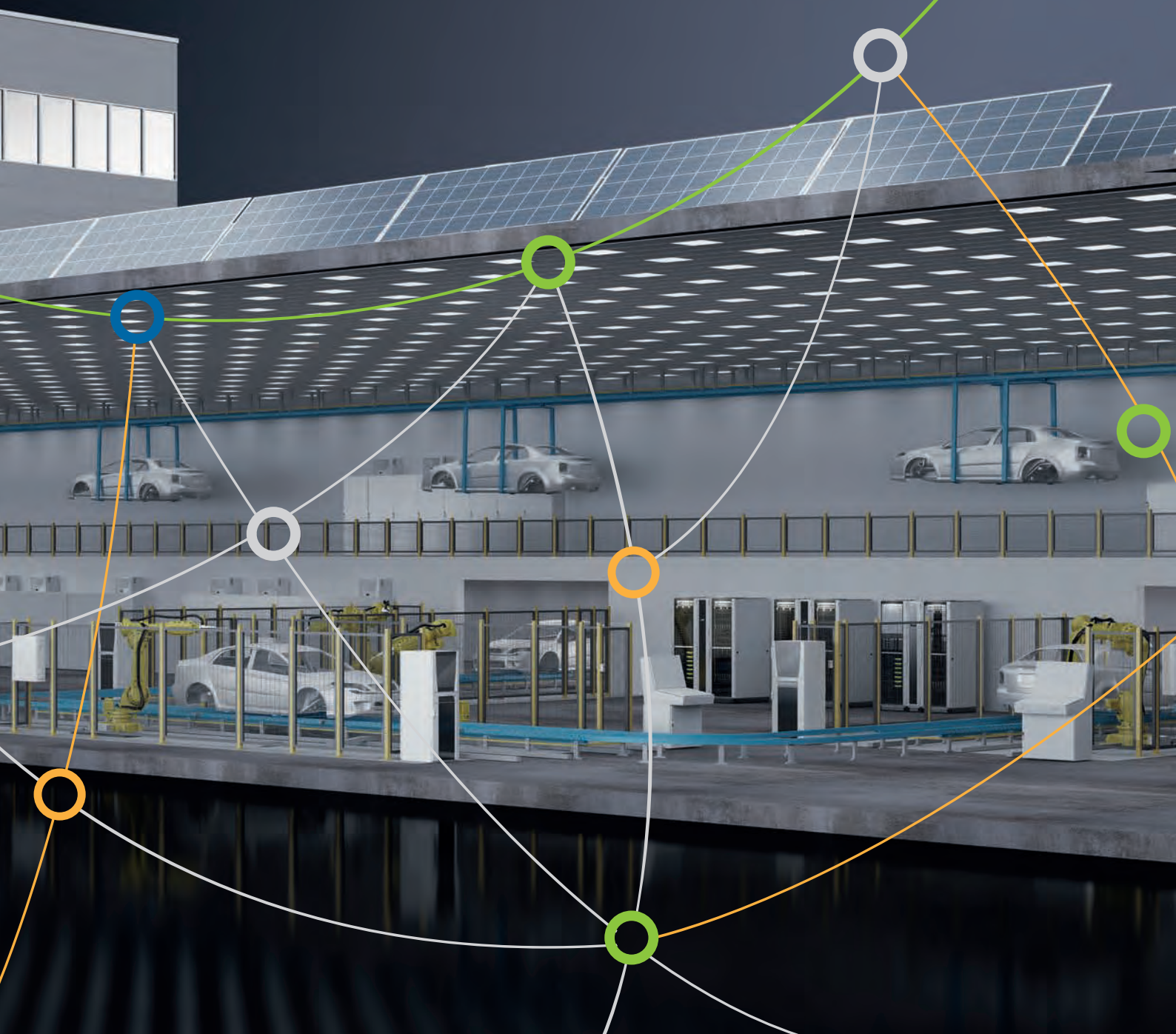




# Guida tecnica

## QUADRI ELETTRICI PER BORDO MACCHINA

Caratteristiche, prescrizioni e normative





# INDICE

<b>CAPITOLO 1 – Introduzione e generalità</b>	4
<b>CAPITOLO 2 – Direttive, scopo e applicabilità</b>	
2.1 Direttiva Bassa Tensione	6
2.2 Direttiva Compatibilità Elettromagnetica	6
2.3 Direttiva ATEX	7
2.4 Direttiva macchine	7
<b>CAPITOLO 3 – Caratteristiche tecniche, ATEX e EMC</b>	
3.1 Gradi di protezione IP e IK per i contenitori	8
3.2 Elementi per la scelta del quadro bordo macchina	11
3.3 Accessibilità - Protezione contro i contatti diretti nei quadri bordo macchina	12
3.4 Caricabilità	13
3.5 Dimensionamento termico	16
3.6 Compatibilità elettromagnetica – EMC	23
3.7 ATEX – Attività con ambienti potenzialmente esplosivi e classificazione	25
<b>CAPITOLO 4 – Materiali e trattamenti superficiali</b>	
4.1 Acciaio al carbonio	28
4.2 Acciai inossidabili	29
4.3 Alluminio	31
4.4 Vetoresina	31
4.5 Proprietà dei materiali	33
<b>CAPITOLO 5 – Normative americane</b>	34
<b>CAPITOLO 6 – Ruoli e responsabilità</b>	38
<b>CAPITOLO 7 – Esempi applicativi – FAQ</b>	40



## Presentazione della Guida

*La presente guida è dedicata ai costruttori e agli assemblatori di Quadri bordo macchina.*

*Le norme tecniche e le direttive in vigore applicabili a questo comparto sono molteplici e rappresentano le linee guida alle quali attenersi per la progettazione e la realizzazione di apparecchiature con elevatissimi standard di sicurezza e affidabilità sia in fase di utilizzo che in fase di manutenzione preventiva.*

*L'obiettivo della guida è quello di spiegare in maniera dettagliata e attraverso esempi pratici:*

- *i contenuti delle norme e delle direttive;*
- *le caratteristiche tecniche dei quadri bordo macchina;*
- *i materiali utilizzati per la loro costruzione e utilizzo nei diversi ambienti produttivi;*
- *i ruoli e le responsabilità dei costruttori e assemblatori.*

*La guida è stata realizzata dal Gruppo di Lavoro "Quadri Bordo Macchina" di ANIE Energia. Le principali attività del gruppo riguardano il monitoraggio del mercato, la normazione tecnica attraverso una costante partecipazione attiva a comitati e organi tecnici e progetti di comunicazione.*

## CAPITOLO 1

### Introduzione e generalità

Il quadro bordo macchina è la parte dell'equipaggiamento elettrico che normalmente viene utilizzata dall'operatore della macchina.

Esso contiene infatti tutte le apparecchiature di potenza (interruttori di manovra, contattori, interruttori automatici, azionamenti, ecc.) e di controllo (relè, controllori programmabili, dispositivi di misura e regolazione, ecc.) indispensabili al funzionamento della macchina automatica.

Esternamente poi, abitualmente sulla porta e spesso anche sulle altre superfici, ad esempio quelle laterali, sono presenti i vari organi di comando (selettori, pulsanti), di segnalazione (lampade spia), di controllo (strumenti di misura) che vengono normalmente utilizzati dall'operatore per far funzionare la macchina.

Da qui l'importanza fondamentale del quadro bordo macchina che deve essere progettato e realizzato con elevatissimi standard di funzionalità, sicurezza e affidabilità sia per quanto riguarda il normale utilizzo sia per quanto riguarda la manutenzione preventiva (per garantirne l'affidabilità) ed eccezionale (in seguito a guasti improvvisi) per garantire la massima continuità di produzione.



Il quadro elettrico di bordo macchina fa parte dell'equipaggiamento elettrico della macchina ma rimane un componente a se per cui si applica la rispettiva norma di prodotto come indicato

dalla norma CEI EN 60204 ...“i componenti dell'equipaggiamento elettrico della macchina devono essere conformi alle relative norme EN”.

Ne deriva che il soggetto incaricato della progettazione e realizzazione della macchina dovrà applicare la normativa CEI EN 60204 nel rispettivo ambito di competenza e dovrà integrare, con la normativa di prodotto dei quadri elettrici CEI EN 61439, quanto necessario affinché il quadro elettrico sia conforme. (cfr. CEI EN 60204 art. 4.2.2 e Tabella F.1).

In ambito normativo IEC è stato recentemente proposto da parte del CEI di preparare uno standard specifico per i quadri elettrici di macchina. L'obiettivo principale della proposta è quello di eliminare le divergenze e i conflitti esistenti tra le norme IEC 60204-1 ed IEC 61439 adeguando i requisiti specifici per i quadri destinati alla sicurezza del macchinario.

Le prescrizioni indicate nella serie di Norme IEC 61439 sono applicabili prevalentemente ai quadri elettrici destinati agli impianti elettrici di bassa tensione. In realtà è già prevista la possibilità di applicare le regole in esse contenute ai quadri elettrici destinati alle macchine; questo è praticabile in generale solo per la parte di potenza e a una parte limitata delle applicazioni specifiche del campo del macchinario.

Per i quadri elettrici di macchina largamente dotati di parti di elettronica di bassa o bassissima potenza con centinaia o migliaia di collegamenti elettrici tra i componenti, le prove tradizionali dei quadri elettrici considerati nella serie di Norme IEC 61439 risultano spesso impraticabili, diseconomiche e talvolta incompatibili con l'integrità delle apparecchiature in esse contenute.

Le prove prescritte per i quadri elettrici della serie IEC 61439, ai fini delle verifiche costruttive e prestazionali dei quadri elettrici stessi, non tengono conto dell'intero equipaggiamento elettrico della macchina.

Nella Norma IEC 60204-1 alcuni aspetti dei quadri elettrici di macchina, quali ad esempio la tenuta alle correnti di cortocircuito o la valutazione delle

sovratemperature, sono trattati in modo generale per tutto l'equipaggiamento elettrico e non specifico per i suoi quadri elettrici, lasciando al costruttore la scelta della metodologia di verifica di questi requisiti.

I sistemi di controllo delle macchine hanno subito un profondo cambiamento dovuto al rapido sviluppo delle tecnologie elettroniche, elettroniche programmabili e di sicurezza che hanno sostituito gradualmente gran parte delle tecnologie tradizionali basate sull'elettromeccanica. La maggior parte di un sistema di comando e controllo, incluso spesso la parte di potenza, è controllato da sofisticati sistemi di controllo elettronici inseriti all'interno dei quadri elettrici le cui regole di installazione sono lasciate alle istruzioni del relativo costruttore.

Per tali motivi è stato proposto di preparare tale nuova parte di Norma. La sua pubblicazione è attesa nel giro di qualche anno.

Il contenitore utilizzato per 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 a 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).



## CAPITOLO 2

### Direttive, scopo e applicabilità

Lo scopo delle direttive comunitarie definite del “nuovo approccio” è quello di creare le condizioni necessarie affinché le industrie che operano nel mercato dell’Unione Europea possano realizzare prodotti conformi ai medesimi requisiti di sicurezza per le persone, l’ambiente e gli animali.

Il “nuovo approccio” ha introdotto il concetto fondamentale che:

- il Fabbrikante ha il dovere di rendere il prodotto “sicuro”;
- deve poter dimostrare di aver fatto tutto il possibile per renderlo “sicuro”.

Quando si parla di “norme armonizzate”, si intendono quelle norme elaborate dagli enti europei di normazione, sulla base di un mandato della Commissione della Comunità Europea, in grado di esplicitare i generici requisiti delle direttive.

Le norme armonizzate, così come le norme nazionali che le recepiscono, non sono tuttavia obbligatorie: ogni produttore è infatti libero di produrre sulla base di diverse specifiche, deve però dare prova della conformità del prodotto rispetto agli obblighi delle direttive.

Viceversa, il prodotto realizzato sulla base delle norme armonizzate beneficia di una presunzione di conformità ai requisiti essenziali delle direttive. Un prodotto è oggetto di una direttiva comunitaria “nuovo approccio” l’impiego della marcatura CE è obbligatorio e conferisce al prodotto il diritto alla libera circolazione in tutto il territorio comunitario. Se invece il prodotto non rientra tra quelli oggetto di una direttiva, la marcatura CE non potrà essere apposta. Si tenga altresì presente che nel caso un prodotto rientri nel campo di applicazione di più direttive (p.es. le direttive “bassa tensione” e “compatibilità elettromagnetica”), il marchio CE indicherà la conformità del prodotto a tutte le direttive coinvolte.

#### 2.1 Direttiva Bassa Tensione

2006/95/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 12 dicembre 2006 concernente

il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative al materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione. La Direttiva Bassa Tensione copre i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall’utilizzo di apparecchiature elettriche con una tensione compresa tra 50 e 1000 V in corrente alternata e tra 75 e 1500 V in corrente continua.

Il termine “materiale elettrico” non è definito nella direttiva. Quindi deve essere interpretato secondo il significato riconosciuto a livello internazionale di questo termine. La definizione di materiale elettrico nel “Vocabolario internazionale di elettrotecnica IEC (International Electrotechnical Commission)” è: “qualsiasi articolo utilizzato per scopi quali la generazione, la conversione, la trasmissione, la distribuzione o l’uso dell’energia elettrica, come ad esempio macchine, trasformatori, apparecchiature, strumenti di misurazione, dispositivi di protezione, materiale per il cablaggio ed apparecchi”.

Un aiuto per capire se un prodotto ricade o meno nella direttiva (fatto salvo l’elenco delle esclusioni presenti nell’allegato II) può venire dalla verifica dell’esistenza di norme tecniche armonizzate, ai fini di una o dell’altra Direttiva. Si ricorda che la Commissione Europea pubblica periodicamente sulla Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea l’elenco delle Norme tecniche che le vengono sottoposte dagli Organismi Normatori europei; le norme armonizzate sono pubblicate sotto le specifiche Direttive di riferimento (Bassa Tensione, Compatibilità Elettromagnetica, Macchine, etc.). Ne consegue che, ove la norma di interesse è pubblicata sotto la Direttiva Bassa Tensione, si applica tale Direttiva, mentre se è pubblicata sotto la Direttiva Macchine si applica quest’ultima.

Nella maggior parte dei casi le apparecchiature sotto Direttiva Bassa Tensione rientrano e devono sottostare anche alla Direttiva Compatibilità Elettromagnetica.

#### 2.2 Direttiva Compatibilità Elettromagnetica

2004/108/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 15 dicembre 2004 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri



relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE.

La maggior parte delle apparecchiature e i dispositivi elettrici che rientrano nel campo di applicazione della Direttiva Bassa Tensione (LVD) possono generare fra loro interferenze che compromettono o influenzano negativamente il loro funzionamento.

Tali prodotti pertanto, oltre ai requisiti previsti dalla Direttiva Bassa Tensione, devono anche rispettare i requisiti della Direttiva sulla Compatibilità Elettromagnetica (EMC).

Lo scopo della Direttiva è quello di assicurare che le perturbazioni elettromagnetiche prodotte dalle apparecchiature non pregiudichino il corretto funzionamento di altri apparecchi e garantire che le apparecchiature abbiano un adeguato livello di immunità intrinseca alle perturbazioni elettromagnetiche.

### 2.3 Direttiva ATEX

Ex 94/9/CE, nuova DIRETTIVA 2014/34/UE del 26 Febbraio 2014 concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative agli apparecchi e sistemi di protezione destinati a essere utilizzati in atmosfera potenzialmente esplosiva (rifusione).

Gli apparecchi e i sistemi di protezione che rientrano nell'ambito della Direttiva 94/4/CE possono essere introdotti sul mercato solamente se dotati della marcatura CE, accompagnati da una dichiarazione di conformità CE la quale confermi la presenza dei requisiti fondamentali relativi a sicurezza e salute e il rispetto delle procedure per la valutazione di conformità. Inoltre devono essere corredati da istruzioni per l'uso. Immissione sul mercato significa: rendere disponibili i prodotti, a pagamento o gratuitamente, per la prima volta sul mercato dell'UE allo scopo di vendita e/o utilizzo all'interno dell'UE.

### 2.4 Direttiva macchine

2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 17 maggio 2006 relativa alle

macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione).

Essa si applica a:

- macchine;
- attrezzature intercambiabili;
- componenti di sicurezza;
- accessori di sollevamento;
- catene, funi e cinghie;
- dispositivi amovibili di trasmissione meccanica;
- quasi-macchine.

La direttiva stabilisce i requisiti essenziali ai fini della sicurezza e della tutela della salute, quali definiti nell'allegato I. Sono esclusi però ad esempio i prodotti elettrici ed elettronici disciplinati dalla Direttiva 2006/95/CE come le apparecchiature di collegamento e di controllo a bassa tensione (es. quadri elettrici) e i motori elettrici. In merito ai quadri elettrici è comunque opportuno ricordare che, quando incorporati in macchine, devono essere realizzati in modo da consentire la soddisfazione dei requisiti di sicurezza applicabili alla macchina in quanto parte integrante.

Sono state pubblicate numerose norme per la sicurezza dei prodotti, delle macchine, per la compatibilità elettromagnetica e le telecomunicazioni al fine di supportare i requisiti essenziali delle Direttive.

E' sempre raccomandabile fare riferimento a norme armonizzate per assicurare la conformità alle Direttive Europee.

## CAPITOLO 3

### Caratteristiche tecniche, ATEX e EMC

La norma **CEI EN 61439-1** classifica 10 tipologie di quadri relativamente alla loro configurazione esterna.

