

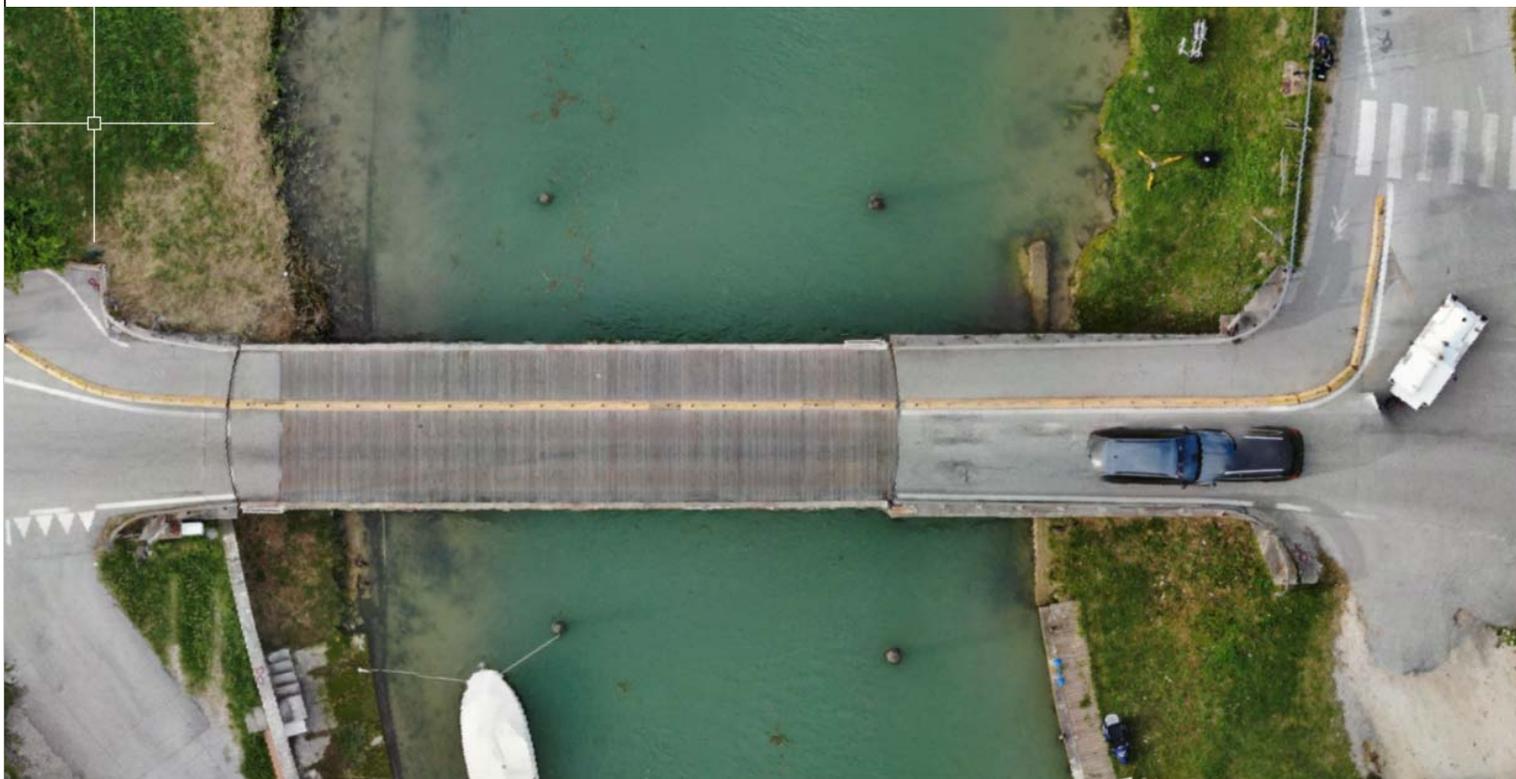


# CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

Area Mobilità

Servizio Trasporti Eccezionali, Ponti e Piste Ciclabili

Ca' Corner, San Marco 2662 - 30124 Venezia (VE)  
Via Forte Marghera, 191 - 30173 Mestre (VE)



## PROGETTO ESECUTIVO

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA DEI PONTI GIREVOLI DELLA CITTÀ  
METROPOLITANA DI VENEZIA - I° STRALCIO**  
**SP62 - PONTE GIREVOLE SUL CANALE SAETTA A CAORLE**  
**SP42 - PONTE GIREVOLE SUL CANALE CAVETTA A JESOLO**

### IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Arch. Alberta Parolin

Comune di Caorle (VE)

### SUPPORTO AL RUP

Arch. Francesca Finco

SP62 "Ponte Tezze-Caorle"

### PROGETTAZIONE

Mastergroup  
Ing. Gianluca Susin  
Ing. Mauro Tona

Studio di ingegneria RS

SP62 - PONTE GIREVOLE CANALE SAETTA  
Relazione tecnico descrittiva

REV.	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE PROGETTO ESECUTIVO	11/12/2024

