitolo 43 e della sezione 473 delle norme C.E.I. 64-8/4;

l2) - i circuiti terminali, singoli o raggruppati, ad esclusione dei circuiti di sicurezza facenti parte delle di condutture di cui in i3), devono essere protetti, se non racchiusi in involucri con grado di protezione almeno IP4X e ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, oltre che con le protezioni generali del capitolo 43 in uno dei modi seguenti:

- con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 0,3 A anche ad intervento ritardato; oppure

- con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta il decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico od acustico invece di provocare l'apertura del circuito;

m) condutture di cui in i2) e i3) la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei seguenti modi:

m1) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con le norme C.E.I. 20-35 quando:

- sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure

- i cavi sono installati in tubi protettivi o canali con grado di protezione almeno IP4X

m2) utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" in conformità con la norma C.E.I. 20-22; peraltro qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla norma C.E.I. 20-22, per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi analoghi a quelli indicati in m3);

m3) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nell'articolo 3.7.03 delle norme C.E.I. 11-17;

n) devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

Gli sbarramenti antifiamma sono costituiti da barriere in materiale incombustibile disposte sui percorsi dei cavi; possono essere formate con ammassi di lana di roccia, con impasti incombustibili, con adatti elementi prefabbricati, con sabbia e con altri dispositivi adatti allo scopo; devono avere forma e dimensione adatta ad impedire lo scavalco della fiamma e possono essere smontabili o demolibili con relativa facilità per aggiungere o togliere cavi, quando esiste tale esigenza.

Il distanziamento tra gli sbarramenti deve essere commisurato alla probabilità che l'incendio possa innescarsi e svilupparsi (caratteristiche dei cavi, loro modalità di installazione, presenza di fattori di possibile innesco, presenza di personale, disponibilità di mezzi d'intervento) ed inoltre alle possibili conseguenze dell'incendio. In genere possono ritenersi sufficienti sbarramenti disposti in corrispondenza delle pareti e solette attraversate.

Tuttavia non si devono superare i seguenti distanziamenti:

- 5 m nei percorsi verticali;
- 10 m nei percorsi orizzontali;

Nei percorsi misti è opportuno aggiungere sbarramenti alla base nei tratti verticali.

Con cavi del tipo non propaganti l'incendio si può arrivare a distanziamenti di 10 m nei tratti verticali, mentre non sono strettamente necessari sbarramenti nei tratti orizzontali.

Sbarramenti antifiamma sono raccomandati inoltre, qualunque sia il tipo di cavo all'entrata di quadri o altre apparecchiature elettriche possibili sedi di archi o d'incendio.

Gli sbarramenti di cui sopra sono intesi per cavi installati in aria su passerelle, su supporti, in galleria sono altresì opportuni su cavi in cunicolo od in canaletta, quando questi siano ventilati o comunque sede di circolazione d'aria.

3.4.5 Prescrizioni aggiuntive per gli impianti elettrici degli ambienti a rischio in caso d'incendio per la notevole presenza di materiale infiammabile

Le prescrizioni aggiuntive per gli impianti in oggetto sono le seguenti:

- a) Tutti i componenti dell'impianto ad esclusione delle condutture e inoltre gli apparecchi di illuminazione ed i motori, devono essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X e comunque conformi alla sezione 512 delle norme C.E.I. 64-8/5.

In conformità alla enorme C.E.I. relative agli apparecchi di illuminazione, il grado di protezione IP non si applica nei confronti delle lampade.

Per i motori il grado di protezione IP4X è riferito alle custodie delle morsettiere e dei collettori, il grado di protezione per le altre parti attive deve essere non inferiore a IP2X.

- b) I componenti elettrici devono essere ubicati e protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi.

Le prescrizioni sopra descritte si applicano generalmente a tutto l'ambiente considerato; tuttavia nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici ed i relativi componenti devono avere i requisiti prescritti sopra descritti, può essere delimitata dalla distanza del volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille, che possono prodursi nel funzionamento ordinario e in situazioni di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso.

In mancanza di elementi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori a:

- 1,5 m in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relative aperture provviste di serramenti;
- 1,5 m in verticale verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- 3 m in verticale, verso l'alto e comunque al di sopra del soffitto.

4 Relazione tecnica e specialistica parte IT impianto BHS

In merito alla trattazione della parte IT dell'impianto BHS di progetto si rimanda al documento "19007-TS-003-1.0-Capitolato speciale descrittivo e prestazionale".