In particolare, per tale classificazione, la norma prende in esame la protezione delle parti attive e la tipologia dell'involucro utilizzato per realizzare il quadro:

- quadri aperti;
- quadri aperti con protezione frontale;
- quadri chiusi;
- quadri ad armadio;
- quadri ad armadi multipli;
- quadri a banco;
- quadri a cassetta;
- quadri a cassette multiple;
- quadri per installazione a parete;
- quadri per installazione a incasso.

La norma **CEI EN 61439-1** definisce, inoltre, al paragrafo 3.5, quattro condizioni di installazione dei quadri:

- **quadri per interno**, destinati ad essere utilizzati in luoghi in cui siano soddisfatte le condizioni normali di servizio per interno, come specificato al capitolo 7.1 della norma;
- **quadri per esterno**, destinati ad essere utilizzati nelle normali condizioni di servizio per installazioni all'esterno, come specificato al capitolo 7.1 della norma;
- **quadri fissi**, previsti per essere fissati sul luogo di installazione, per esempio a pavimento o a muro, e per essere utilizzati in questo luogo;
- **quadri mobili**, previsti per essere facilmente spostati da un luogo di utilizzo a un altro.

La tipologia di installazione può avere influenza sulle caratteristiche costruttive dei quadri; ad

esempio un quadro per esterno dovrà prevedere opportuni accorgimenti riguardanti il grado di protezione, i materiali, la resistenza agli agenti atmosferici, la formazione di condensa all'interno. Allo stesso modo un quadro mobile dovrà essere realizzato con materiali e accorgimenti costruttivi che ne impediscano il danneggiamento durante la movimentazione e dimensionato in modo da presentare dimensioni e peso che ne permettano un'agevole movimentazione unitamente ad accessori come maniglie di trasporto, ruote, golfari di sollevamento, ecc.

#### 3.1 Gradi di protezione IP e IK per i contenitori














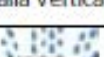

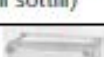







Un altro aspetto fondamentale da considerare nella realizzazione di un quadro è il grado di protezione fornito dall'involucro del quadro, grado di protezione che riguarda sia la protezione contro l'impatto meccanico IK (Norma CEI EN 50102) sia la protezione contro i contatti con parti in tensione e l'ingresso 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 ritenuta 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 del loro rapporto caratteristiche/prezzo, risulta consuetudine prescrivere e offrire, nella maggior parte dei casi, soluzioni con grado di protezione IP54.

IP 1° cifra	IP 2° cifra	IK
0  Nessuna protezione	0  Nessuna protezione	0  Nessuna protezione
1  Protetto contro i corpi solidi superiori a 50 mm (esempio: contatti involontari della mano)	1  Protetto contro le cadute verticali di gocce d'acqua	1-5  Impact 1 Joule
2  Protetto contro i corpi solidi superiori a 12 mm (esempio: dito della mano)	2  Protetto contro le cadute di gocce d'acqua fino a 15° dalla verticale	6  Impact 3 Joules
3  Protetto contro i corpi solidi superiori a 2,5 mm (arnesi, fili)	3  Protetto contro le cadute d'acqua a pioggia fino a 60° dalla verticale	7  Impact 5 Joules
4  Protetto contro i corpi solidi superiori a 1 mm (arnesi fini, fili sottili)	4  Protetto contro gli spruzzi d'acqua da tutte le direzioni	8  Impact 10 Joules
5  Protetto contro le polveri (nessun deposito nocivo)	5  Protetto contro i getti d'acqua con lancia da tutte le direzioni	9  Impact 20 Joules
6  Totalmente protetto contro le polveri	6  Protetto contro le proiezioni d'acqua simili a onde marine	10  Impact 30 Joules
	7  Protetto contro gli effetti dell'immersione	
	8  Protetto contro gli effetti della sommersione	

I gradi di protezione prescritti dalla norma sono da intendersi come gradi di protezione minimi; in funzione di specifiche condizioni di installazione possono essere necessari gradi di protezione superiori.

Le condizioni di installazione che richiedono gradi di protezione superiori possono essere le seguenti: ambienti sottoposti a periodici lavaggi con getti d'acqua, per i quali il grado di protezione richiesto può arrivare sino a IP66 oppure situazioni ambientali ove si manifesti una presenza elevata di polveri fini, per le quali si richiede una protezione minima, pari a IP65.

Soluzione costruttiva ormai consolidata per ottenere gradi di protezione IP così elevati è l'adozione di guarnizioni in poliuretano a cellule chiuse applicate mediante processo di colatura robotizzato.

Guarnizione standard: i pannelli di chiusura degli involucri (porte, fianchi retri, coperchi) sono dotati di guarnizione perimetrale in poliuretano bicomponente a celle chiuse. La guarnizione ha un grado di tenuta al fuoco HF1 (per standard UL94).



La norma CEI EN 60204 prescrive che gli involucri e delle apparecchiature di comando e controllo devono garantire un grado di protezione minimo IP22 (in conformità alla CEI EN 60259) aggiungendo, tra le note, che a seconda delle condizioni di installazioni potrebbe essere necessario aumentare il grado IP per soddisfare le condizioni del luogo di installazione.

Guarnizione EMC: in questo caso è una guarnizione costituita da 3 parti: un'anima in EPDM (che conferisce il grado di protezione), un rivestimento in tessuto metallico (che garantisce la continuità dielettrica tra struttura e pannelli) e un biadesivo in tessuto non tessuto, molto resistente e applicato su un lato (che garantisce aderenza e resistenza).

Per entrambe, le condizioni ambientali ottimali di utilizzo sono: temperatura:  $-40^{\circ}\text{C} < T < 80^{\circ}\text{C}$ . Le condizioni ambientali di funzionamento ottimale sono a temperature comprese tra  $-25^{\circ}\text{C}$  e  $+80^{\circ}\text{C}$ .

All'interno della norma troviamo inoltre indicazioni riguardo la protezione da adottare contro i contatti diretti (paragrafo 6 e successivi capoversi) che deve essere: per tutte le parti attive almeno IP2X o IPXXB nelle condizioni generali e nel caso in cui la parte superiore dell'involucro è facilmente accessibile e/o si trova in luoghi di libero accesso almeno IP4X o IPXXD.

Se non diversamente specificato, il grado di protezione IP indicato dal costruttore del quadro vale per l'intero quadro, quando è installato in accordo con le istruzioni del costruttore. Particolare attenzione, soprattutto per quadri con grado di protezione IP elevato, deve essere posta nel caso di installazione sulla porta o sulle superfici laterali di interruttori di manovra, strumenti di misura, pulsanti e lampade di segnalazione. In questo caso, per mantenere il grado di protezione dichiarato dal costruttore dell'involucro, occorrerà utilizzare componenti che abbiano un grado di protezione, sempre dichiarato dal costruttore, uguale o superiore a quello dell'involucro.

Sarà poi indispensabile installare correttamente

questi componenti seguendo le indicazioni del costruttore per quanto riguarda ad esempio le forature da praticare, eventuali guarnizioni da applicare, coppie di serraggio e quant'altro.

Analoghi accorgimenti dovranno essere messi in pratica riguardo anche agli accessori per l'entrata cavi (ad esempio con l'utilizzo di adeguati pressa cavi) e agli eventuali accessori per la ventilazione quali filtri, ventilatori filtro, condizionatori e scambiatori aria/acqua rispettando la ditta di foratura. In caso contrario, il quadro assumerà il grado di protezione del componente avente grado di protezione inferiore.

Nel caso di quadri chiusi per esterno e per interno da utilizzare in ambienti con umidità elevata e temperature variabili entro ampi limiti, devono essere previsti adeguati accorgimenti (ventilazione e/o riscaldamento interno, fori di drenaggio, ecc.) atti a prevenire una formazione di condensa pericolosa all'interno del quadro, formazione che, oltre a fenomeni di corrosione, può innescare archi elettrici con conseguente cortocircuito e danneggiamento delle apparecchiature installate. Nello stesso tempo, tuttavia, deve essere mantenuto il grado di protezione specificato. E' possibile risolvere il problema della condensa utilizzando armadi per esterno che abbiano una parete doppia (con "camera d'aria interna") e tetto appositamente studiato per garantire la corretta circolazione dell'aria.

Questi quadri possono essere costruiti in metallo e in leghe particolari quali Alluminio-Magnesio.

Occorre, infatti, ricordare che l'utilizzo di involucri con elevato grado di protezione, IP55 e oltre, specie se installati all'esterno può favorire la formazione di condensa causata dal limitato scambio termico dovuto all'elevato grado di protezione che porta a un ristagno di umidità all'interno del quadro.

In questi casi è buona norma prevedere opportune griglie di aerazione con filtro antipolvere oppure installare apposite resistenze anticondensa dimensionate in modo da mantenere la temperatura all'interno del quadro a un valore superiore a quello del punto di rugiada.

### 3.2 Elementi per la scelta del quadro bordo macchina

Per quanto riguarda i **quadri elettrici di automazione e bordo macchina** la scelta è praticamente orientata esclusivamente a quadri chiusi solitamente con gradi di protezione piuttosto elevati (IP55 e oltre).

La scelta della tipologia del quadro deve tenere conto di vari elementi spesso tra loro collegati, quali ad esempio:

- dimensioni delle apparecchiature installate;
- quantità delle apparecchiature installate;
- presenza di sistemi sbarre o meno;
- eventuali riserve per futuri ampliamenti;
- spazi disponibili per l'installazione nell'impianto o a bordo macchina.

Le tipologie installative maggiormente utilizzate per i quadri bordo macchina sono i quadri a cassetta, normalmente fissati direttamente sulla macchina mediante apposite staffe di fissaggio / fori sul fondo della cassetta.

Nel caso di macchine complesse o impianti di produzione vengono invece utilizzati quadri ad armadio, singoli o multipli (in batteria), oppure quadri a banco.

Riguardo ai quadri ad armadio, soprattutto nel caso di quadri ad armadio multipli in batteria, le dimensioni esterne dovranno anche tenere conto delle problematiche di movimentazione e trasporto sia sull'automezzo che presso il luogo di installazione.

L'equipaggiamento elettrico pesante e voluminoso che deve essere rimosso dalla macchina per il trasporto o che è indipendente dalla macchina, deve essere munito di mezzi adatti per la movimentazione con gru o equipaggiamenti simili.



In questi casi è buona regola suddividere l'armadio in più parti di dimensioni e peso minori e quindi più facilmente movimentabili prevedendo anche eventuali accessori per la movimentazione come golfari di sollevamento, rulli di scorrimento e zoccoli sollevabili con transpallet.

Riguardo alle dimensioni esterne del quadro è consigliabile, soprattutto se installato in luoghi angusti o di passaggio, verificare che non esistano impedimenti alla completa apertura di porte e pannelli.

E' altrettanto buona regola accertarsi circa la massima dimensione trasportabile sull'automezzo - soprattutto in altezza - la dimensione delle eventuali aperture presenti sul luogo di installazione per il passaggio del quadro, la presenza sia sull'automezzo sia sul luogo di installazione di adeguati sistemi di sollevamento e movimentazione.

In relazione al peso del quadro, da dichiarare se richiesto, occorrerà verificare che i sistemi di sollevamento e movimentazione previsti sul quadro e disponibili sul luogo di installazione siano compatibili con il peso effettivo del quadro onde evitare danneggiamenti o situazioni pericolose per gli addetti.

Il paragrafo 6.2.2 della norma CEI EN 61439-1 prevede che il costruttore debba specificare nei suoi documenti o cataloghi le eventuali condizioni particolari per l'installazione, la messa in servizio, il funzionamento e la manutenzione del quadro e degli apparecchi in esso contenuti. Le informazioni che normalmente devono essere fornite riguardano principalmente i seguenti aspetti:

- istruzioni per il sollevamento, riguardanti il posizionamento dei golfari e delle funi di sollevamento in relazione alle dimensioni e al peso massimo sollevabile;
- istruzioni per il trasporto, riguardanti il corretto utilizzo di rulli o transpallet sempre in funzione delle dimensioni e del peso massimo da

movimentare;

- istruzioni per il corretto posizionamento, riguardanti il fissaggio a parete o a pavimento con l'utilizzo di staffaggi o ferri di fondazione.

### **3.3 Accessibilità - Protezione contro i contatti diretti nei quadri bordo macchina**

Come accennato, 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 avvertite o istruite 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 istruita 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.

A 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 segnaliamo:

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.

### 3.4 Caricabilità

All'atto della progettazione di un quadro elettrico, uno dei parametri da tenere in stretta considerazione è la "caricabilità statica" del sistema.

E' importante considerare e quantificare attraverso unità di misure definite, quali la forza espressa in N per ottenere il corrispondente valore in kg attraverso la seguente formula:

$$F [N] = m [kg] \cdot g [m/s^2] = \text{peso dell'armadio}$$

Devono essere considerati con grande attenzione i parametri legati alla tipologia specifica di sollevamento che può essere realizzata come segue:

- 1) Con specifici golfari di sollevamento.

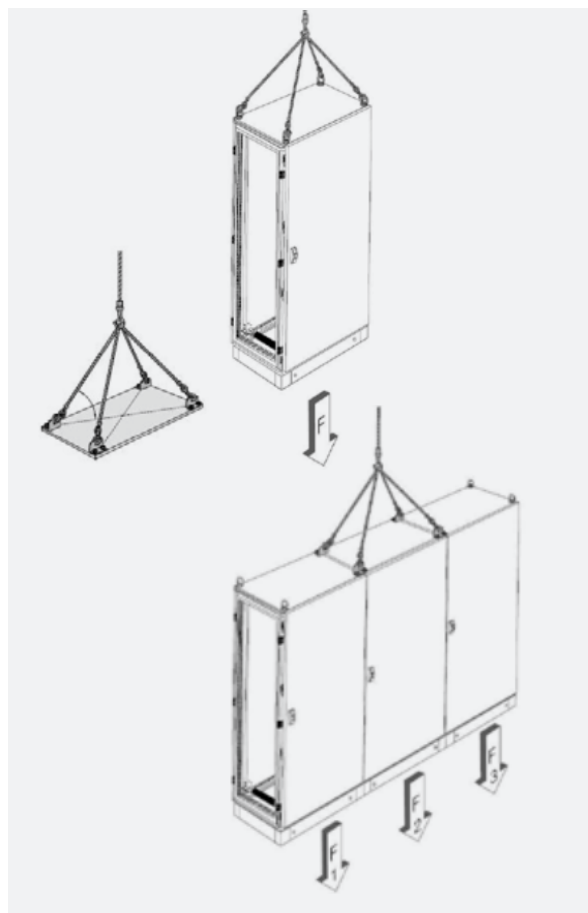
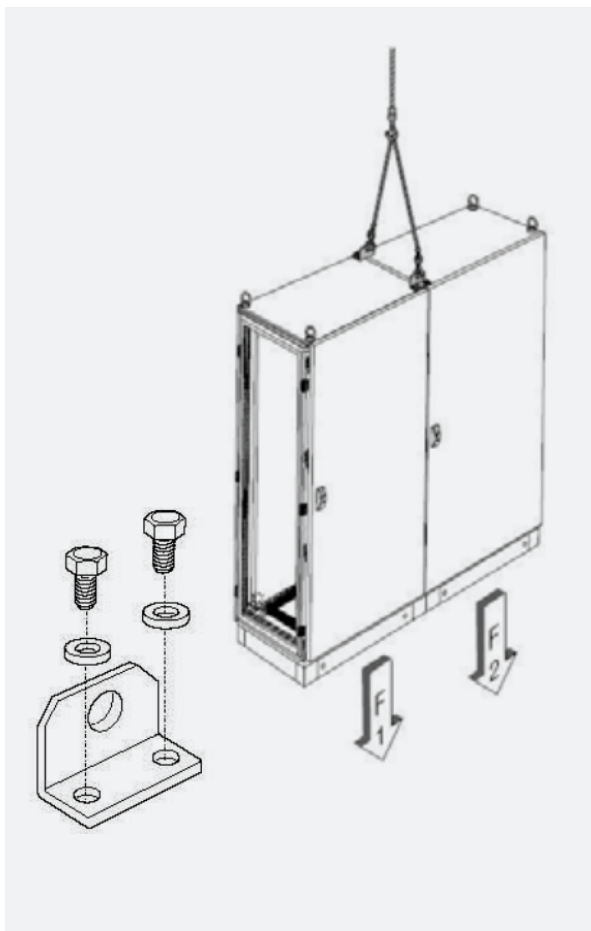


Esempio di ripartizione carichi:

F	13.600 N	4.800 N	6.400 N	Max. 14.000 N



2) Attraverso squadrette di sollevamento per un'ottimale distribuzione del carico per armadi accoppiati e movimentati via cavi di sollevamento.



#### 4) Trasporto tramite zoccolo

Per il trasporto di batterie di armadi è possibile utilizzare tale sistema tramite due traverse di sollevamento saldate all'interno dello zoccolo a passi ben determinati lungo tutta la lunghezza dello zoccolo (mediamente da 2 a 5 m).