## PE-IE-CA-101

SCALA: -



---

## INDICE

<b>0. Premessa</b> .....	3
<b>1. Descrizione sintetica dell'opera</b> .....	3
<b>2. Scelte progettuali</b> .....	3
<b>3. Lavorazioni a terra</b> .....	5
<b>Posizionamento quadri elettrici</b> .....	6
<b>Quadri elettrici - Q.CL - Quadro controllo logico</b> .....	7
Dati PLC.....	9
Dati dei variatori di velocità elettronici .....	10
<b>Quadri elettrici - Q.OP - Quadro operatore</b> .....	11
<b>Quadri elettrici - Q.SF - Quadro comando semafori fluviali</b> .....	13
<b>Quadri elettrici - Q.SM - Quadro sistema semaforico</b> .....	13
<b>Barriere motorizzate</b> .....	14
<b>4. Lavorazioni sulla pila sostegno ponte</b> .....	15
<b>Collegamento agli impianti sulla sponda del canale</b> .....	15
Calcolo diametro minimo tubazione da terra a pila ponte .....	16
<b>Collegamento flessibile a struttura rotante ponte</b> .....	17
<b>5. Impianti su struttura rotante ponte</b> .....	18
<b>Meccanismo centrale di rotazione</b> .....	18
<b>Meccanismo laterale azionamento appoggio</b> .....	18
<b>Sistema di posa</b> .....	19
<b>Interruttori di posizione</b> .....	20
<b>6. Logica programmazione</b> .....	21
<b>Plancia operatore</b> .....	21
<b>Prima fase operativa - blocco traffico stradale e ciclopedonale</b> .....	22
<b>Seconda fase operativa - Sblocco ponte da posizione chiusa</b> .....	23
<b>Terza fase operativa - Rotazione antioraria per apertura</b> .....	23
<b>Quarta fase operativa - Rotazione antioraria per chiusura</b> .....	24
<b>Quinta fase operativa - Bloccaggio ponte in posizione chiusa</b> .....	24
<b>Sesta fase operativa - Riapertura traffico stradale</b> .....	24
<b>Gestione degli errori/guasti e blocco impianto</b> .....	25

---

Errore azionamento barriere stradali.....	25
Errore azionamento appoggi stabilizzatori ponte .....	25
Errore rotazione ponte .....	26
<b>7. Normativa di riferimento .....</b>	<b>27</b>

---

## 0. Premessa

La presente relazione descrive gli impianti elettrici e di automazione riguardanti il ponte girevole sul canale Saetta nel Comune di Caorle (VE).

## 1. Descrizione sintetica dell'opera

Il presente progetto prevede la realizzazione di un sistema di automazione per l'apertura e chiusura del ponte sul canale Saetta nel comune di Caorle, mediante impiego di attuazione puramente elettrica.

Si effettua intervento puntuale sulla sponda nord/ovest del canale, in corrispondenza del quadro master dell'impianto semaforico esistente, per la posa dei due nuovi quadri previsti: Q.OP (quadro operatore) e Q.CL (quadro comando logico). Il quadro esistente Q.SM (quadro impianto semaforico) verrà mantenuto, con riposizionamento su nuovo basamento, e parzialmente modificato per l'interfaccia al nuovo impianto di controllo previsto.

Per l'automazione del ponte sono previsti 6 motori elettrici dotati di freno di stazionamento, 4 per l'attuazione dei 4 appoggi stabilizzatori laterali del ponte e 2 per il meccanismo di rotazione centrale del ponte.

## 2. Scelte progettuali

La scelta di impiegare solamente apparecchiature elettriche, e di non impiegare impianto idraulico con pistoni di movimentazione, è stata dettata da molteplici fattori. In primis, l'impatto ambientale, eliminando fonte di inquinamento da olio idraulico derivante da possibili perdite dell'impianto durante l'intera vita utile dell'opera. Il secondo fattore decisivo è che la pila di sostegno del ponte rotante non presenta spazio sufficiente per la posa di una centrale idraulica senza dover effettuare profondi interventi di modifica della stessa.

L'opera si può suddividere in 3 macro interventi:

- Lavorazioni a terra, per la realizzazione dei necessari quadri di comando e la posa di barriere stradali motorizzate per impedire l'accesso al ponte durante le fasi di manovra;
- Lavorazioni sul letto del canale e sulla pila di sostegno del ponte, per la posa delle vie cavo e delle necessarie scatole di derivazione;
- Lavorazioni sulla struttura propria del ponte per l'alimentazione dei nuovi motori elettrici mediante posa di vie cavo in acciaio inox e la posa di idonei sensori di posizione (finecorsa) per il controllo del ponte.

---

Un punto cruciale che ha influenzato il progetto è stata la scelta di come controllare il ponte.

Le principali opzioni prese in considerazione durante la fase iniziale del progetto sono state le seguenti:

- pieno controllo remoto del ponte, tramite controllo via connessione web
- realizzazione di cabina di controllo, simile alla cabina esistente del sistema di controllo del ponte girevole sul canale Cavetta a Jesolo
- realizzazione di armadio stradale contenente l'interfaccia operatore.

L'opzione di pieno controllo remoto del ponte è stata scartata per molteplici motivi:

- difficoltà di controllo dell'area circostante;
- necessità di realizzazione di 2 separate linee dati al ponte, per garantire continuità di servizio in caso un operatore telefonico abbia problemi tecnici;
- necessità di arresto d'emergenza del ponte in caso di avaria anche solo parziale del controllore logico posto all'interno del quadro comando.