3) Attraverso funi di sollevamento in esecuzione piramidale e unico punto di sollevamento. Armadi singoli o in batteria con sollevamento via funi e con un sistema di distribuzione ottimale del carico a

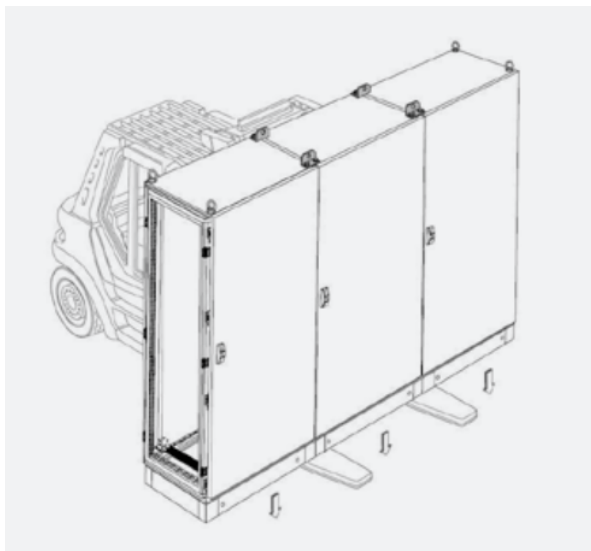
seconda delle seguenti inclinazioni dei cavi:

- per armadio singolo;
- con cavo angolo 45°;
- con cavo angolo 60°;
- con cavo angolo 90°.

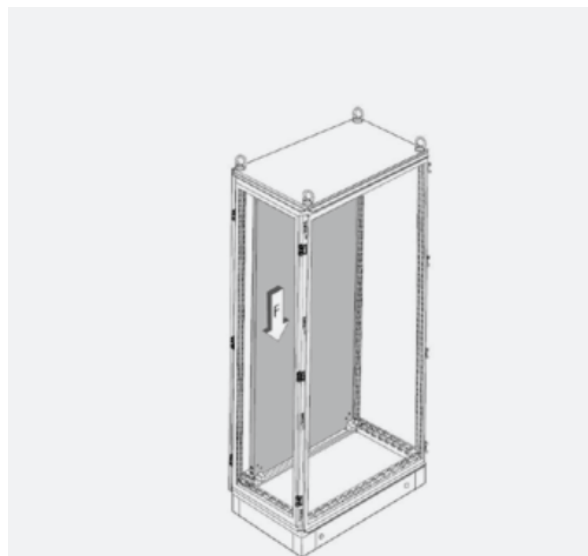
I valori di caricabilità dipendono dai costruttori.



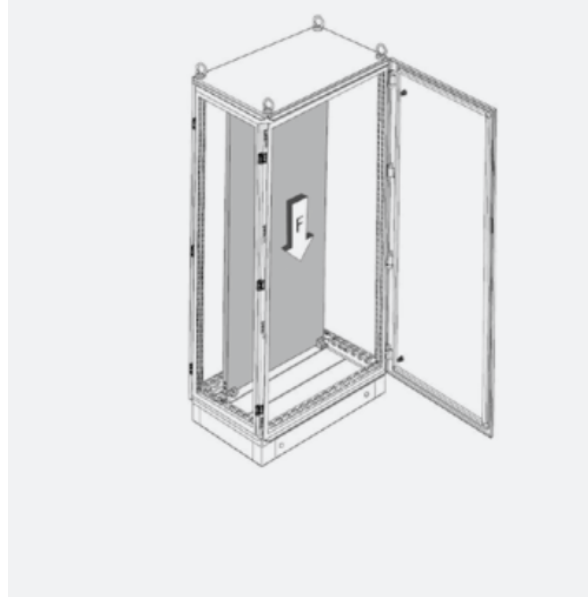
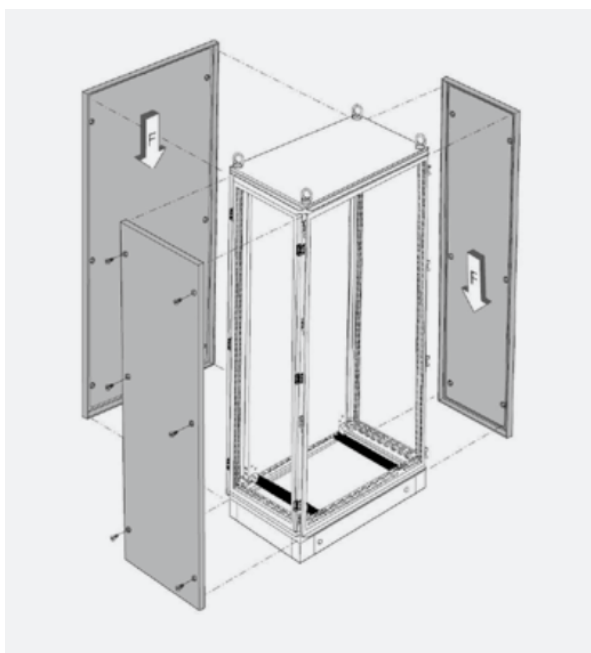
In caso di sollevamento tramite carrelli elevatori per armadi come di seguito rappresentati con le squadrette di sollevamento e i kit di unione, devono essere rispettati i valori di carico specificati dal costruttore.



Le piastre di montaggio sono idonee in funzione del loro posizionamento all'interno del quadro così come sotto indicato. Le piastre di montaggio tutta ampiezza o parziali sono in grado di supportare differenti carichi in funzione delle modalità di posizionamento all'interno della carpenteria. Consultare il manuale tecnico del costruttore per identificare la miglior soluzione.



Nel caso di installazione o integrazione di componenti particolarmente pesanti complementari al quadro (ad es. condizionatori per quadri di comando), è necessario rispettare i carichi massimi ammissibili a seconda della porta, delle pareti laterali o del retro.



### 3.5 Dimensionamento termico

Sempre più spesso le cause del malfunzionamento o del guasto alle apparecchiature elettriche ed elettroniche all'interno dei quadri di comando e bordo macchina sono da attribuire 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 dalla 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.

#### Analisi termica all'interno del quadro

Occorre innanzitutto identificare i dispositivi più delicati, ovvero i principali elementi da proteggere. E' importante conoscere la temperatura massima e il livello di umidità critico di ciascun dispositivo. La soluzione di gestione termica dovrà essere dimensionata in base alla temperatura critica dell'elemento più delicato. Normalmente 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

Prima di eseguire il calcolo termico è importante raccogliere informazioni dettagliate sul valore della dissipazione termica per ciascun componente che ovviamente andrà a influire sulla temperatura interna del quadro di comando.

### Analisi termica all'esterno del quadro

Occorre in questo caso misurare la temperatura dell'aria e il livello di umidità (%). Per garantire calcoli affidabili, la misurazione della temperatura esterna dovrebbe essere effettuata per un periodo significativo (non meno di 24h). Alla fine della misurazione si deve ottenere la temperatura media massima (Te max) e la temperatura media minima (Te min). Misurando invece la percentuale di umidità si può determinare se l'ambiente è:

- Asciutto: livello di umidità < 60%;
- Umido: livello di umidità tra 60% e 90%;
- Molto umido: livello di umidità > 90%.

Incrociando il dato di umidità con le variazioni di temperatura dell'ambiente rilevate, è possibile determinare se c'è la possibilità di presenza o meno di condensa all'interno del quadro.

Infine è essenziale misurare e analizzare la qualità dell'aria nell'area di installazione del quadro di comando. Anche una semplice ispezione potrebbe bastare per capire se l'ambiente di installazione può essere considerato difficile o ostile. Alcuni esempi di ambienti difficili:

- Aree con presenza di oli, solventi e sostanze aggressive;
- Atmosfera salina, corrosiva o zuccherina;
- Ambienti polverosi: cementifici, mulini, lavorazione del legno, della ceramica, della gomma, etc.;
- Impianti nucleari, chimici, petrolchimici, ecc.;
- Stabilimenti tessili

Conoscendo a fondo l'ambiente di installazione si è poi in grado di ottimizzare la soluzione termica (es: tipologia e spessore dei filtri) e il livello di protezione dell'armadio.

### Soluzioni di ottimizzazione termica

Esistono due principali famiglie di soluzioni per la gestione termica: le cosiddette soluzioni "passive" (naturali e praticamente gratuite) e le soluzioni "attive" (soluzioni correttive che possono essere considerate costose).

#### Soluzioni "passive"

La determinazione di soluzioni di questo tipo passa attraverso dieci passi.

##### 1) Scelta del materiale

La scelta del materiale del quadro è essenziale per assicurare la dissipazione naturale del calore rilasciato dai dispositivi elettrici o elettronici. Tutti i tipi di materiale possono essere caratterizzati da un coefficiente totale di trasmissione del calore (K). Esistono materiali che favoriscono maggiormente la trasmissione e dissipazione del calore generato all'interno del quadro rispetto ad altri che invece tendono a isolare e quindi sfavorire la dissipazione del calore. Trasmissione totale del calore = tutti i processi che contribuiscono alla trasmissione del calore:

$$Q = K \times S \times (T_e - T_i)$$



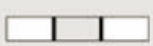




Ad esempio, valori medi di K: Ferro: 5,0...5,5  
Alluminio: 12,0 Poliestere: 3,5

##### 2) Aumento delle dimensioni del quadro

Come il materiale, anche le dimensioni del quadro (la superficie utile occupata in m<sup>2</sup>) influiscono sul livello di temperatura interno. Quando la temperatura media massima esterna è favorevole (<= 35°C), aumentando le dimensioni dell'armadio è possibile ridurre la temperatura interna e rallentare l'eventuale aumento di temperatura. Ovviamente non sempre è possibile aumentare le dimensioni del quadro.

##### 3) Posizione del quadro

La modalità di installazione del quadro è un fattore che non deve essere trascurato, infatti le pareti del quadro influiscono sul processo di trasferimento del calore. C'è infatti differenza di capacità di trasmissione del calore tra un quadro con tutte le pareti accessibili e un altro posizionato in una nicchia.

Tipo di installazione del contenitore con formula per il calcolo di A [m <sup>2</sup> ]	
	Contenitore singolo libero su tutti i lati $A = 1,8 \cdot A \cdot (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Contenitore singolo a parete $A = 1,4 \cdot L \cdot (A + P) + 1,8 \cdot P \cdot A$
	Contenitore d'inizio o fine fila, libero $A = 1,4 \cdot P \cdot (A + L) + 1,8 \cdot L \cdot A$
	Contenitore d'inizio o fine fila, a parete $A = 1,4 \cdot A \cdot (L + P) + 1,4 \cdot L \cdot P$
	Contenitore centrale libero $A = 1,8 \cdot L \cdot A + 1,4 \cdot P \cdot A + P \cdot A$
	Contenitore centrale a parete $A = 1,4 \cdot L \cdot (A + P) + L \cdot A$
	Contenitore centrale a parete, tetto coperto $A = 1,4 \cdot L \cdot A + 0,7 \cdot L \cdot P + P \cdot A$

#### 4) Isolamento del quadro

Quando la temperatura esterna è elevata (>35°C), l'ingresso del calore attraverso le superfici del contenitore aumenta la temperatura interna. Quindi se viene costantemente registrata una temperatura esterna elevata (>40°C) e viene rilevata una principale fonte di irraggiamento, la soluzione consigliata consiste nell'isolare termicamente la parete del quadro maggiormente "colpita". In questo caso ovviamente l'estrazione del calore deve essere eseguita in maniera "attiva", utilizzando un gruppo di raffreddamento o uno scambiatore aria-acqua. L'isolamento può essere utilizzato anche come soluzione "passiva" quando la temperatura esterna è molto bassa, ad esempio: installazioni in locali di deposito refrigerati, all'esterno, ecc.

#### 5) Disposizione del carico di potenza

La distribuzione dei carichi all'interno del quadro offre molti vantaggi tra cui: - Evita i punti caldi indesiderati; - Riduce la temperatura media del quadro; - Migliora l'efficienza della soluzione termica. Esistono alcune regole da osservare per la disposizione delle apparecchiature all'interno del quadro: - Rispettare le distanze per permettere la circolazione dell'aria all'interno del quadro

(almeno 100- 200mm da griglie e ventole, ecc...); - Creare una colonna d'aria che copra tutta l'altezza del quadro, fra la presa d'aria e il punto di uscita. In questo modo si evitano il surriscaldamento e le perdite di efficienza termica.

#### 6) Spostamento dei carichi elettrici passivi all'esterno

Nella maggior parte degli impianti di produzione, all'interno dei quadri sono installate apparecchiature elettriche che rilasciano grandi quantità di calore. Ad esempio i variatori di velocità rilasciano parecchio calore durante il loro funzionamento. Tale calore deve essere estratto tramite unità di raffreddamento (soluzioni "attive"), a meno che le apparecchiature vengano installate all'esterno. In questo caso si riduce la potenza delle soluzioni termiche e il relativo consumo elettrico.

#### 7) Disposizione dei cavi

È necessario adottare buone abitudini per il cablaggio:

- I cavi non devono essere appoggiati ai dispositivi;
- Le griglie di ventilazione non devono essere ostruite;
- Bloccare/fissare i cavi con elementi di fissaggio.

#### 8) Gestione del flusso d'aria

È necessario evitare di bloccare gli sfiati dell'aria delle apparecchiature elettroniche. Si consiglia di lasciare sempre almeno 100/200mm di spazio sopra e sotto al dispositivo.

#### 9) Aerazione o convezione naturale

L'emissione di calore delle apparecchiature all'interno dei quadri genera un moto di convezione naturale (flusso di evacuazione dell'aria calda).

#### 10) Dissipazione e circolazione naturale dell'aria

Il fenomeno della dissipazione naturale (o passiva) del calore dipende da numerosi parametri:

- Sito di installazione del quadro (temperatura, qualità...dell'aria circostante il quadro);
- Superficie del quadro utilizzabile per lo scambio termico;

- Tipo di materiale (acciaio, poliestere, etc.);
- Altri parametri come la disposizione dei carichi, il cablaggio, etc.

È sempre essenziale miscelare l'aria all'interno dei quadri al fine di :

- Distribuire il calore per uniformare e abbassare la temperatura;
- Raffreddare i punti caldi localizzati;
- Distribuire l'aria fredda eventualmente rilasciata da un'unità di raffreddamento.

### Soluzioni "attive"

Come soluzioni attive si intendono tutte quelle soluzioni che prevedono l'utilizzo di apparecchiature per l'abbassamento/innalzamento della temperatura all'interno del quadro. Le apparecchiature utilizzate possono essere diverse a seconda della situazione installativa in cui ci si trova. Qualsiasi sia l'apparecchiatura correttiva utilizzata, in ogni caso è necessario utilizzare dispositivi di controllo termico. Tali dispositivi permettono di misurare temperatura e umidità all'interno del quadro e quindi di gestire le apparecchiature correttive in modo da stabilizzare i livelli di temperatura e umidità e mantenere le condizioni termiche ideali all'interno del quadro. I dispositivi di controllo termico vanno posizionati nella parte superiore del quadro (che è la più calda) nel caso di termostati, nella parte più bassa (è la più umida) nel caso degli igrostatii oppure vicino ai dispositivi più delicati.

Esistono diverse apparecchiature correttive:

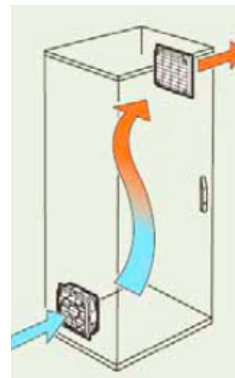
#### 1) Convezione forzata

Sono tutte le soluzioni di convezione passiva che si realizzano con l'utilizzo di griglie laterali, superiori e dispositivi di sollevamento del tetto. In assenza del filtro, la velocità del flusso di dissipazione naturale risulta superiore. Tuttavia questo è possibile solo in presenza di aria esterna molto pulita, aree climatizzate e di filtraggio efficace dell'aria. Condizione necessaria per poter implementare tale soluzione è che la differenza tra Temperatura interna ( $T_i$ ) e la Temperatura esterna ( $T_e$ ) deve essere sempre  $\geq 10^\circ\text{C}$ .

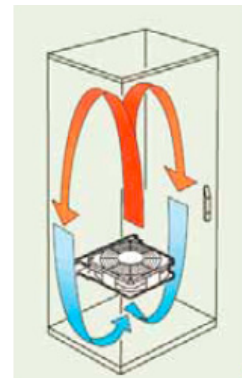
#### 2) Ventilazione forzata

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 ( $T_i$ ) e la Temperatura esterna ( $T_e$ ) 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 riscaldi troppo velocemente si consiglia di utilizzare una ventola centrifuga (ventilazione con estrazione dal tetto).

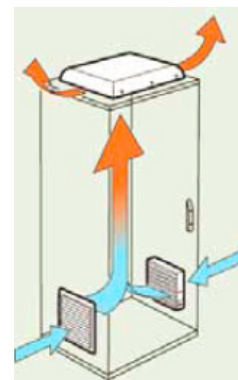
#### Esempi applicativi:



Ventilazione forzata

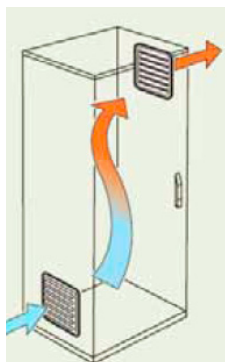


Ventilazione interna quadro

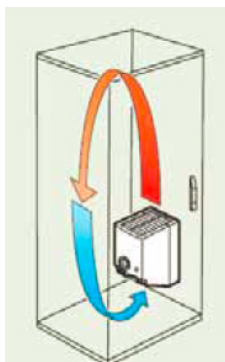


Ventilazione con estrazione aria dal tetto

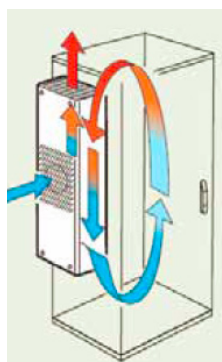




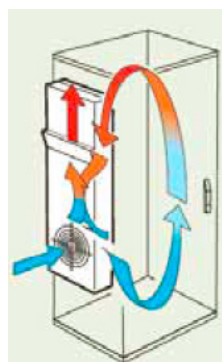
*Ventilazione naturale*



*Riscaldatore anti-condensa*



*Applicazione con condizionatore*



*Applicazione con scambiatore di calore aria/aria*

### 3) Gestione della temperatura tramite condizionatori d'aria

Le unità di raffreddamento sono ampiamente utilizzate per raffreddare e per deumidificare l'aria all'interno dei quadri di comando. Solitamente si utilizza un condizionatore quando la temperatura esterna non è favorevole, quindi maggiore di 35°C e l'atmosfera è mediamente inquinata. In questo caso si deve utilizzare un filtro adatto all'ambiente di installazione.

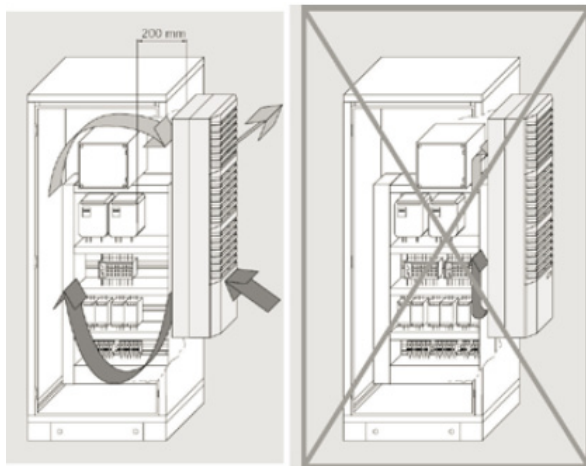
Alcuni accorgimenti da prendere :

- Utilizzare un deflettore per evitare lo shock termico ovvero quando l'aria fredda del condizionatore è a contatto diretto con lo sfianto d'aria calda delle apparecchiature. In questi casi si potrebbe anche formare della condensa nel quadro.
- Evitare di ostruire lo sfianto del condizionatore d'aria. Il blocco potrebbe ridurre le prestazioni.
  - Nel caso di condizionatori da tetto è necessario lasciare almeno 150 mm di spazio laterale tra l'estremità del quadro e la bocca di aria fredda del condizionatore.
- Negli spazi/ambienti molto ristretti la temperatura ambiente può facilmente raggiungere i 55°C determinando poi il blocco del gruppo di raffreddamento.
- Verificare che il quadro sia sigillato e che lo siano soprattutto i punti "deboli" ovvero l'ingresso cavi. Sarebbe opportuno sigillare l'ingresso cavi con schiuma o altro.

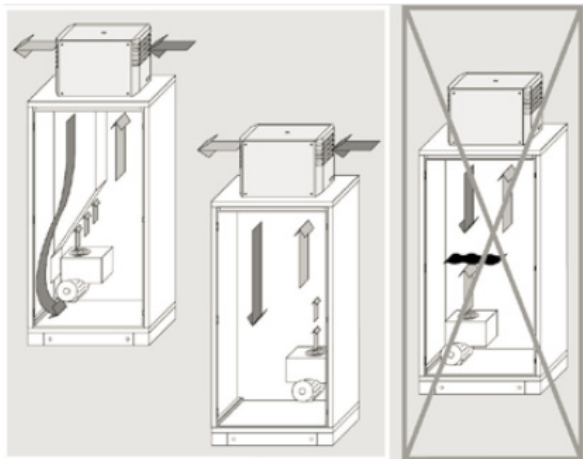
- Eseguire manutenzione regolarmente, in particolare verificare lo stato e pulizia dei filtri e pulire le alette della batteria condensante fatto salvo che siano state trattate in modo da ridurre il più possibile i depositi di polvere. Nel caso di ambienti critici, sostituire i filtri almeno ogni quattro settimane.
- Evacuare l'acqua di condensa. Esistono soluzioni "passive" come collegare un tubo allo scarico dell'acqua o utilizzare un contenitore per il recupero dell'acqua. Si consiglia di utilizzare tubi trasparenti per identificare eventuali ostruzioni. Esistono anche soluzioni "attive" che permettono l'evaporazione dell'acqua tramite resistenza elettrica installata internamente al condizionatore.

#### Distanze utili da mantenere nel quadro:

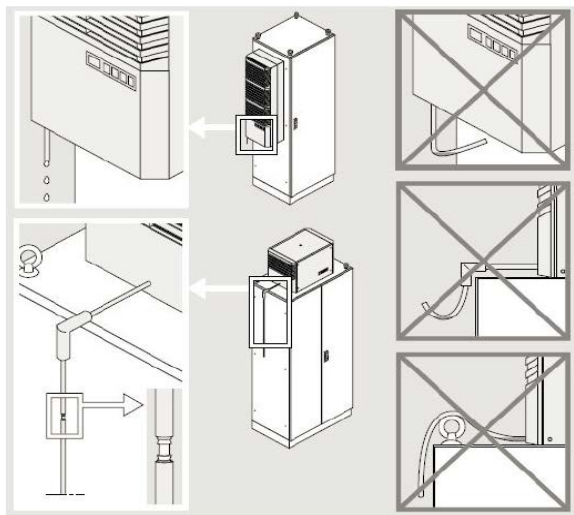
Condizionatori - montaggio laterale







Evacuazione acqua di condensa in assenza di resistenza anticondensa



#### 4) Gestione della temperatura tramite scambiatori aria-acqua

Gli scambiatori aria-acqua vengono utilizzati principalmente per il raffreddamento dei quadri installati in ambienti difficili o a temperatura controllata (ad esempio camera bianca), inquinati e ostili, quali cementifici, produzione di vernici, officine con presenza di oli, etc. E' una soluzione che permette di avere il quadro sigillato (IP55) quindi evita che l'aria interna al quadro venga inquinata e allo stesso tempo permette di dissipare grandi quantità di calore grazie allo scambio di fluidi. È necessario però avere accesso all'acqua fredda da mettere in ingresso allo scambiatore che può essere reperita dal circuito di raffreddamento della macchina o da un chiller appositamente dimensionato.

Un'alternativa agli scambiatori aria-acqua esterni, può essere l'utilizzo di "cold-plate", ovvero un sistema interno al quadro composto da piastre di montaggio in acciaio con annegato un circuito contenente liquido refrigerante a temperature leggermente più alte di quello utilizzato negli scambiatori (circa 20°C).

#### 5) Gestione della temperatura tramite scambiatori aria-aria

L'uso di scambiatori aria-aria richiede una differenza di temperatura di almeno 10°C ( $T_i > T_e$ ) tra l'interno e l'esterno del quadro. Si mantiene il grado di protezione IP55 e la frequenza di manutenzione è molto inferiore rispetto al caso di impiego di ventole. Non è richiesto l'impiego di filtri perché i circuiti dell'aria interni ed esterni vengono mantenuti separati dallo scambiatore. È una soluzione ideale per: sale a temperatura media intorno ai 25°C, aree dotate di sistemi di condizionamento dell'aria e per ambienti quali quello agroalimentare in cui la temperatura dell'ambiente è controllata e adeguata per raffreddare il quadro ma ci sono sostanze corrosive e potenzialmente dannose nell'aria dell'ambiente.

#### 6) Riscaldatori a resistenza

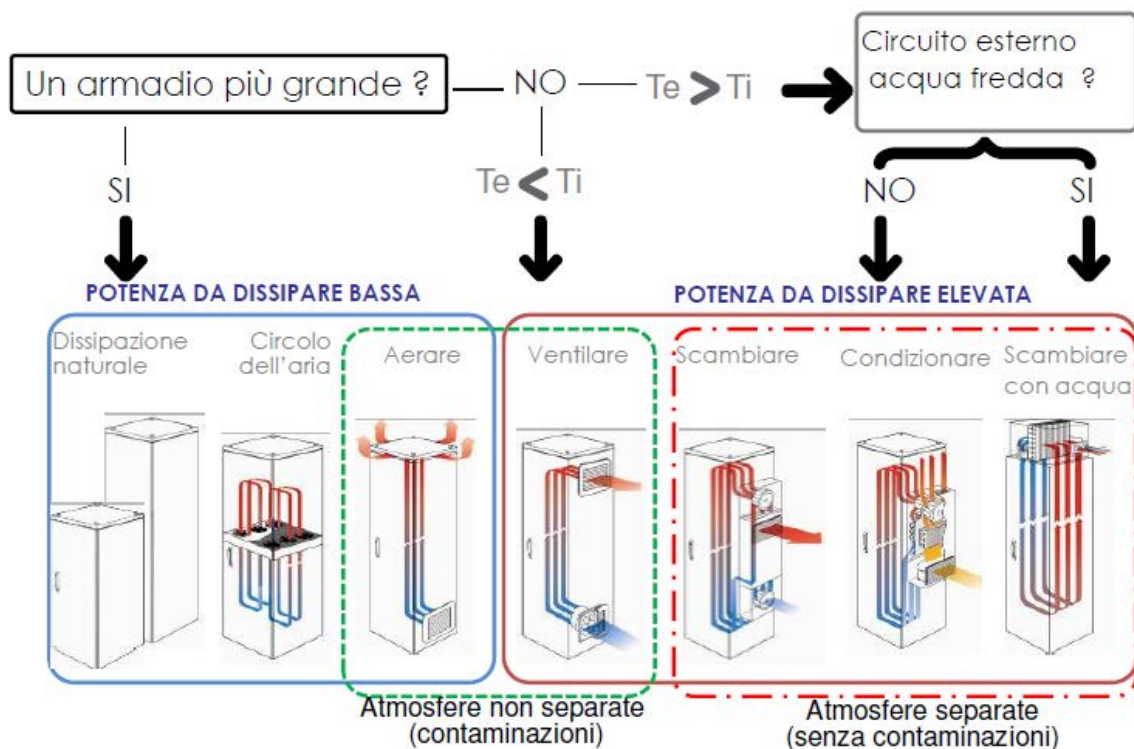
Le variazioni della temperatura esterna al quadro o livelli di temperatura particolarmente bassi (<5°C) possono dare luogo a fenomeni di condensa e quindi causare malfunzionamenti alle apparecchiature elettriche/elettroniche installate nel quadro. Per ovviare a questo problema è consigliabile installare nel quadro i riscaldatori a resistenza (o resistenze anti condensa) le quali mantengono costante la quantità di vapore acqueo in sospensione e quindi evitano la condensa. Nel caso si utilizzi tale dispositivo bisogna assicurarsi che il quadro sia sigillato (IP55 o oltre) in modo da non far entrare al suo interno l'umidità proveniente dall'ambiente esterno. Le resistenze anti condensa devono essere installate sul fondo dell'armadio, cioè nella parte più bassa, in modo da sfruttare la convezione naturale che si crea per il calore da esse generato. Ricordarsi sempre di lasciare dello spazio, almeno 150 mm, tra la resistenza e il primo dispositivo più vicino.

## Conclusioni

Cercando quindi di riassumere le procedure consigliate per la gestione termica dei quadri si possono identificare i seguenti passi:

- Visitare preventivamente la sede e l'area in cui verrà installato il quadro o raccogliere le informazioni necessarie per avere una conoscenza solida delle condizioni ambientali, etc.;
- Scegliete il materiale più adatto all'ambiente di installazione pensando alla capacità e alle caratteristiche di regolazione termica intrinseche del materiale, etc.;
- Analizzate le condizioni termiche all'interno e all'esterno del quadro per un periodo significativo;
- Attenetevi scrupolosamente alle istruzioni di installazione del produttore: montaggio, cablaggio, dimensioni degli spazi di aerazione, etc.;
- Prevedere un sistema di controllo della temperatura e dell'umidità interna al quadro soprattutto quando si utilizzano soluzioni passive (per l'attivazione/disattivazione ventole) o con scambiatori aria-acqua (per apertura/chiusura elettrovalvola);
- Valutate le soluzioni di gestione termica "passive" prima di prendere in considerazione qualunque soluzione "attiva";
- In caso di scelta della soluzione attiva preferire le soluzioni con miglior efficienza/risparmio energetico (gestione elettronica, inverter, heat-pipe, etc.).

Schema per scegliere la soluzione termica corretta in caso di sovratemperatura:



### 3.6 Compatibilità elettromagnetica – EMC

La compatibilità elettromagnetica (EMC) è la capacità di un dispositivo elettrico di funzionare in modo adeguato nel proprio ambiente elettromagnetico, di cui fanno parte anche altri dispositivi, senza influenzarlo in modo dannoso.

Da ciò risultano i requisiti essenziali della schermatura alle radiazioni elettromagnetiche: riduzione dell'emissione di disturbi e resistenza all'immissione degli stessi. La schermatura EMC è una caratteristica di qualità irrinunciabile ed il progettista deve tenere conto dei requisiti di protezione regolamentati dalla legge e dei rischi tecnici già in fase di progettazione delle apparecchiature.

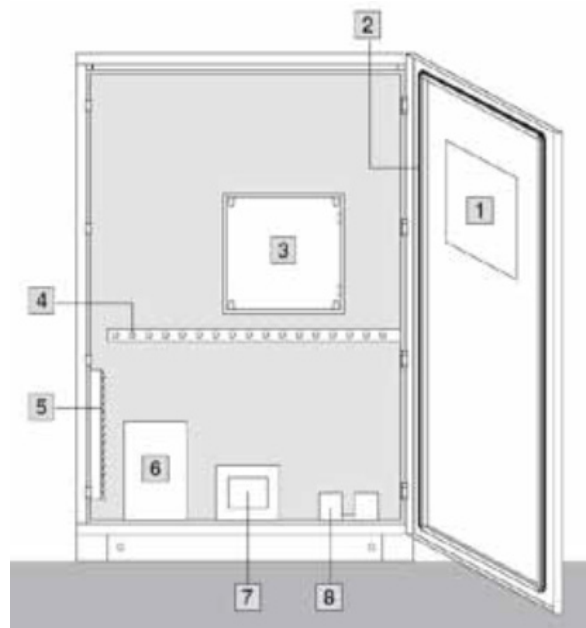
Per l'armadio elettrico, che funge da contenitore di apparecchiature di controllo, di sistemi elettrici e elettronici, occorre tener conto di quanto segue:

- Al giorno d'oggi, l'armadio elettrico ospita componenti elettronici sempre più veloci, ossia i tempi di commutazione sempre più brevi provocano frequenze sempre più elevate di tensioni e di correnti.
- Il consumo energetico sempre più ridotto, ossia un basso livello di tensione e di corrente, facilita l'influenzamento reciproco a seguito di accoppiamenti di disturbi.
- L'installazione dei controllori in spazi sempre più ristretti, con distanze ridotte tra i componenti e le linee, provoca sempre più spesso l'accoppiamento di disturbi su percorsi diversi.
- Il progresso tecnico aumenterà ulteriormente questi rischi. Con l'armadio elettrico in esecuzione standard, realizzato in lamiera d'acciaio verniciata, è sufficiente tener conto di alcune semplici regole per l'allestimento interno, per contribuire notevolmente alla schermatura EMC di sistemi di controllo di macchine ed impianti.

Inoltre, nelle applicazioni con influssi elettromagnetici ad alta frequenza, può essere

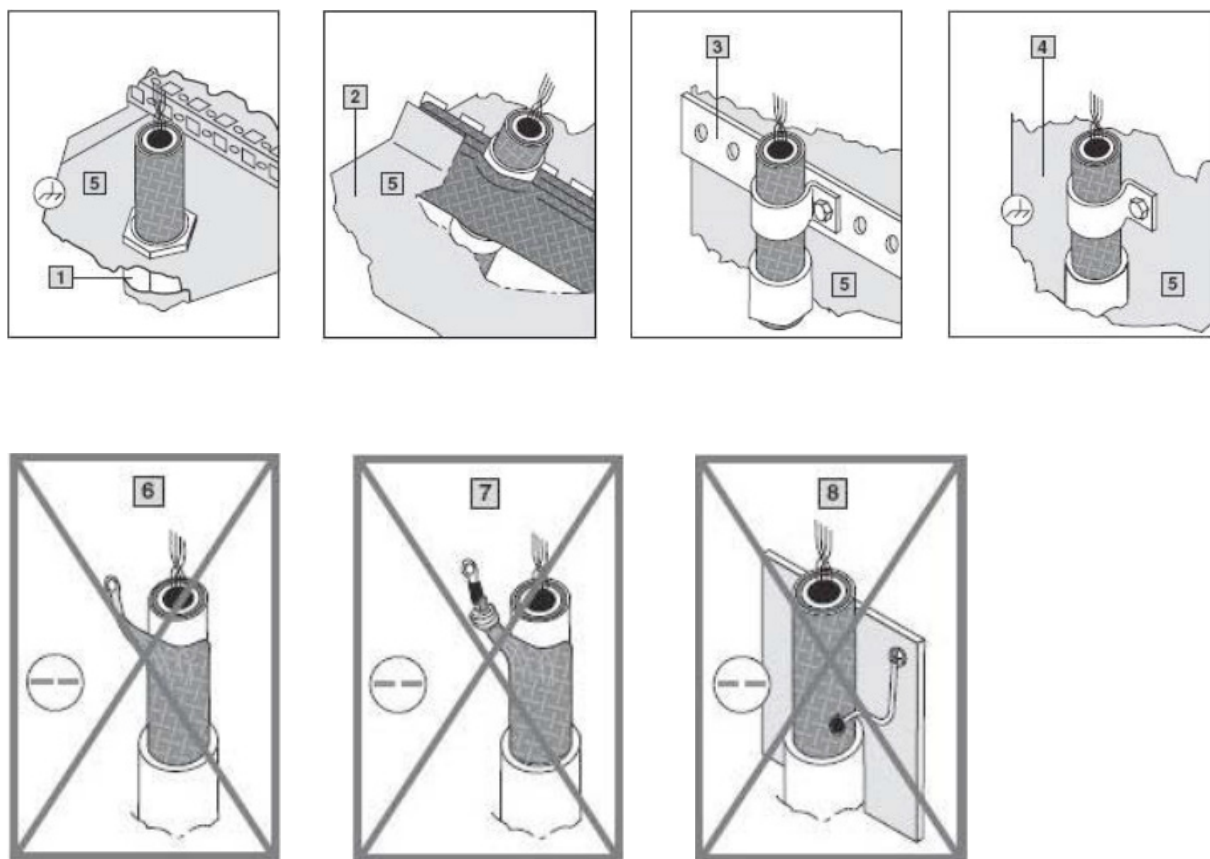
necessario l'impiego di un contenitore schermato HF (controle alte frequenze) con effetto schermante migliorato. Soltanto con delle misurazioni si può dire con certezza quale versione di contenitore sia necessaria o sufficiente per rispettare determinati valori limite normalizzati.