L'opzione di realizzazione di cabina di controllo è stata contemplata in quanto avrebbe semplificato la realizzazione del quadro comando operatore (Q.OP), eliminando la necessità di impiego di involucro IP55 e di pulsanti/spie di segnalazione IP66 essendo protetto dalla cabina stessa.

Ma allo stesso tempo avrebbe richiesto un intervento estensivo sulla sponda nord/ovest del canale Saetta, con modifica della geometria della sponda e della strada laterale privata, realizzazione di zoccolo rialzato per la completa visione dell'area di manovra del ponte, installazione della cabina operatore con notevole impatto ambientale.

L'opzione scelta è la terza, con realizzazione di armadi stradali di contenimento per la logica di controllo e il quadro comando dell'operatore.

Questa opzione è la meno invasiva, con la sola necessità di rimozione e ricostruzione di basamento in c.a. per i quadri elettrici mantenendo i quadri nella stessa area già interessata dall'impianto semaforico esistente.

---

### 3. Lavorazioni a terra

---

Le lavorazioni a terra comprendono:

- modifica della posizione del quadro semaforico master esistente (Q.SM), con rimozione del quadro, stoccaggio dello stesso in luogo protetto, successiva modifica di parte della logica del quadro, successivo rimontaggio su nuovo basamento di progetto, collegamento ai nuovi quadri di comando;
- modifica puntuale del quadro elettrico semaforico slave con l'installazione di nuovo interruttore magnetotermico differenziale da 10 A, per l'alimentazione di linea dedicata alla nuova barriera stradale motorizzata sud/est;
- sostituzione delle barriere stradali manuali con nuove barriere stradali motorizzate, su entrambi i lati di accesso del ponte, per impedire al traffico stradale e ciclopeditone di accedere al ponte durante tutte le operazioni di manovra dello stesso;
- posa di 2 nuovi quadri comando, denominati Q.OP e Q.CL, di progetto, dedicati all'automazione della movimentazione del ponte;
- posa di tutte le linee elettriche di collegamento tra i vari componenti a terra dell'impianto;
- modifica dell'impianto di messa a terra esistente dell'impianto semaforico nord/ovest con installazione di puntazza per messa a terra, e collegamento dei nuovi impianti alla messa a terra.

---

### **Posizionamento quadri elettrici**

I quadri elettrici saranno installati lungo la sponda nord/ovest del canale Saetta, nella stessa posizione del quadro esistente Q.SM. Il basamento esistente verrà demolito, estendendo la superficie per la collocazione dei 2 nuovi quadri Q.OP e Q.CL e dell'esistente Q.SM.

Il basamento realizzato in c.a., descritto nella parte edile, sarà dotato di tutte le tubazioni corrugate ed i pozzetti necessari all'opera.

Le tre basi dei quadri elettrici saranno collegate tra loro tramite due tubazioni corrugate  $\varnothing$  75mm, ed ogni base quadro avrà almeno un corrugato di collegamento ai vari pozzetti previsti a progetto.

I pozzetti frontali al basamento dei quadri elettrici verranno impiegati per l'arrivo delle linee di alimentazione elettriche, attestate nel vano predisposto per la fornitura dell'ente gestore.

Il pozzetto retrostante i quadri elettrici verrà impiegato per l'attestazione delle seguenti vie cavo al basamento:

- Tubazione di collegamento per l'alimentazione della barriera stradale motorizzata nord/ovest, realizzata con tubazione corrugate  $\varnothing$  40mm minimo;
- Tubazioni esistenti di collegamento all'impianto semaforico esistente (lampeggiante passaggio pedonale, lanterna semaforica strada laterale, lanterna semaforica stop nord via "Strada Nuova", spirale magnetica strada laterale);
- Tubazione metallica  $\varnothing$  100mm in acciaio inox AISI 304 resistente all'acqua di mare, impiegata per il collegamento alla pila di sostegno del ponte.

Per dettagli del posizionamento dei quadri si rimanda alla tavola planimetrica PE-IE-CA-103 e alla tavola di vista PE-IE-CA-104.

---

## **Quadri elettrici - Q.CL - Quadro controllo logico**

Il quadro elettrico di progetto Q.CL, o quadro controllore logico, comprende al suo interno tutte le apparecchiature elettriche di protezione e controllo per l'attuazione del ponte.

Nell'immagine nella pagina seguente vengono evidenziati i vari "settori" del quadro comando con differenti colori:

- all'interno del rettangolo rosso sono posizionati tutti gli interruttori di protezione per la componentistica del quadro elettrico e la componentistica in campo (motori elettrici, barriere motorizzate, ecc.).