Allestimenti nell'armadio per un effetto schermante ottimale:



- 1) Finestre di ispezione schermate il più piccole possibili.
- 2) Guarnizione conduttiva tra il contenitore e le parti piatte esterne.
- 3) Contenitore nel contenitore.
- 4) Compensazione del potenziale per mezzo di guide o di piastre di montaggio metallizzate.
- 5) Aperture per la climatizzazione con filtri HF.
- 6) Filtro di rete/protezione dalle sovratensioni nel punto di ingresso, contatti su ampia superficie.
- 7) Linee segnali non schermate attraverso filtri collegati in modo conduttivo al punto di ingresso nel contenitore.
- 8) Linee schermate attraverso passacavi PG (schermati) EMC.

Connessione degli schermi dei cavi nel punto di ingresso:



- 1) Ideale contatto tutto intorno. Passacavi EMC.
- 2) Fondi in lamiera EMC.
- 3) Profilato di schermatura EMC.
- 4) Compensazione del potenziale sulla piastra di montaggio.
- 5) Lamiera d'acciaio conduttiva.
- 6) Capocorda saldato.
- 7) Treccia stagnata.
- 8) Banda di messa a terra saldata.

### 3.7 ATEX – Attività con ambienti potenzialmente esplosivi e classificazione

Le leggi italiane di riferimento sono le seguenti:

- DLgs. 81/2008 SULLA SICUREZZA SUI LUOGHI DI LAVORO PER OGNI ATTIVITA' LAVORATIVA;
- Dlgs. 233/03 (recepimento del 99/92/CE): prescrizioni per la tutela della sicurezza dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive;
- DPR 126/98 (recepimento 94/9/CE): prescrizioni per la messa in sicurezza di tutte quelle aziende con la presenza di rischio di esplosione – escluse quelle che ricadono nella direttiva Seveso.

Le norme di riferimento sono la EN 60079 per le atmosfere potenzialmente esplosive a causa della presenza di gas e EN 61241 per la presenza di polveri.

La Direttiva Europea di riferimento, per tutti gli stati membri, è la seguente: **94/9/CE/ATEX**. La direttiva si applica agli apparecchi e ai sistemi di protezione (materiali di miniera e di superficie), elettrici e non elettrici, destinati a essere utilizzati in atmosfera esplosiva, nonché ai dispositivi utilizzati al di fuori di atmosfere esplosive, ma che influenzano gli apparecchi ivi installati.

L'ATEX, che vuol dire ATmosfera EXplosive, impone di analizzare i rischi associati alla presenza di POLVERE e GAS nelle varie tipologie di attività industriali e artigianali. In buona sostanza impone di:

- Individuare le zone a rischio (da qui l'esigenza della classificazione delle zone e quindi dei relativi materiali);
- Mettere in sicurezza gli impianti, sia dal punto di vista elettrico sia dal punto di vista meccanico (da qui l'esigenza degli installatori di quadri di utilizzare componenti idonei a essere installati in determinate zone).

Nella seguente tabella (Apparecchiature per installazioni in superficie gruppo II) Vediamo quali sono le zone:

#### APPARECCHIATURE PER INSTALLAZIONI IN SUPERFICIE GRUPPO II

ZONE	0	20	1	21	2	22
Natura della atmosfera	G gas	D polveri	G gas	D polveri	G gas	D polveri
Atmosfere esplosive	Presenza permanente		Presenza intermittente		Presenza episodica	
Categoria di apparecchiature che possono essere usate secondo la <b>Direttiva 94/9/CE</b>	1		2		3	

Dal gruppo di appartenenza in generale, si scende in particolare alla suddivisione delle zone. Questa suddivisione dipende dalla probabilità di presenza di materiali a rischio esplosione (questa suddivisione deve essere fatta dall'azienda utilizzatrice).

L'azienda (Cliente) dovrà eliminare o minimizzare il rischio sia con la PREVENZIONE (ad esempio agendo sulla concentrazione o sulla temperatura delle sorgenti d'innescio) sia con la PROTEZIONE limitando gli effetti mediante misure di protezione costruttive.

A seconda della zona, l'azienda utilizzatrice (Cliente), dovrà scegliere materiale etichettato propriamente per essere installato all'interno di una ben determinata zona. L'azienda inoltre dovrà esporre il seguente marchio come cartellonistica.



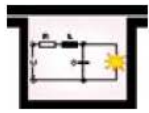





Il produttore (Fornitore) dovrà certificare ed etichettare il prodotto, oltre che con il marchio CE anche con il marchio Ex.





Dalle considerazioni sopra esposte ne consegue che i prodotti vengano classificati, come anche mediante la loro caratteristica di fungere come mezzo di protezione:

Protezione		Zone						Definizione	Rappresentazione semplificata
		0	20	1	21	2	22		
"c"				●	●	●	●	<b>Protezione per la sicurezza nella costruzione secondo PrEN 13463-5</b> Questo standard stabilisce i requisiti di fabbricazione che sono stati identificati come sicuri, in modo da evitare qualsiasi fonte di incendio come frizione o scintille. Si applica agli apparecchi che possono essere soggetti a frizioni e movimenti. (frizioni, freni, cuscinetti, molle ...)	
"d"				●	●	●	●	<b>Rivestimento antidefiagante</b> Le parti che potrebbero provocare l'accensione dell'atmosfera circostante sono racchiuse in una custodia resistente alla pressione sviluppata da un'esplosione interna di una miscela esplosiva. Tale custodia impedisce la propagazione di una combustione verso l'atmosfera circostante.	
"e"				●	●	●	●	<b>Sicurezza aumentata</b> Misure adottate per evitare, con un elevato coefficiente di sicurezza, che si verifichi la possibilità di temperature eccessive e la comparsa di archi o scintille all'interno e all'esterno delle apparecchiature elettriche che in funzionamento normale non comportano questo rischio.	
"i"	"ia"	●	●	●	●	●	●	<b>Sicurezza intrinseca</b> Circuito nel quale, nelle condizioni di prova prescritte dalla normativa (funzionamento normale e in caso di guasto), non si verifica alcuna scintilla né alcun effetto termico capace di provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva.	
	"ib"			●	●	●	●		
"m"				●	●	●	●	<b>Incapsulamento</b> Modo di protezione nel quale le parti che potrebbero provocare l'accensione di un'atmosfera esplosiva a causa di scintille o surriscaldamento sono incapsulate in una resina, evitando che l'atmosfera pericolosa possa essere infiammata.	
"n"						●	●	Modo di protezione applicato al materiale elettrico in modo che, in funzionamento normale e in certe condizioni anormali specificate nella presente norma, non possa provocare l'accensione dell'atmosfera pericolosa circostante. Le categorie di materiale sono 5: Nessuna produzione scintille (nA), produzione di scintille (nC), custodia e respirazione limitata (nR), energia limitata (nL) e camere a sovrappressione interna semplificata (nP).	
"o"				●	●	●	●	<b>Immersione</b> Apparecchiature elettriche immerse nell'olio.	
"p"				●	●	●	●	<b>Pressurizzazione</b> Sovrapressione interna mantenuta, in relazione all'atmosfera, con un gas neutro di protezione	
"q"				●	●	●	●	Riempimento della custodia con un materiale polverulento.	





## CAPITOLO 4

### Materiali e trattamenti superficiali

Il quadro bordo macchina e il quadro elettrico per bassa tensione devono essere adatti all'impiego in un ambiente circostante e alle condizioni di funzionamento specificate dalle norme EN 61349-1 e EN 60204-1, in termini di temperature, umidità, radiazioni solari, agenti atmosferici, agenti corrosivi, sorgenti elettromagnetiche. In particolare, la Norma CEI EN 60204-1 nei paragrafi 4.4 e 11.4, prescrive che l'equipaggiamento elettrico e l'involucro, debbano essere adatti all'impiego in un ambiente circostante e alle condizioni di funzionamento specificate per l'uso previsto in termini di:

- compatibilità elettromagnetica;
- temperatura e umidità dell'aria circostante;
- altitudine;
- contaminanti (corpi solidi, liquidi, polveri acidi corrosivi, sali).

La norma tuttavia non entra nello specifico per quanto riguarda i materiali e gli aspetti costruttivi per l'equipaggiamento elettrico e l'involucro. Le scelte dei materiali e degli aspetti costruttivi sono demandate al costruttore in base agli accordi e le informazioni fornite dall'utilizzatore.

Quindi risulta fondamentale per il risultato qualitativo e funzionale finale la corretta scelta di:

- Materiali, per la resistenza fisiche e chimiche dell'ambiente circostante il quadro;
- Trattamenti superficiali, per migliorare la resistenza chimica del materiale di base e allungarne la durata nel tempo;
- Guarnizioni di tenuta, per garantire un appropriato grado di protezione ai solidi e ai liquidi

I materiali tipici utilizzati per la costruzione di contenitori per quadri elettrici, compresi quelli bordo macchina, sono principalmente i seguenti:

- acciaio al carbonio;
- acciaio inox;
- alluminio;

- poliestere rinforzato con fibra di vetro, abitualmente chiamato "vetroresina".

Di seguito sono trattate le differenti specifiche tecniche relative a questi materiali con riferimento alla composizione, alle proprietà meccaniche, alla resistenza alla corrosione, alle diverse casistiche di impiego e ai processi di verniciatura.

#### 4.1 Acciaio al carbonio

##### Proprietà generali

I metalli sono tutti solidi a temperatura ordinaria, ad eccezione del Hg (mercurio) che è liquido. Di regola sono buoni conduttori del calore e dell'elettricità e la loro conducibilità diminuisce con l'aumentare della temperatura. Hanno in generale un elevato peso specifico, sono opachi e sono in grado di assumere, con un'opportuna lavorazione della superficie, una lucentezza caratteristica. Trovano impiego industriale come elemento puro (con un certo grado di impurezze ammesse) oppure più frequentemente, come leghe, cioè come combinazione fra metalli.

Le leghe ferrose che si prestano generalmente alle lavorazioni a caldo si chiamano acciai. Ad eccezione di determinati acciai ad alto tenore di cromo, essi hanno un tenore al carbonio uguale o minore del 2%, tenore limite che li separa dalle ghise (quindi sono definiti acciaio a basso contenuto di carbonio). Gli acciai, oltre al Fe (ferro) ed al C (carbonio), contengono altri elementi chimici, alcuni dei quali si trovano come impurezze o sono dovuti al processo di fabbricazione ed altri invece che sono volutamente aggiunti per conferire determinate caratteristiche.

##### Trattamenti termici degli acciai

I trattamenti termici sono operazioni o successioni di operazioni termiche alle quali vengono sottoposti metalli o leghe metalliche allo scopo di ottenere una determinata struttura e determinate proprietà finali, con variazioni più o meno accentuate rispetto a quelle di partenza. Le operazioni vengono effettuate su materiale allo stato solido e in ambienti di natura prestabilita; ordinariamente consistono in un riscaldamento,

un mantenimento ad una certa temperatura ed un raffreddamento da tale temperatura secondo leggi determinate.

### Classificazione dei tipi di acciai

Gli acciai possono essere classificati in base alla

composizione chimica in:

- **acciai non legati:** è considerato tale qualsiasi acciaio i cui tenori minimi dell'analisi di colata indicati nelle norme o nelle specifiche non raggiungano nessuno dei valori limite indicati;
- **acciai legati:** è considerato tale qualsiasi acciaio i cui tenori suddetti raggiungano almeno uno dei valori limite di riferimento.

Le predette 2 classi sono a loro volta suddivise in base a criteri legati all'impiego in:

- **acciai di base:** acciai per i quali non è richiesta nessuna prescrizione particolare legata all'impiego;
- **acciai di qualità:** acciai che, in genere non presentano una regolarità di comportamento ai trattamenti termici;
- **acciai speciali:** acciai generalmente destinati ai trattamenti termici, per la regolarità della risposta a questi trattamenti.

### Designazione convenzionale degli acciai

La designazione degli acciai esprime, mediante simboli letterali e numerici, alcune caratteristiche complementari, necessarie ad identificare l'acciaio senza ambiguità (ad esempio un acciaio molto usato in ambiente dei quadri elettrici è il DC01 (vedere sotto una tipica scheda tecnica).

Gli acciai generalmente impiegati allo stato grezzo di produzione vengono, di regola, destinati partendo dalle loro caratteristiche meccaniche o dall'impiego; quelli destinati al trattamento termico o che presentano caratteristiche fisiche o fisico-chimiche particolari nei riguardi degli impieghi specifici sono di regola designati partendo dalla loro composizione chimica.

Gli acciai sono generalmente prodotti nei seguenti semilavorati:

- coil;

- fogli di lamiera;
- barre;
- forgiate;
- fili;
- tubi.

### Quadri di comando

Nelle applicazioni industriali dove non è richiesto un grado specifico di resistenza agli agenti chimici e ambientali, il quadro di comando è realizzato con fogli di lamiera o coils acciaio a basso contenuto di carbonio (C), che sono idonei a tutti i tipi di formatura a freddo (forature piegatura) e ai trattamenti termico-meccanici (molatura, saldatura, decapaggio). Questi acciai trovano largo impiego grazie ai costi contenuti, poiché non è richiesto un grado specifico di resistenza agli agenti chimici e ambientali. Per questo motivo sono sempre rifiniti con uno strato isolante di verniciatura a polvere o a liquido o rivestiti di uno strato di zinco con procedimenti di deposizione a caldo o a freddo (galvanizzazione).

## 4.2 Acciai inossidabili

Nelle applicazioni INDOOR e OUTDOOR (industrie alimentari, chimica, petrolchimica) dove è richiesto un alto grado di igiene e/o resistenza agli agenti chimici e ambientali, si consiglia l'uso di acciaio inossidabile AISI 304L e AISI 316L.

Gli acciai inossidabili sono delle leghe a base di ferro, cromo e carbonio arricchite di altri elementi quali nichel, molibdeno, silicio, titanio, etc. Il valore minimo di cromo affinché si possa parlare di acciaio inossidabile è pari all'11-12%. La loro caratteristica peculiare è l'elevata resistenza all'attacco corrosivo degli agenti atmosferici. Questa caratteristica è determinata dalla formazione spontanea sulla superficie dell'acciaio di un sottile strato di ossidi di cromo, che protegge il metallo sottostante dagli attacchi corrosivi e dalla presenza di altri elementi, quali nichel, molibdeno, titanio, etc. Questo strato, molto stabile e resistente, evita il contatto diretto tra atmosfera circostante e interno dell'acciaio e, a differenza dei comuni trattamenti di rivestimento

protettivo (zincatura, verniciatura, etc.), ha la capacità di riformarsi anche in seguito a rottura accidentale rendendo il materiale intrinsecamente resistente alla corrosione. Esistono diversi gradi di inossidabilità o in altre parole, una scala di nobiltà determinata dalla diversa composizione chimica. Gli acciai utilizzati nel settore dei quadri per l'elettronica e l'elettrotecnica sono acciaio Austenitici AISI 304L e 316L.

In particolare, il film passivo può essere più o meno resistente in funzione della concentrazione di cromo nella lega e in relazione all'eventuale presenza di altri elementi quali il nichel, il molibdeno, il titanio, etc.

Le proprietà dell'acciaio inossidabile sono:

- INSENSIBILITA' ALLE BASSE TEMPERATURE

- ALTA RESISTENZA AL FUOCO
- MAGGIORE RESISTENZA MECCANICA
- MAGGIORE IGIENE
- ROBUSTEZZA
- RESISTENZA RAGGI UV
- CONTINUITÀ ELETTRICA

Sono di solito i più utilizzati, nell'industria alimentare, chimica, enologica, casearia, conserviera, posateria, utensileria, per la produzione di attrezzature ospedaliere, chirurgiche. Una migliore prestazione rispetto al 304 L è offerta dall'acciaio 316L. Anche se più costoso del primo è impiegato in gravose condizioni di esercizio, come in ambiente marino, in presenza di acidi o di attrezzature a contatto continuo con acqua, per l'industria automobilistica, tessile, cartarie e concerie.