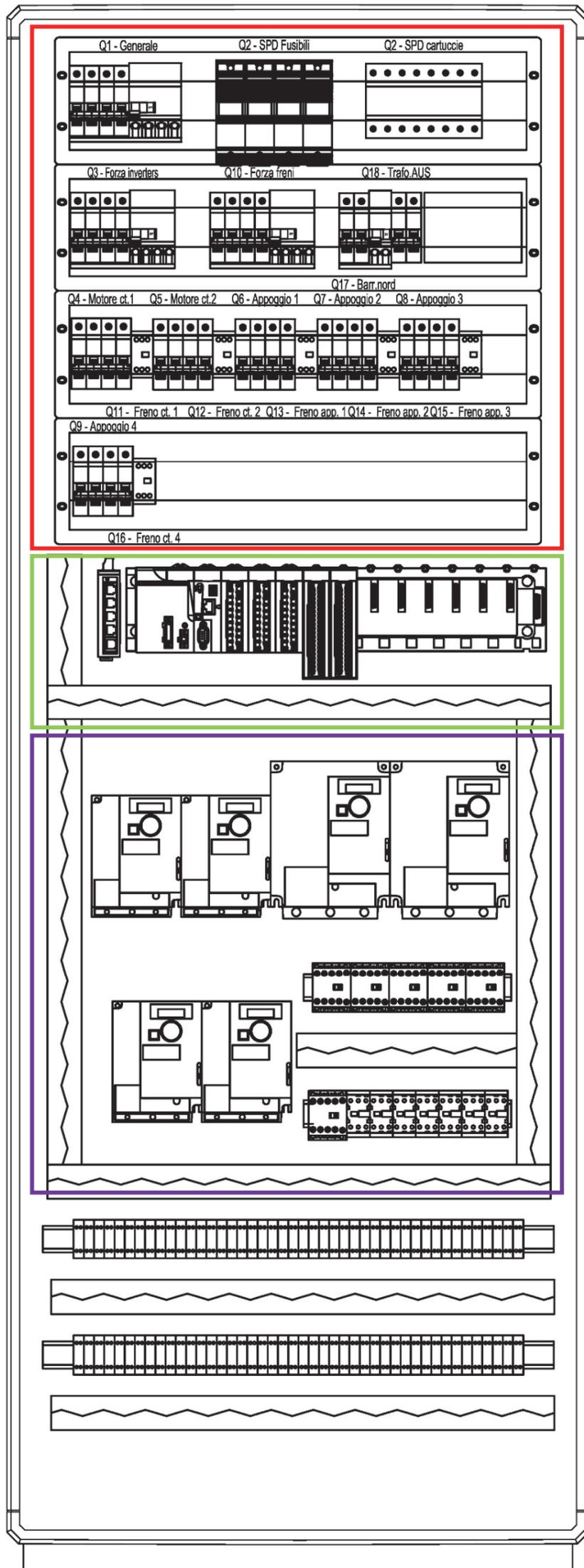
Il quadro è protetto dalle sovratensioni da scaricatori di tensione per guida DIN di Tipo I + II

- all'interno del rettangolo verde è posizionato il rack che compone il PLC di sistema.
- all'interno del rettangolo viola prendono posizione i variatori di velocità elettronici per il controllo dei motori elettrici per l'automazione del ponte, assieme ai vari teleruttori necessari per il funzionamento del sistema con l'interfacciamento alle barriere stradali motorizzate e il sistema semaforico esistente.

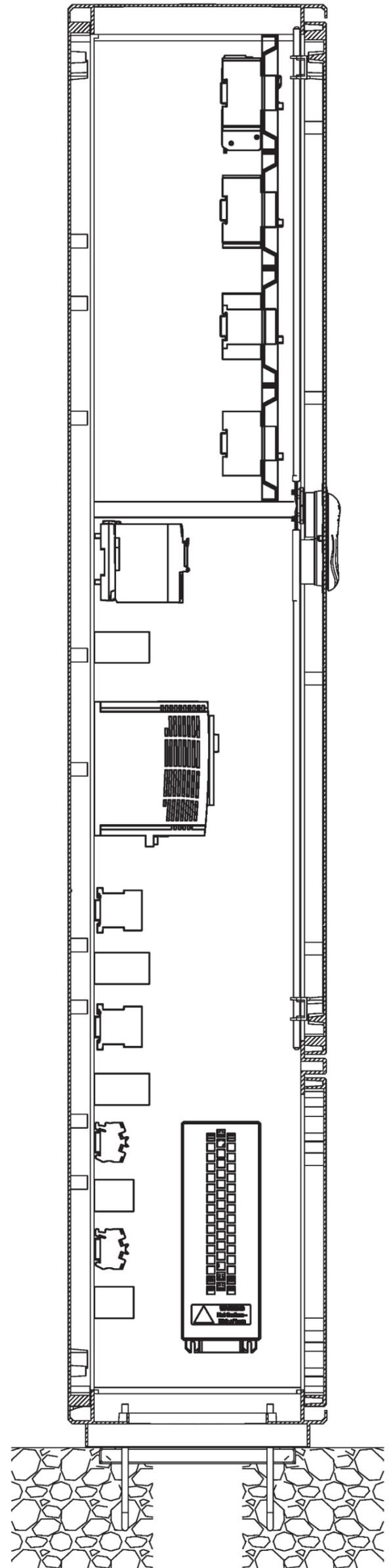
- il rimanente spazio alla base del quadro, composto da due barre DIN è riservato per la morsettiera di quadro ed i portafusibili per le linee di controllo partenti.

Il PLC impiega sistema CANbus per il controllo dei 6 variatori di velocità previsti e per il collegamento allo schermo di interfaccia utente da 12" del sistema.