CARATTERISTICHE	
Insensibilità alle basse temperature	Sicurezza nell'utilizzo anche a temperature molto inferiori allo zero, grazie al mantenimento di elevata tenacità e plasticità
Alta resistenza al fuoco	L'acciaio inox mantiene le proprie caratteristiche meccaniche per un tempo circa 3 volte maggiore rispetto all'acciaio ordinario. Il suo impiego può quindi permettere di non ricorrere ad altri onerosi interventi (vernici, rivestimenti, ecc...)
Maggiore resistenza meccanica	Alle sollecitazioni ripetute (fatica) e maggiore plasticità: grazie ad entrambe queste caratteristiche se ne consiglia l'utilizzo nelle aree soggette a eventi sismici
Maggiore igiene	Non richiedono particolare manutenzione eccetto la pulizia
Robustezza	Struttura più rigida degli acciai
Resistenza raggi UV	Bassissimo deterioramento se esposti ai raggi UV
Massa Terra	Possono essere messi completamente a terra
Schermatura onde elettromagnetiche	Hanno proprietà amagnetiche (non presentano problematiche di adattabilità per gli ospedali, le stazioni radio e TV, le banche, ecc..., per l'assenza di campi elettromagnetici indesiderabili o dannosi)
Resistenza chimica	Fare riferimento ai valori tabellati in letteratura

IMPIEGHI	
AISI 304L	È di solito il più utilizzato, per svariati impieghi quali l'industria alimentare, chimica, enologica, casearia, conserviera, posateria, utensileria, caldaie, casalinghi, elettrodomestici, attrezzature ospedaliere, chirurgiche, impiantistica, industria automobilistica, edilizia, ecc... (migliore prestazione rispetto al 304 per la minore presenza di carbonio e la maggiore presenza di nichel)
AISI 316L	È consigliabile in gravose condizioni di esercizio, come in ambiente marino, in presenza di acidi o di attrezzature a contatto continuo con acqua, per strumenti chirurgici e odontoiatrici, per protesi, per l'industria automobilistica, tessile, cartarie e concerie, ecc...

### 4.3 Alluminio

L'alluminio è un metallo leggero ma resistente, con un aspetto grigio argento a causa del leggero strato di ossidazione che si forma rapidamente quando è esposto all'aria e che previene la corrosione. Le leghe leggere come l'alluminio resistono bene alla corrosione generalizzata, ma soffrono di alcuni altri tipi di corrosione, e per questo motivo vengono trattate con procedimenti come l'anodizzazione o l'applicazione di vernice protettiva. Ha basso peso specifico (pari a circa un terzo di quello dell'acciaio o delle leghe di rame), elevata resistenza alla corrosione, alta conducibilità termica ed elettrica, elevata plasticità, eccellente duttilità e malleabilità, ma difficile saldabilità (per la formazione di allumina) e quindi richiede specifiche tecniche di saldatura. Grazie ad un'eccellente resistenza alla corrosione, questo tipo di lega è ampiamente utilizzato nel settore chimico, nell'industria alimentare, nelle applicazioni marine, ma anche nelle applicazioni dove siano richiesti come requisiti base la resistenza all'umidità, alle escursioni termiche, all'irraggiamento solare, alle condizioni estreme come la nebbia salina o le scosse sismiche. Le caratteristiche di fusione e successiva solidificazione sono un presupposto essenziale che deve essere garantito durante tutto il controllo del processo produttivo.

Designazione tipica di una lega di alluminio: AlMg3

### 4.4 Vetroresina

Il poliestere rinforzato con fibra di vetro, normalmente chiamato vetroresina, che viene impiegato per la costruzione di contenitori per quadri elettrici è denominato SMC - Sheet Moulding Compounds - acronimo che identifica un particolare materiale e processo produttivo, utilizzato anche per costruzione di particolari per il mondo navale e auto motive.

L'SMC (Sheet Moulding Compounds) è un composto a base di resine poliestere insature sciolte in stirene, cariche minerali, fibre di vetro da 12 a 50 mm o a fili continui, catalizzatore, agenti di ispessimento, additivi termoplastici, distaccanti,

altri componenti minori ed eventuali pigmenti.

Si presenta in fogli, contenuti tra due film di polietilano o (poliammide), di larghezza variabile (generalmente tra 1,3 e 1,5 mm), avvolti in rulli su contenitore metallico rigido o a falde.

La composizione dell'SMC varia in base al produttore e alla destinazione di impiego. Una formulazione tipica di SMC è composta principalmente da resina poliestere insatura, additivi termoplastici, catalizzatori, distaccanti, cariche minerali, fibre di vetro, agenti di ispessimento e coloranti.

Lo stampaggio dell'SMC viene effettuato a compressione.

Il procedimento di stampaggio a compressione prevede che i fogli di resina poliestere caricata con fibre di vetro vengano posti all'interno di stampi accoppiati.

Gli stampi accoppiati vengono quindi chiusi, con pressione elevatissima, mediante presse a sviluppo verticale; grazie a questa pressione, la resina aderisce a tutte le parti dello stampo.

Durante tutto il processo di stampaggio, temperatura e pressione vengono mantenute costanti fino a quando il materiale non si è indurito.

La vetroresina è un materiale con eccellenti caratteristiche di durata nel tempo, sicurezza e facilità di installazione. I principali vantaggi nell'utilizzo dei contenitori in vetroresina riguardano la resistenza alle intemperie, all'acqua di mare ed alla maggior parte degli agenti chimici, la stabilità ai raggi UV, il comportamento al fuoco unito alla non emissione di fumi tossici e di gas alogenati in caso d'incendio.

Ulteriori vantaggi nell'utilizzo della vetroresina per la realizzazione di contenitori per quadri elettrici sono:

- 80% più leggera dell'acciaio, 30% più leggera dell'alluminio;
- non richiede l'impiego di utensili speciali né di operazioni di sbavatura;
- assenza di bave taglienti anche dopo lavorazioni come forature, tagli, ecc. e quindi nessun rischio di danneggiare i cavi o di ferirsi;

- materiale isolante, non conduttore, con elevato grado di isolamento elettrico (>7kv/mm);
  - non necessita di alcun tipo di messa a terra;
  - insensibile a fenomeni di corrosione elettrolitica;
  - inutilità di vernici e rivestimenti protettivi.
- E' usato in aziende agricole, agroalimentari, tessili, cartarie; nei trasporti (gallerie stradali e ferroviarie, ponti, stazioni ferroviarie, metropolitane, aeroporti, cantieri navali), trova impiego in edifici pubblici e commerciali, banche, supermercati, telecomunicazione, nella distribuzione dell'energia.

#### IMPIEGHI POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRA DI VETRO

Industrie di trasformazione	Resistenza alla maggior parte degli agenti chimici e agli acidi basi lo rendono adatto per l'impiego in aziende chimiche e petrolchimiche, agricole, agroalimentari, tessili, cartarie e nelle applicazioni offshore
Trasporto via aria, mare, ferroviario, stradale	Resistenza alla corrosione e non emissione di gas tossici lo rendono adatto per l'impiego in gallerie stradali e ferroviarie, ponti, stazioni ferroviarie, metropolitane, aeroporti, cantieri navali
Settore terziario	Sicurezza, resistenza al fuoco, assenza di emissioni tossiche alogenate lo rendono adatto per l'impiego in edifici pubblici e commerciali, banche, supermercati, telecomunicazione
Distribuzione dell'energia	Sicurezza e affidabilità in ambienti con presenza di umidità. Polveri, muffe, batteri unite ad un'eccellente resistenza meccanica e ad un peso ridotto lo rendono adatto in impianti di produzione di gas, elettricità, miniere, idraulica, riciclaggio, depurazione

#### CARATTERISTICHE POLIESTERE RINFORZATO CON FIBRE DI VETRO (SMC)

Assenza di corrosione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Eccellente resistenza alle intemperie, all'acqua di mare ed alla maggior parte degli agenti chimici, con conseguente riduzione dei costi di manutenzione.</li> <li>● Garanzia di lunghissima durata anche in ambienti molto corrosivi come installazioni marine, impianti di depurazione, industrie agroalimentari, tunnel, ecc.</li> <li>● Insensibilità ai fenomeni di corrosione elettrolitica.</li> <li>● Inutilità di vernici e rivestimenti protettivi.</li> <li>● Eccellente stabilità ai raggi UV.</li> </ul>
Isolamento elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Elevato grado di isolamento elettrico (&gt;7kV/mm).</li> <li>● Non necessita di nessun tipo di messa a terra.</li> </ul>
Resistenza al fuoco	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rispondente alle più severe norme internazionali sul fuoco.</li> <li>● Eccellente comportamento al fuoco, autoestinguente.</li> <li>● Totale assenza di alogeni.</li> <li>● Non emette fumi tossici né gas alogenati in caso di incendio e non contiene amianto.</li> <li>● Bassissima conducibilità termica.</li> <li>● Materiale isolante, non conduttore, resistenza alle temperature da -80 a +130°C.</li> </ul>
Facilità di lavorazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Lavorabilità senza impiego di utensili speciali, assenza di bave, non richiede operazioni di sbavatura, nessun rischio di ferirsi.</li> <li>● Nessun rischio di danneggiare i cavi.</li> <li>● 80% più leggero dell'acciaio, 30% più leggero dell'alluminio.</li> <li>● Movimentazione e trasporto ottimali.</li> </ul>

## 4.5 Proprietà dei materiali

La scheda tecnica di un materiale riporta la designazione, la composizione chimica, la norma tecnica e le caratteristiche meccaniche di resistenza agli sforzi.

### La verniciatura dei metalli:

Il decadimento dello stato originale della lamiera è un elemento molto critico. Allo scopo di evitare tale processo, la lamiera deve essere pulita adeguatamente in modo tale da sopportare al meglio l'adesione del primo strato di verniciatura e proteggere la superficie dalla corrosione, fenomeno dovuto agli agenti atmosferici quali (pioggia, sabbia, vento, etc.), impatti meccanici accidentali (rigature, urti, etc.) o stress di tipo chimico. Per le applicazioni OUTDOOR bisogna considerare fattori ambientali quali ghiaccio, neve, irraggiamento solare, vento, etc. e scegliere un contenitore con un adeguato grado di protezione, e, se necessario, installare un tetto di protezione. L'uso di vernici a base di polveri poliesteri è raccomandato per le applicazioni di prodotto in ambiente esterno, allo scopo di aumentare la resistenza ai raggi UV. In talune applicazioni bisogna considerare agenti di inquinamento/corrosione ambientali, dove il ciclo di verniciatura potrebbe non assicurare un'adeguata resistenza alla corrosione. Per questi utilizzi l'acciaio inox offre

sicuramente una soluzione più ideale, meglio di altri tipi di materiali.

Per realizzare processi di verniciatura ottimali e duraturi è necessario attenersi scrupolosamente a specifiche metodologie di lavorazione, che devono essere realizzate come segue:

- sgrassatura e lavaggio per la corretta preparazione alla prima fase di verniciatura;
- deposito, se richiesto, del primo strato di protezione (primer) e relativa essiccazione a forno statico;
- successivo strato di protezione finale da realizzarsi secondo colorazione richiesta (per realizzazione secondo specifiche RAL, gli standard attuali sono realizzati in RAL7035) e relativa essiccazione della vernice attraverso riscaldamento in forno statico. In questa fase devono essere garantiti l'ideale valore di durezza superficiale, rugosità e lucentezza.

Una soluzione alternativa a quella descritta con uguali o maggiori caratteristiche è il trattamento alle nanotecnologie (nello specifico alle nanoceramiche) e verniciatura ad immersione con processo di elettroforesi.

Le tipologie di verniciatura più comunemente usate sono:

- verniciatura a polvere;
- verniciatura a liquido.



## CAPITOLO 5

### Normative americane

Le principali differenze tra il sistema normativo nordamericano e quello europeo si possono principalmente ricondurre a:

- diversità storico – politiche;
- diverso approccio storico – tecnico.

Tra le principali differenze, si può citare quanto segue:

- le direttive europee dal 1985 in poi NON possono contenere riferimenti tecnici, ma contengono i requisiti essenziali (RES). Gli stati membri hanno l'obbligo di recepire le direttive del nuovo approccio nel diritto nazionale. I riferimenti tecnici sono contenuti nelle norme armonizzate e forniscono presunzione di conformità. I costruttori partecipano ai lavori dei comitati tecnici (TC), ma non possono ufficialmente comparire nelle norme.
- Invece il NEC (National Electrical Code), il CEC (Canadian Electrical Code) e il MEC (Mexican Electrical Code) contengono elementi utili direttamente per l'esecuzione, il montaggio, la verifica e richiamano eventuali norme specifiche.

Il NEMA (National Electrical Manufacturer Association – Associazione Nazionale Industria Elettrotecnica) è un ente normativo, con sede a Washington che rappresenta gli interessi dei costruttori elettrotecnici presso gli enti legislativi, ma non esegue prove sui prodotti né rilascia certificazioni. Emette standard di carattere puramente costruttivo che, in alcuni casi (p.e. fusibili, carpenterie), sono stati adottati da tutti gli altri enti del settore. La classificazione delle categorie di protezione secondo NEMA riguarda soprattutto la protezione delle persone dai contatti accidentali con parti dell'equipaggiamento e la protezione da influenze esterne sull'armadio di comando. UL (Underwriters Laboratories Inc.) è un ente nato originariamente da un distacco dei vigili del fuoco e oggi emana norme ed esegue i test di omologazione emettendo i relativi certificati.

Le classificazioni UL/NEMA non sono direttamente comparabili con i gradi di protezione IP, poiché sia le condizioni di prova sia la valutazione dei risultati sono differenti.

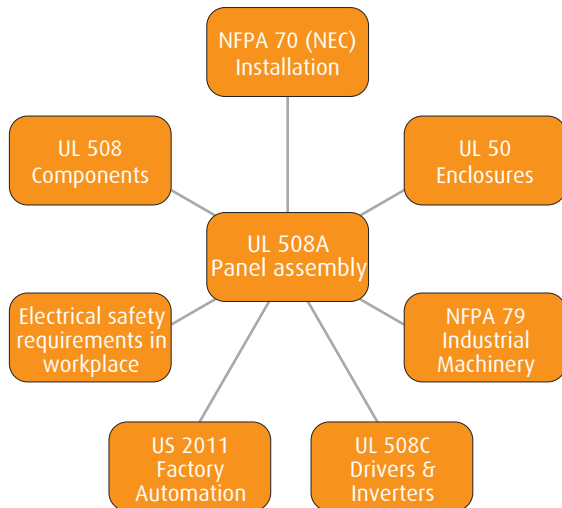
Qui di seguito una tabella riassuntiva:

UL/NEMA Type	Applicazione / Descrizione
1	Contenitore per i mpieghi p revalentemente in ambienti interni. Protetto c ontrol a penetrazione dei c orpi s olidi esterni.
3	Contenitore per i mpieghi p revalentemente in ambienti esterni. Protezione contro l a pioggia, nevischio, polvere formazionedi ghiaccio; inoltre protezione dai danni dovuti alla formazione di ghiaccio.
3R	Contenitore per i mpieghi p revalentemente in ambienti esterni. Protezione contro l a pioggia, nevischio, polvere formazionedi ghiaccio; inoltre protezione dai danni dovuti alla formazione di ghiaccio.
3S	Contenitore per i mpieghi p revalentemente in ambienti esterni. Protetto contro pioggia, nevischio e polvere. Meccanismiesternipossonoessere usatinonostante lo strato di ghiaccio.
4	Contenitore per i mpieghi p revalentemente in ambienti esterni. Protettocontro pioggia, olpi esterni,spruzzi dacqua e getti d'acqua, come pure dai danni provocati dalla formazionedi ghiaccio nella p arte e sterna del contenitore.
4X	Contenitore per i mpieghi i n ambienti interno o esterni. Protettocontro pioggia, olpi esterni,spruzzi dacqua e getti d'acqua, come pure dai danni provocati dalla formazionedi ghiaccio nella p arte e sterna del contenitore. Maggiore protezione dalla corrosione.
12, 12K	Contenitore per impieghi in ambienti interni. Protetto contro i l depositodi polvere, l'entrata di corpi esterni e liquidi gocciolanti corrosivi
13	Contenitore per impieghi in ambienti interni. Protetto contro i l depositodi polvere, l e cadute d'acqua a pioggia, o l i e m ezzi frigoriferi non corrosivi.

In sintesi, UL/ANSI/NEMA sono standard orientati più alla costruzione e all'applicazione. Le norme IEC sono più orientate alla performance e al test. I due standard permettono all'apparecchiatura di rispondere diversamente agli stessi bisogni di funzionamento.



Quali sono gli standard e le normative indispensabili a cui sono soggetti i contenitori (panel assembly)?



Devono pertanto essere assemblati da personale qualificato in conformità alle prescrizioni e ai limiti di impiego dati dal costruttore, meglio noti come Condizioni di Accettabilità. Il prodotto UR deve essere installato in conformità ai requisiti UL e alla fine l'equipaggiamento che sarà composto dal singolo prodotto UR installato correttamente darà luogo ad un prodotto UL Listed, ovvero definito e completo con un preciso scopo d'uso.

Già dall'inizio del 1998 UL e CSA introducono questo nuovo marchio che indica la conformità dei prodotti agli standard sia del Canada sia degli Stati Uniti. L'ulteriore apposizione dei marchi UL o CSA rimane facoltativa. Quando i marchi UL e CSA appaiono correlati dai suffissi "c" e "us" significa che questi prodotti sono certificati per entrambi i mercati

I principali marchi UL

• Listing:



• Recognition:



**Il marchio UL (Listed)** indica un prodotto finito (complete device) adatto a essere utilizzato in "Field Installation". Questo significa che il montaggio può essere eseguito da personale non specializzato, senza necessità di ulteriori informazioni o specifiche, in quanto il campo di applicazione è già ben definito. Tutti i prodotti marcati UL hanno un report UL che ne attesta la conformità (file che generalmente comincia con la lettera E di pubblico dominio e reperibile sul sito [www.ul.com](http://www.ul.com)).