L'armadio stradale impiegato per l'alloggiamento di tutti i componenti elettrici sarà in vetroresina, con grado di protezione minima IP55 a garanzia dell'elettronica impiegata. Vano singolo, con singola anta d'accesso dotata di chiave cifrata Y21 o dedicata. Impiego di piastra di fondo in bachelite per l'installazione di canaline portacavi, variatori di velocità, guide DIN e rack PLC. Gli interruttori di protezione e gli scaricatori di sovratensione saranno installati su appositi telai staccati dalla piastra di fondo. L'armadio stradale sarà fornito di bocchette di ventilazione IP55 per l'elettronica interna, con impiego di ventilatori assiali per il raffreddamento forzato del quadro, comandato da apposito sensore di temperatura interna.



Quadro controllo logico  
Q.CL



---

Le protezioni magnetotermiche sono suddivise in linee dedicate per:

- Forza motrice variatori di velocità - interruttore Q3;
- Forza motrice freni di stazionamento motori elettrici - interruttore Q10;
- Forza motrice alimentazione barriera stradale motorizzata sponda nord/ovest - interruttore Q17;
- alimentazione PSU dedicato al rack PLC - interruttore Q18;
- alimentatore dedicato al trasformatore servizi ausiliari 24Vcc - interruttore Q20;
- alimentazione ausiliari 230Vac - interruttore Q19.

La linea FM per i variatori di velocità è ulteriormente suddivisa in sei linee dedicate.

Dati PLC

Il controllore logico programmabile prescelto per l'automazione dell'impianto fa parte della serie M340 della Schneider-Electric (vedi elaborato PE-IE-CA-103, pagine da 10 a 19).

Il PLC è composto da:

- singolo rack con funzione di back-plane per il montaggio dei vari moduli che comporranno il PLC.

Il rack ha slot dedicato per alimentatore M340. Presenta 12 slot per singoli moduli. Il rack può essere fissato a piastra di fondo tramite apposite aole e viti di fissaggio, o tramite impiego di guida per barra DIN.

- singolo modulo CPU impiegato per il controllo integrale dell'impianto. Il modulo conterrà la programmazione per l'automazione del ponte, con memoria Flash dedicata.

Il modulo controllerà l'accensione dei due motori elettrici impiegati per la rotazione del ponte. I due motori dovranno essere comandati in contemporanea, tramite due variatori di velocità elettronici dedicati, e sincronizzati in rotazione per evitare fenomeni di stress sia elettrico che meccanico ai motori in caso che uno dei due "rallenti" rispetto alla controparte. Per assicurare questo funzionamento è prevista l'installazione su ognuno dei due motori di rotazione dei sensori assoluti di rotazione collegati al bus del PLC tramite apposito convertitore. I sensori assoluti controlleranno la velocità di rotazione ed il punto nell'intervallo di movimento di ognuno dei due motori. Il modulo possiede interfaccia CANbus per il collegamento e controllo di macchine elettriche esterne (variatori di velocità e schermo 12" utente);

- due moduli di ingresso digitali, impiegati per l'acquisizione degli input generati dai vari sensori/comandi d'impianto. Ai due moduli verranno attestati tutti i finecorsa previsti, tutti i pulsanti ed interruttori impiegati all'interno del quadro Q.OP e tutti gli ingressi di stato dalle barriere motorizzate. Gli ingressi digitali avranno logica positiva, con alimentazione esterna a 24Vcc;
- tre moduli di output digitali, impiegati per il controllo delle barriere stradali (apertura, chiusura, stop movimento, arresto d'emergenza), l'accensione di tutte le spie di segnalazione del quadro Q.OP, la commutazione dei 6 relè impiegati per l'alimentazione dei 6 variatori di velocità elettronici previsti, la commutazione dei 6 relè impiegati per il disinserimento dei freni di

---

stazionamento dei motori e l'attivazione delle funzioni esistenti del Q.SM integrate nel sistema (funzione "Tuttorosso" e funzione "Avanti manuale").

Tutti gli ingressi ed uscite digitali saranno protetti da appositi fusibili, in modo da proteggere l'elettronica del PLC da eventuali guasti e cortocircuiti che si possono generare nell'impianto in seguito a guasto.

Assieme al PLC viene impiegata centralina elettronica per la creazione di un ponte radio dedicato per il comando delle nuove lanterne semaforiche di progetto impiegate per il controllo del traffico fluviale sul canale.

Dati dei variatori di velocità elettronici

All'interno del quadro è prevista l'installazione di 6 variatori di velocità elettronici impiegati per il controllo dei 6 motori elettrici trifase installati sul ponte.

Sono previste due taglie di variatori di velocità:

- due variatori di velocità, con potenza nominale motore comandato di 3 kW, tipo trifase senza neutro. Variatore dotato di resistenza di frenatura esterna da 100  $\Omega$  per assorbire l'inerzia della struttura del ponte in rotazione durante la fase di arresto evitando picchi di tensione.
- quattro variatori di velocità, con potenza nominale motore comandato di 1,5 kW, tipo trifase senza neutro.

Tutti i variatori di velocità dovranno essere collegati tramite CANbus al PLC d'impianto, per il comando integrale del variatore e riporto dello stato del variatore stesso.

Ogni singolo variatore, sulla linea trifase di alimentazione, presenta dedicato teleruttore per il sezionamento della linea di alimentazione motore durante i periodi di non funzionamento.

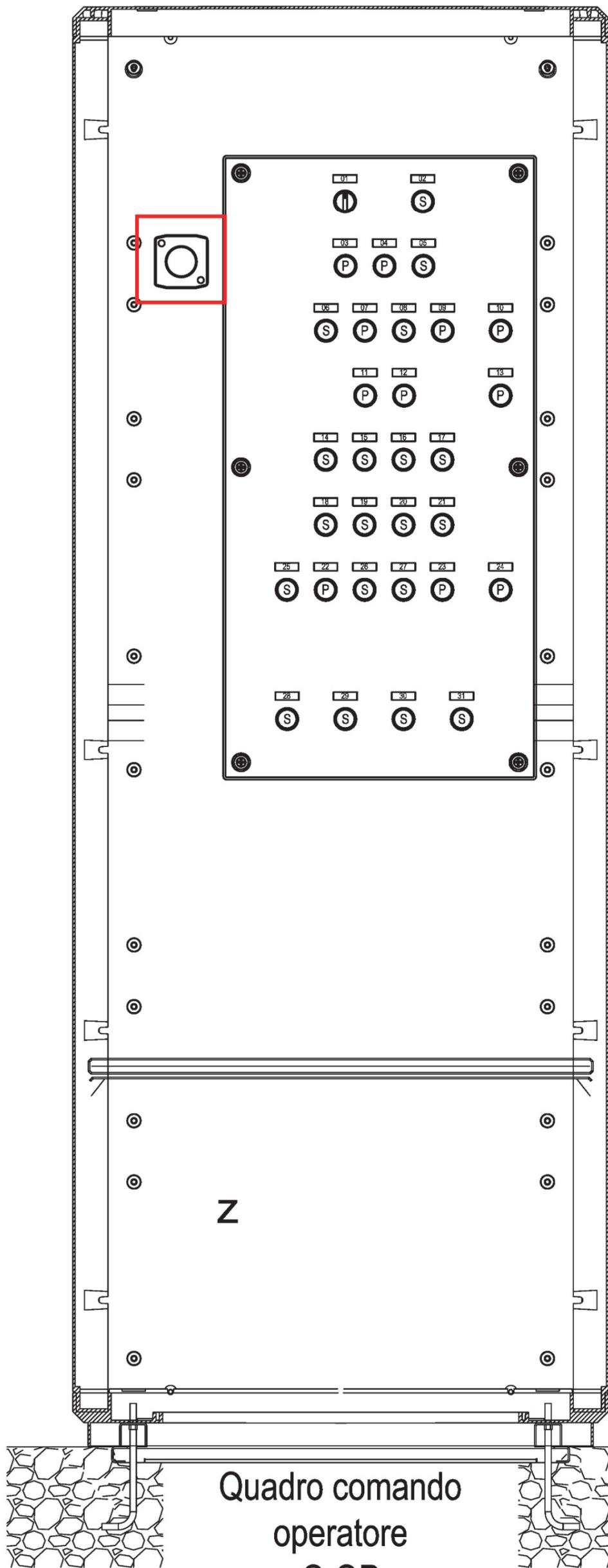
---

### **Quadri elettrici - Q.OP - Quadro operatore**

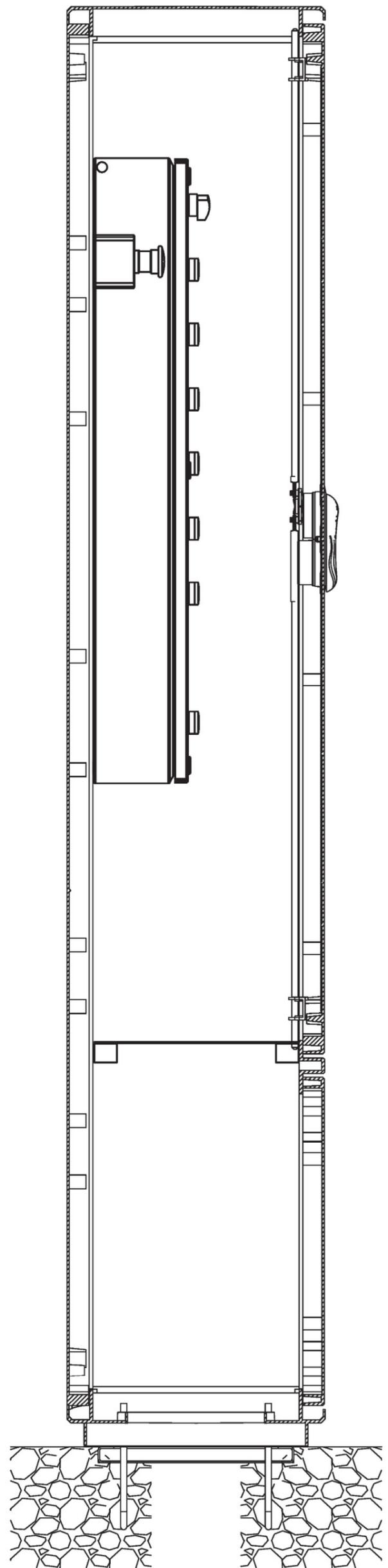
Il nuovo quadro elettrico di comando dell'impianto da parte dell'operatore è composto da:

- involucro esterno composto armadio stradale in vetroresina, con grado di protezione minima IP55. Vano singolo, con singola anta d'accesso dotata di chiave cifrata Y21
- Pulsante di emergenza a fungo (rettangolo rosso), sbloccaggio a rotazione, su apposito involucro di protezione plastico IP66.
- Quadro elettrico in lamiera verniciata, grado di protezione IP66 minimo, impiegato per la creazione della plancia di controllo dell'operatore. Il quadro metallico sarà installato all'interno dell'armadio stradale su apposita piastra di fondo in bachelite. Sul quadro saranno installati tutti gli interruttori, pulsanti e spie di segnalazione necessarie per la creazione della plancia di comando, come illustrata negli elaborati PE-IE-CA-105 (pagine 11-12-14) e PE-IE-CA-106.