**Il marchio UR (Recognized)** è utilizzato per i componenti generali senza un uso specifico. Questi componenti sono "Factory Installed".

Bisogna però fare particolare attenzione al fatto che, nonostante gli accordi intercorsi, esistono ancora dei problemi per quanto riguarda l'accettazione "incrociata" dei marchi unici. Accade spesso che:

- gli enti di ispezione canadesi non accettano componenti marcati solo cURus senza l'indicazione del CSA (nessun problema invece per il marchio cULus)
- gli enti ispettivi USA accettano il marchio cCSAus, ma non accettano UL all'interno di complessi (macchine, quadri, ...) omologati UL: infatti, a questo fine UL accetta solo componenti UR o UL52.

#### TYPE 1

Impiego all'interno, principalmente per fornire un grado di protezione contro quantità limitate di polvere che si depositano sull'apparecchiatura da proteggere. Gli armadi e le cassette si possono forare e si possono utilizzare prodotti non certificati. L'involucro non necessita di nessuna certificazione UL, ma deve essere costruito secondo la UL 50.

#### TYPE 4

Impiego all'interno e all'esterno, principalmente per fornire un grado di protezione contro pioggia e polvere portata dal vento, spruzzi d'acqua, getti d'acqua e danni provocati dalla formazione di ghiaccio all'esterno. Se si modifica l'involucro con fori e aperture si devono installare componenti con lo stesso grado di protezione o superiore (il Type viene rispettato), altrimenti il tutto potrebbe essere oggetto di nuova valutazione da parte di UL.

#### TYPE 4X

Impiego all'interno e all'esterno, principalmente per fornire un grado di protezione contro

corrosione, pioggia e polvere portata dal vento, spruzzi d'acqua, getti d'acqua e danni provocati dalla formazione di ghiaccio all'esterno. Se si modifica l'involucro con fori e aperture si devono installare componenti con lo stesso grado di protezione o superiore (il Type viene rispettato), altrimenti il tutto potrebbe essere oggetto di nuova valutazione da parte di UL.

#### TYPE 12

Impiego all'interno, principalmente per fornire un grado di protezione contro la polvere che circola nell'aria, che si deposita sull'apparecchiatura da proteggere e i liquidi non corrosivi che gocciolano sulla medesima. Se si modifica l'involucro con fori o aperture si devono installare componenti con lo stesso grado di protezione o superiore (il Type viene rispettato), altrimenti il tutto potrebbe essere oggetto di nuova valutazione da parte di UL.

#### TEST UL50

Prova	Type oggetti della prova
Prova di compressione	Tutti i type
Prova di deformazione	Tutti i type
Prova di resistenza alla formazione del ghiaccio	3, 3R, 3S, 4, 4X, 6, 6P
Prova di resistenza ai getti potenti	4, 4X, 6, 6P
Prova di immersione	
Prova di resistenza alla penetrazione di oli	13
Prova di resistenza dei metalli all'ossidazione, ruggine	1, 2, 5, 12, 12K, 13
Prova di resistenza alla corrosione	1, 2, 4X, 5, 12, 12K, 13
Prova di resistenza alla pioggia	3, 3R, 3S
Prova di gocciolamento	2, 5, 12, 12K
Prova di resistenza alla penetrazione di polveri	3, 3S
Prova di resistenza alla penetrazione di acqua atomizzata	5, 12, 12K
Prova di resistenza alla sovrappressione	6P
Prova di permanenza del marking	Tutti i type e con modalità diverse



## CAPITOLO 6

### Ruoli e responsabilità

Esemplifichiamo i casi principali che si possono presentare, identificando i soggetti di riferimento che possono aver a che fare con la realizzazione del prodotto finito.

#### 1) ROSSI assembla un quadro elettrico di bassa tensione e lo installa su un impianto eseguito sempre da ROSSI:

- ROSSI è il costruttore del quadro, mette la targa col suo nome sul quadro e lo marca CE;
- Compila la dichiarazione CE di conformità;
- Compila la dichiarazione di conformità per il DM 37/08 (Ex legge 46/90) che comprende anche il quadro.

#### 2) ROSSI assembla un quadro elettrico di bassa tensione, completo e funzionante, e lo vende ad un installatore o ad un cliente finale:

- ROSSI è il costruttore del quadro, mette la targa col suo nome sul quadro e lo marca CE;
- Compila la dichiarazione CE di conformità;
- Fornisce la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa).

#### 3) ROSSI assembla un quadro elettrico per bordo macchina, completo e funzionante, e lo vende ad un installatore o ad un costruttore di macchine:

- ROSSI è il costruttore del quadro, mette la targa col suo nome sul quadro e lo marca CE;
- Compila la dichiarazione CE di conformità;
- Fornisce la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa).

#### 4) ROSSI assembla parzialmente un quadro elettrico per bordo macchina, che verrà poi completato dal costruttore della macchina:

- ROSSI NON è il costruttore del quadro;
- NON deve compilare nessuna dichiarazione;
- NON deve marcare CE il quadro;

- NON deve mettere la targa sul quadro
- Deve fornire le garanzie sulla corretta esecuzione di quanto da lui fatto.

#### 5) ROSSI completa un quadro elettrico di bassa tensione assemblato in parte da BIANCHI e lo installa su un impianto eseguito sempre da ROSSI:

- ROSSI è il costruttore del quadro, mette la targa col suo nome sul quadro e lo marca CE;
- Compila la dichiarazione CE di conformità;
- Compila la dichiarazione di conformità per il DM 37/08 (Ex legge 46/90) che comprende anche il quadro;
- Si fa rilasciare da BIANCHI tutta la documentazione che attesti la corretta esecuzione del quadro.

#### 6) ROSSI completa un quadro elettrico di bassa tensione assemblato in parte da BIANCHI e lo vende ad un installatore o ad un cliente finale:

- ROSSI è il costruttore del quadro, mette la targa col suo nome sul quadro e lo marca CE;
- Compila la dichiarazione CE di conformità;
- Si fa rilasciare da BIANCHI tutta la documentazione che attesti la corretta esecuzione del quadro;
- Fornisce la documentazione tecnica (schemi) e le informazioni relative all'apparecchiatura (dati di targa).



## CAPITOLO 7

### FAQ - Esempi applicativi

#### 1) Il grado Nema è equivalente al grado IP?

Non è possibile affermare che un grado di protezione IP è equivalente a un grado di protezione NEMA. Infatti l'IP considera solo la protezione contro la penetrazione di oggetti estranei solidi e di acqua. Il NEMA considera altri elementi, quali la corrosione e i dettagli di costruzione. Per questo motivo sarebbe possibile trovare a un grado NEMA un equivalente grado IP, ma non è possibile affermare che un grado IP ha un suo equivalente univoco in un grado NEMA.

#### 2) Quali sono i vantaggi di un prodotto certificato UL?

Il prodotto può essere installato in impianti e quadri dove è richiesta tale approvazione (principalmente Nord America e Canada) ed è compatibile con il NEC (Codice Nazionale). Il marchio UL è riconosciuto ed accettato dalle Autorità Locali (AHJ's). Il marchio UL è garanzia di Conformità alle normative di Prodotto.

#### 3) Si possono realizzare finestre trasparenti su armadi schermati EMC?

Le porte trasparenti o gli oblò possono essere accessoriati con uno speciale vetro stratificato contenente una rete conduttiva in grado di attenuare interferenze elettromagnetiche.

#### 4) Come posso garantire una schermatura ottimale in un armadio EMC quando si verifica la necessità di dover controllare l'innalzamento della temperatura all'interno del quadro?

È possibile mantenere gli elevati valori di schermatura tramite l'utilizzo di sistemi

di climatizzazione (ventilazione forzata o sistemi attivi dedicati) dotati di adeguata guarnizione perimetrale conduttiva e apposita griglia di filtraggio che garantisce la schermatura.

#### 5) Nel caso di sollevamento di armadi tramite appositi golfari il valore di caricabilità rimane invariato indipendentemente dal tipo di sollevamento?

No, bisogna porre particolare attenzione all'angolo di sollevamento a cui sono sottoposte le funi di sollevamento (in funzione dei valori di riferimento usuali a 45/60/90°). Tali valori vanno ad influenzare il carico di sollevamento espresso in N fino a ca. 3 volte il valore di partenza.

#### 6) Quali vantaggi derivano dall'utilizzo delle nanotecnologie in ambito produttivo di quadri elettrici/condizionatori?

Per quanto concerne l'uso di sistemi di climatizzazione i processi di nanotecnologia applicati garantiscono che la batteria di scambio termico (condensatore) rimanga maggiormente protetta dalla aggressione di impurità dell'ambiente esterno. Per quanto riguarda i quadri elettrici invece, i trattamenti applicati alle superfici garantiscono una maggiore resistenza meccanica all'abrasione un ottimale supporto contro gli effetti ossidanti causati dall'ambiente. Tali processi sono particolarmente idonei per l'asportazione agevole di graffiti o impurità varie nelle applicazioni "outdoor".

#### 7) Quali sono le principali regole da adottare in caso di climatizzazione di un quadro elettrico di bassa tensione?

L'installazione dei componenti elettronici



all'interno del quadro deve essere fatta in modo da garantire una circolazione omogenea dell'aria evitando la formazione di sacche d'aria fredda/calda all'interno dell'armadio. L'elettronica installata non deve in alcun modo ostruire le prese d'aria del circuito interno. Ciò impedirebbe la circolazione dell'aria nell'armadio e di conseguenza il funzionamento ottimale dell'impianto di condizionamento.

E' necessario mantenere una distanza tra i componenti e la bocca di uscita "aria fredda" di almeno 100/200 mm.

**8) Quali sono i sistemi più idonei per una corretta eliminazione dell'acqua di condensa prodotta dai sistemi di climatizzazione dei quadri elettrici?**

La soluzione più semplice è quella di utilizzare macchine provviste di resistenza anticondensa interna ed eventuale scarico di sicurezza troppo pieno. In alternativa si utilizza una corretta canalizzazione verso l'esterno esente da strozzature o dalla possibilità di ritorno dell'acqua di condensa all'interno del quadro per sovrappressione.

**9) Come si considera il grado di protezione IP del quadro non cablato e dopo essere stato cablato?**

Il costruttore originale dell'involucro garantisce il grado di protezione del suo prodotto così come venduto, cioè vuoto. Al costruttore del quadro compete la definizione del grado di protezione del quadro montato, cablato e verificato. Le aperture o forature aggiuntive, eseguite per il passaggio dei cavi e/o per il montaggio degli apparecchi, potrebbero modificare il grado di protezione. Quindi dovranno essere fatte a "regola d'arte"

e dovranno essere utilizzate guarnizioni che garantiscano da parte del costruttore, se possibile, il mantenimento delle condizioni iniziali. Nel caso in cui ciò non possa essere rispettato, il grado di protezione dell'involucro deve essere declassato (ma attenzione non deve essere inferiore all'IP2x o IPXXB; rif. EN60204 art. 6.2.2 o nelle eccezioni dell'art. 11.3).

**10) Devo realizzare un quadro bordo macchina da installare in un ambiente dove secondo la norma CEI EN 60204-1 è richiesto un grado di protezione IP65. Ho scelto quindi un contenitore in lamiera IP65. Sulla porta devo montare un interruttore di manovra-sezionatore con blocco porta e della pulsanteria diametro 22mm; che tipo di apparecchi devo utilizzare?**

Per ottenere il grado di protezione IP65 oltre al contenitore anche il blocco porta e la pulsanteria devono essere IP65; contrariamente, in caso di apparecchi con grado inferiore (ad esempio IP55), il quadro subirà un declassamento del grado di protezione da IP65 a IP55.

**11) Ho realizzato un quadro bordo macchina utilizzando un contenitore in lamiera IP55 e della pulsanteria stagna sempre IP55. Mi hanno chiesto di certificare il grado di protezione del quadro con la pulsanteria montata; mi sono rivolto al costruttore del contenitore il quale mi ha risposto che è mia responsabilità certificare il grado di protezione del quadro una volta che ha subito delle lavorazioni. Come devo comportarmi?**

Il responsabile del quadro bordo macchina montato e cablato è per la norma CEI 61439-1 l'organizzazione che assume la responsabilità del quadro finito (montato e cablato) e che appone il proprio nome

sulla targa del quadro; sarà quindi tale organizzazione che dovrà certificare tra le altre cose il grado di protezione del quadro dopo che ha subito le lavorazioni del caso. Sotto l'aspetto pratico, per mantenere il grado di protezione dichiarato dal costruttore dell'involucro anche dopo lavorazioni, occorrerà utilizzare componenti che abbiano un grado di protezione - sempre dichiarato dal costruttore - uguale o superiore a quello dell'involucro e installarli correttamente seguendo le indicazioni del costruttore per quanto riguarda ad esempio le forature da praticare, eventuali guarnizioni da applicare, coppie di serraggio e quant'altro.

**12) Devo installare un armadio bordo macchina IP55 in un reparto di produzione con l'arrivo dei cavi dal basso provenienti da un pozzetto. L'armadio è dotato alla base di una piastra di chiusura cieca; posso per comodità toglierla ed entrare direttamente con i cavi lasciando la base aperta?**

No, in quanto si comprometterebbe il grado di protezione dell'armadio. Per garantire il grado IP55 a quadro installato anche l'entrata cavi deve essere realizzata con accessori che abbiano lo stesso grado di protezione dell'armadio; in questo caso l'entrata cavi potrebbe essere realizzata ad esempio forando la piastra di chiusura e applicando pressacavi IP55.

**13) L'interruttore generale di un quadro bordo macchina deve sempre essere sempre del tipo con blocco porta meccanico che impedisca l'apertura della porta se prima non si è aperto l'interruttore?**

Non necessariamente. L'interruttore generale può anche essere del tipo senza blocco

porta, in questo caso è però indispensabile che l'apertura della porta avvenga mediante chiave o attrezzo oppure, in alternativa, che il grado di protezione all'interno del quadro (a porta aperta) sia almeno pari a IP2X o IPXXB.

**14) Il grado di protezione all'interno di un quadro bordo macchina (a porta aperta) deve essere minimo IP20?**

Non necessariamente. Il grado di protezione IP2X (o IPXXB) a porta aperta deve essere garantito solo se l'accesso all'interno del quadro avviene senza l'utilizzo di una chiave o attrezzo per l'apertura della porta oppure, in alternativa, senza il sezionamento delle parti attive mediante interruttore generale con blocco porta meccanico. In tutti gli altri casi solo eventuali parti che dovessero restare in tensione anche dopo l'apertura dell'interruttore generale o che possono essere accidentalmente toccate durante operazioni di ripristino o regolazione devono essere protette contro i contatti diretti con un grado di protezione pari almeno a IP2X o IPXXB.

**15) Cosa sono le nanotecnologie e come si applicano alla produzione dei quadri elettrici?**

Per nanotecnologie si intendono tutte quelle tecnologie che portano a materiali e prodotti industriali caratterizzati da dimensioni nanometriche della struttura interna o dell'oggetto finito. Il mondo delle nanotecnologie è quello compreso tra 1 e 100 nanometri e sono "nanoprodotti" quei materiali o dispositivi nei quali vi è almeno un componente funzionale con dimensioni inferiori a 100 nm. Si possono costituire

materiali monostrutturati con processi in fase liquida, in fase vapore e in fase solida. Le applicazioni delle nanotecnologie sono di vasta portata e coprono numerosissimi settori. Per quanto riguarda l'applicazione delle nanotecnologie nel campo dei rivestimenti metallici e della verniciatura, esse possono dare luogo a pigmenti, resine e film nanostrutturati con determinate caratteristiche.