Per la descrizione delle funzioni del pannello operatore si rimanda al punto 6 della presente relazione.



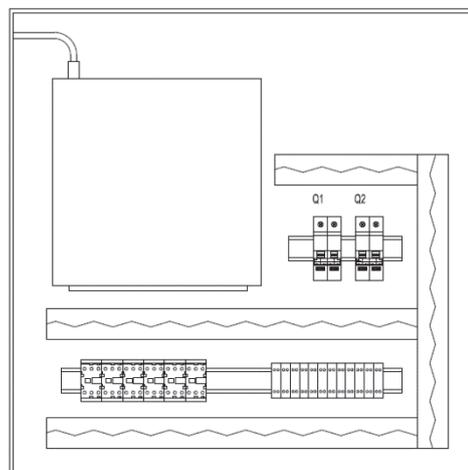
Quadro comando  
operatore  
Q.OP



### **Quadri elettrici - Q.SF - Quadro comando semafori fluviali**

Il progetto prevede la realizzazione di un piccolo quadro comando impiegato per il controllo delle due nuove lanterne semaforiche di progetto installate sul ponte, per il controllo del traffico fluviale durante le operazioni di manovra del ponte.

Si impiega quadro elettrico metallico, dimensioni 60x60x25cm, IP66. Si prevede impiego di centralina elettronica con funzione di ponte radio, impiegata per il collegamento wireless tra il quadro comando Q.CL ed il presente quadro elettrico. Il quadro elettrico comprende gli interruttori di protezione per le lanterne semaforiche e per la centralina elettronica, oltre ai contattori necessari per il controllo delle lanterne semaforiche.



### **Quadri elettrici - Q.SM - Quadro sistema semaforico**

Il quadro elettrico esistente Q.SM, dedicato al controllo dell'impianto semaforico sulla sponda nord/ovest del canale Saetta a Caorle, è oggetto di modifica.

Il quadro attualmente ha le seguenti funzioni:

- controllo della viabilità sulla via "Strada Nuova", con gestione del senso unico alternato del ponte;
- controllo della viabilità laterale di accesso, a case private, lato sud della strada, con azionamento di rosso in entrambe le vie di scorrimento per permettere l'immissione dei privati. La rilevazione di presenza avviene mediante spire magnetiche inserite nella pavimentazione in asfalto della stradina laterale;
- controllo della viabilità in caso di movimentazione del ponte, con interruzione di non solo la viabilità carrabile, ma anche della viabilità ciclopedonale (tramite coppia di lanterne semaforiche a luce rossa) per l'intera durata delle manovre del ponte.

La prime due funzioni sono automatiche, comandate rispettivamente da timer per la viabilità principale su "Strada Nuova", e da spira magnetica per la viabilità di accesso alle case private sopra citate.

---

La terza funzione viene attivata manualmente dall'operatore del ponte mediante comando radio (centralina dedicata posata all'interno del quadro Q.SM ed interfacciata alla morsettiera "NA" del controllore, ai morsetti 10 e 15) ed è denominata "Tuttorosso" nel manuale operatore esistente del quadro (vedi Manuale Utente presente all'interno del quadro Q.SM, della ditta La Semaforica). La modifica prevista a progetto riguarda questa ultima funzione. Si prevede la rimozione del comando radio, con rimozione della centralina di ricezione comando e la relativa antenna, e l'interfacciamento diretto tra quadro Q.SM e Q.CL per l'attivazione della funzione "Tuttorosso". Per la realizzazione di questo collegamento è previsto, all'interno del quadro Q.CL, apposito teleruttore.

Le operazioni previste a progetto sono:

- smontaggio del quadro e stoccaggio in luogo idoneo e protetto per la realizzazione di nuovo basamento per i quadri elettrici di progetto;
- modifica della logica del quadro in officina;
- successiva reinstallazione su nuovo basamento;
- collegamento al quadro Q.CL tramite dedicata linea elettrica.

### **Barriere motorizzate**

Per il controllo accessi al ponte durante le operazioni di apertura e chiusura si è optato per l'installazione di una coppia di barriere stradali motorizzate, in sostituzione delle barriere stradali manuali attualmente presenti ai lati del ponte.

Le barriere sono dotate di motoriduttore a doppia riduzione ad alta efficienza con bilanciamento a molla regolabile, alimentazione 24Vdc coppia massima 180 Nm.

La centralina elettronica di controllo dovrà essere dotata di ingressi ed uscite a relè per la comunicazione al PLC previsto all'interno del quadro Q.CL.