### **Esempi di nanotecnologie in questo settore:**

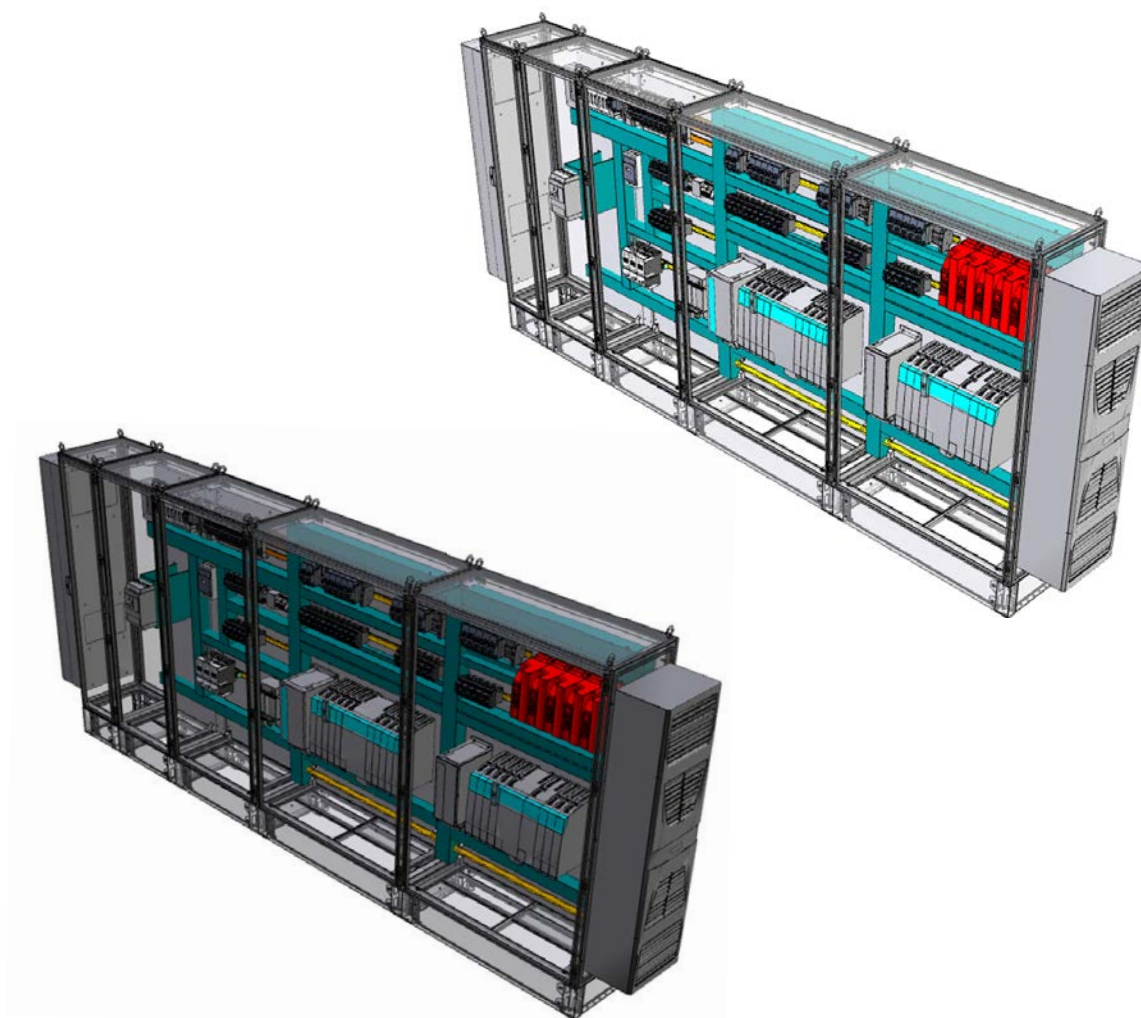
- Rivestimenti superficiali di sostituzione di processi galvanici;
- Rivestimenti superficiali, con resistenza alla corrosione, all'attrito, all'usura, ecc. (es attraverso film di  $\text{SiO}_x$ ,...);
- Resine o polimeri plastici resi conduttivi superficialmente grazie all'inserimento di "tubi nanometrici" conduttori di elettricità;
- Pretrattamenti dei supporti metallici alla verniciatura.
- Nel campo dei pretrattamenti per la verniciatura, sono nati numerosi prodotti alternativi alla cromatazione o alle classiche fosfatazioni.

## ESMPI APPLICATIVI

### Esempio 1

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, etc.

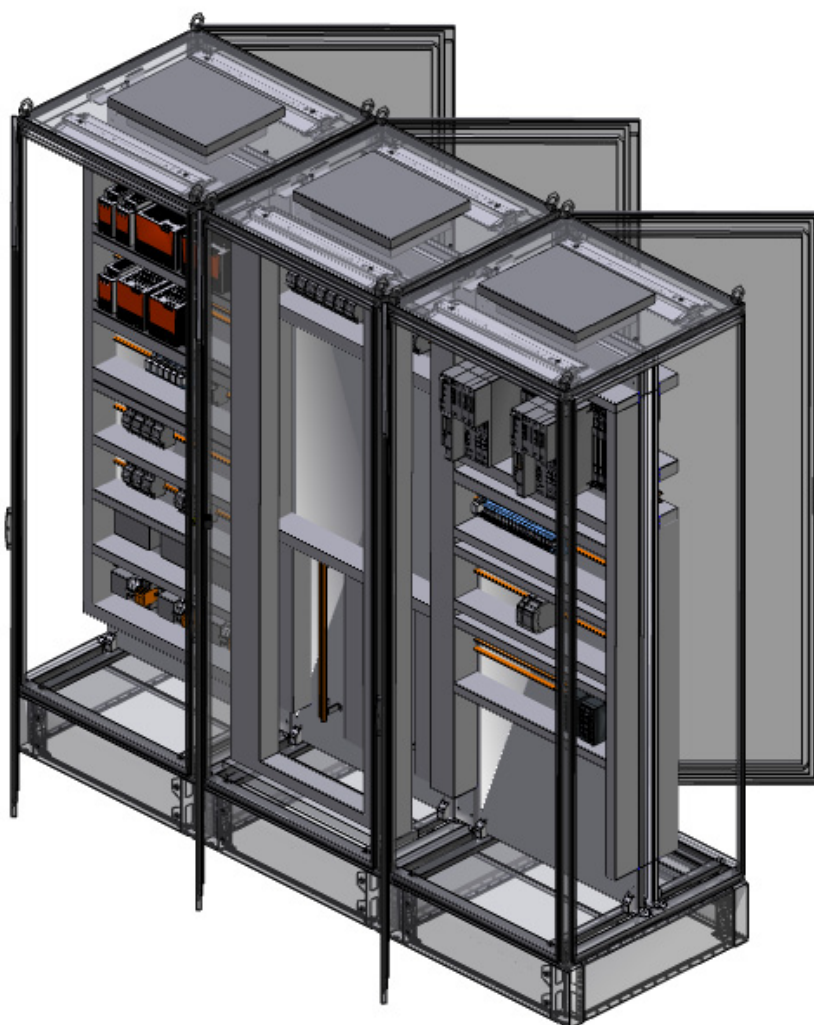
Il controllo della temperatura interna è realizzato con due condizionatori installati sulle pareti laterali; all'interno ci sono delle ventole che favoriscono la corretta movimentazione dei flussi d'aria.



## Esempio 2

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, etc.

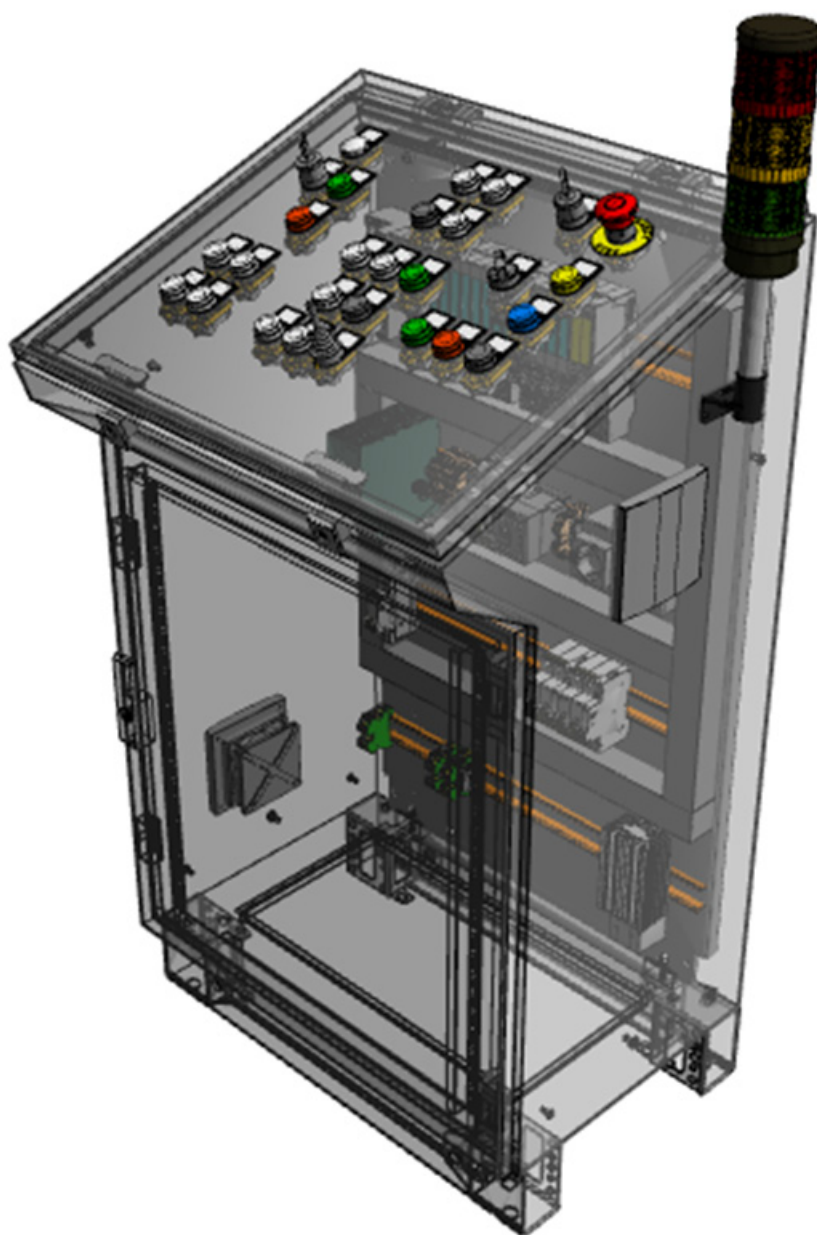
Il controllo della temperatura interna è realizzato con tre ventole installate sui tetti degli armadi; all'interno ci sono delle ventole che favoriscono la corretta movimentazione dei flussi d'aria.



### Esempio 3

Pulpito di controllo e comando macchina. Quadro elettrico per bordo macchina destinato principalmente all'automazione di controllo con selettori a pulsante, a leva, colonnina luminosa, PLC e schede I/O remoti.

Il controllo della temperatura interna è realizzato con una ventola e con una resistenza anticondensa controllati da termostato e irostatato.

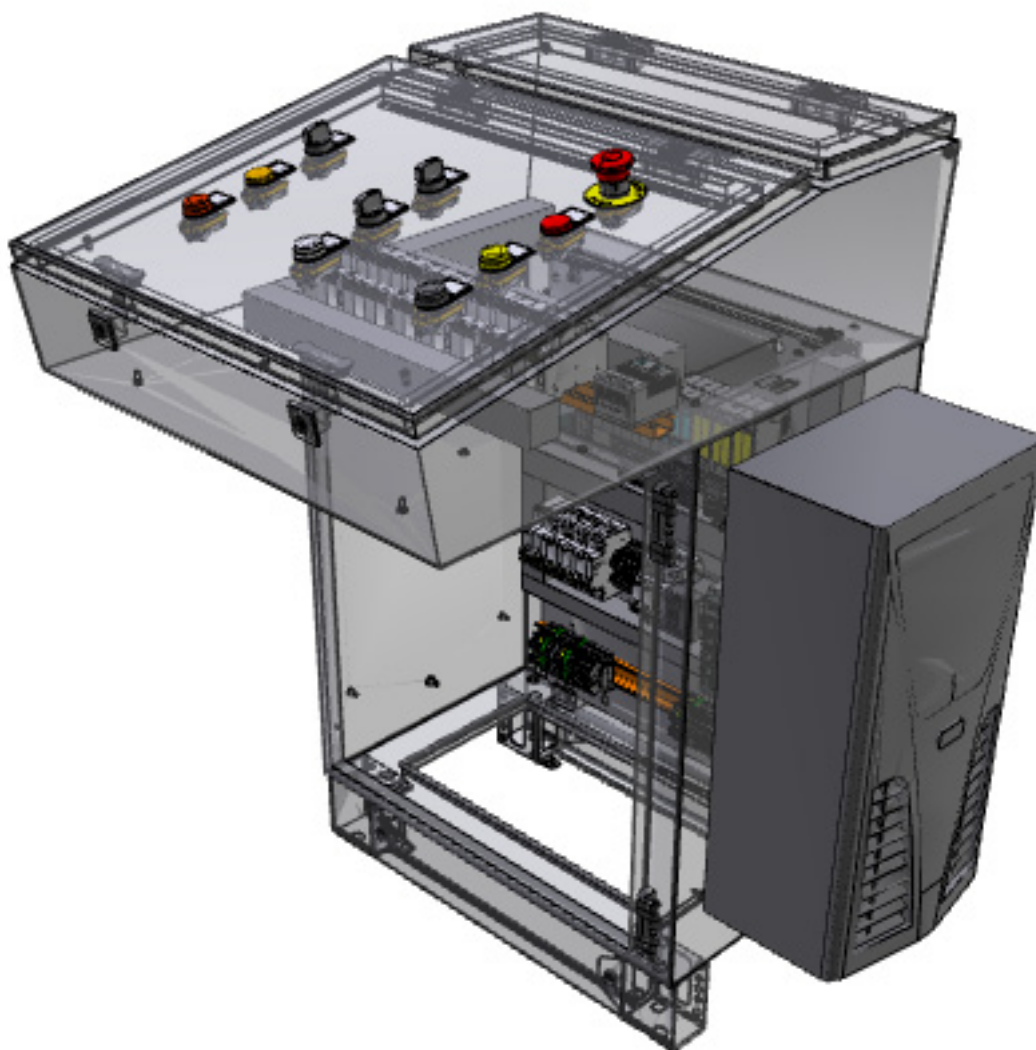




#### Esempio 4

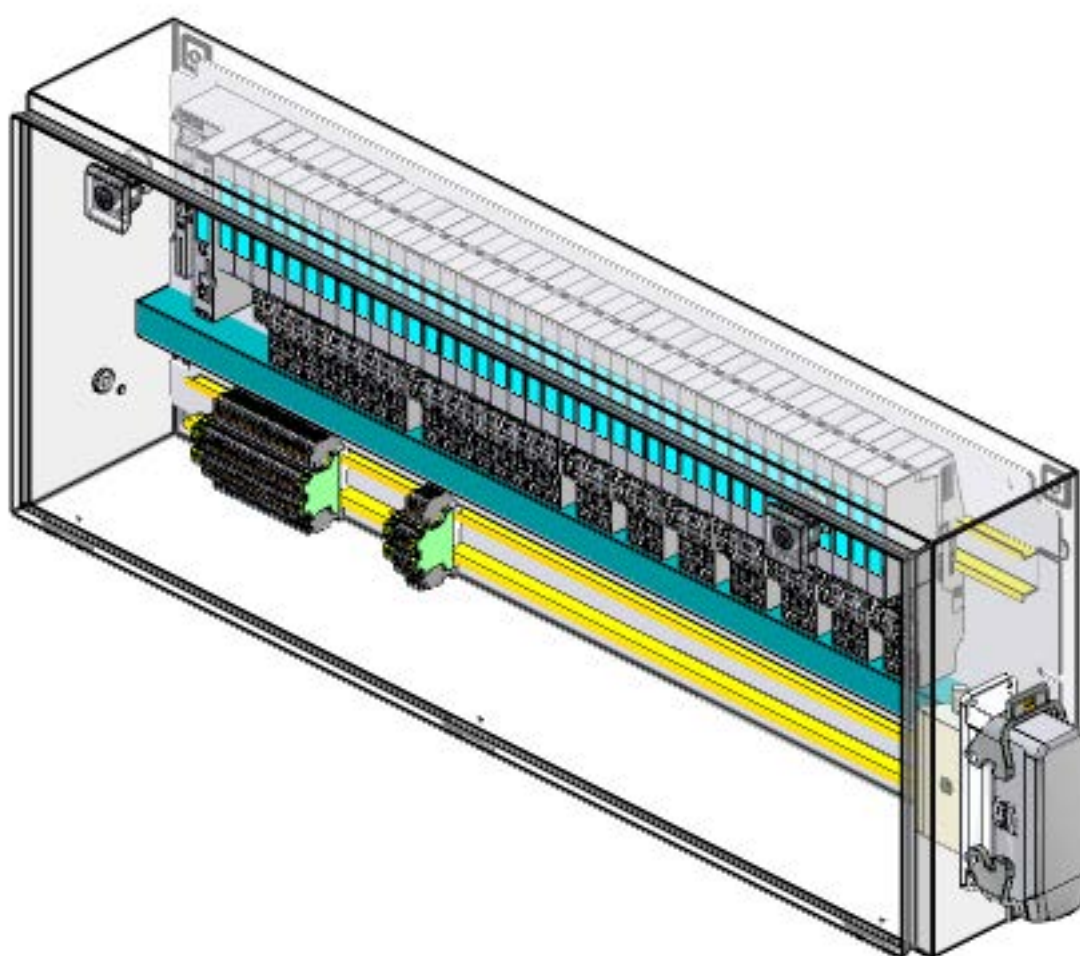
Pulpito di controllo e comando macchina. Quadro elettrico per bordo macchina destinato principalmente all'automazione di controllo con selettori a pulsante, a leva, colonnina luminosa, PLC e schede I/O remoti.

Il controllo della temperatura interna è realizzato con un condizionatore di piccola dimensione.



### Esempio 5

Cassetta di derivazione. Contenitore vuoto destinato al fissaggio sulla macchina per l'automazione di controllo con morsetti e relè per il controllo e la raccolta dei segnali in campo





## Contatti

Federazione ANIE

**ANIE Energia**

Viale Lancetti, 43 - 20158 Milano - Italia

Tel. +39 02 3264 228

Fax +39 02 3264 217

[energia@anie.it](mailto:energia@anie.it)

[www.anienergia.it](http://www.anienergia.it)

 [@ANIEnergia](https://twitter.com/ANIEnergia)

[www.anie.it](http://www.anie.it)



Aziende Associate al Gruppo di Lavoro Quadri Bordo Macchina di ANIE Energia



innovative  
enclosure solutions  
for industrial & electronic  
applications



Steeltecnica International s.r.l.