Per garantire la possibilità di funzionamento in caso di mancanza di alimentazione esterna, le barriere sono dotate di batteria interna NiMH.

Il controllo della barriera stradale motorizzata posta sulla sponda sud/est avverrà tramite ponte radio installato all'interno delle due barriere motorizzate.

Il ponte radio sarà impiegato per il comando della barriera ed il riporto delle uscite di stato (funzione di apertura, chiusura, arresto di emergenza, riporto stato barriera e errori specifici).

L'elettronica che compone il ponte radio sarà installata entro apposita scatola di protezione stagna predisposta all'interno della scocca della barriera stessa.

---

## **4. Lavorazioni sulla pila sostegno ponte**

Le lavorazioni elettriche sulla pila di sostegno del ponte sono:

- vie cavo metalliche rigide di collegamento verso la sponda
- le scatole di derivazione impiegate per l'attestazione delle tubazioni metalliche flessibili
- tubazioni metalliche flessibili per collegare gli impianti installati sulla porzione rotante del ponte alla scatola di derivazione installata sulla pila centrale di sostegno.

### **Collegamento agli impianti sulla sponda del canale**

La via cavo impiegata per il passaggio dei cavi (alimentazione dei motori elettrici, freni di stazionamento e le linee dati dai finecorsa e sensori assoluti di rotazione) sarà realizzata impiegando tubazione metallica rigida in acciaio inossidabile AISI 304. La tubazione sarà prima staffata al muro di contenimento sulla sponda nord/ovest del canale, per poi essere staffata a terra lungo la sponda ed il fondo del canale per poi essere staffata ad uno dei pilastri in c.a. di sostegno della pila stessa. Per la rappresentazione grafica del passaggio di questa tubazione si rimanda alla tavola progettuale PE-IE-CA-103.

Il sistema di posa garantisce il minimo impatto sull'alveo del canale, non riducendo la superficie di passaggio dell'acqua, e impedendo a detriti fluviali (rami, tronchi, materiale vegetale vario) di trovare un ostacolo su cui accumularsi con conseguente ostruzione dell'alveo del canale.

E' stata scartata l'opzione di interro della tubazione per non danneggiare le sponde.

## CALCOLO CAVIDOTTO (diametro nominale del tubo, espresso in millimetri, che contiene i cavi scelti)

**N° MASSIMO DI CIRCUITI (selezionare)** 6

Il programma consente di stabilire il diametro dei tubi e le dimensioni delle canalette impiegate nella realizzazione dei circuiti di distribuzione interna per impianti elettrici ad uso residenziale, commerciale ed industriale, quando si stabiliscano le caratteristiche dei conduttori impiegati.

CIRCUITO	sigla cavo	tipo	formazione	diametro esterno singolo cavo in [mm]	numero di cavi	risultati
CIRCUITO 1	FG16OM16	MULTIPOLARE	4x2,5	13,00	2	numero totale cavi <b>15</b>
CIRCUITO 2	FG16OM16	MULTIPOLARE	4x2,5	13,00	4	diametro efficace dei singoli cavi [mm] <b>12,14</b>
CIRCUITO 3	FG16OM16	MULTIPOLARE	2x2,5	10,80	2	
CIRCUITO 4	FG16OM16	MULTIPOLARE	2x2,5	10,80	4	diametro del fascio dei cavi [mm] <b>59,91</b>
CIRCUITO 5	FS18OHZR18 450/7	MULTIPOLARE	24x0,75	14,90	2	
CIRCUITO 6	FS18OHZR18 450/7	MULTIPOLARE	2x1,5	7,30	1	diametro interno minimo della tubazione [mm] <b>77,89</b>
						Se la casella si colora di rosso, aumenta il valore dell'altezza con il pulsante

**tipo di posa dei cavi**

entro tubo metallico

entro canale termoplastico a parete (posa 4-4A)

entro tubo pieghevole sotto intonaco (posa 5-5A), max 63 [mm]

entro tubo interrato (posa 61), massimo 200 [mm]

Se nella casella non compare un numero ma #N/D, non ci sono diametri disponibili, scegliere la canalina termoplastica, lavorare con le caselle riportate a destra

**diametro nominale del tubo [mm]**  
**88,4**

**Dimensioni della canalina termoplastica porta cavi, altezza per larghezza in [mm], scelta manuale**

altezza minima del canale in [mm], <i>scelta manuale</i>	15	120
H x B altezza per larghezza del canale in [mm]	120	X 50
valori commerciali H x B in [mm], <i>scelta automatica</i>	80	X 60

Scelta automatica delle dimensioni della canalina termoplastica H x B, dai cataloghi dei costruttori

**Equazioni:**

$$D_{eff} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n D_{cavi}^2}{n}}$$

$$D_{fascio} = \left( \sqrt{\frac{4 * n - 1}{3}} + 0,5 \right) * D_{eff}$$

superficie del fascio dei cavi [mm<sup>2</sup>]: **2819**

superficie minima del canale [mm<sup>2</sup>]: **5639**

---

### **Collegamento flessibile a struttura rotante ponte**

Per l'alimentazione dell'impianto elettrico installato sulla porzione di ponte rotante è prevista la creazione di un collegamento flessibile tra la pila ponte e la struttura rotante.

Per la creazione di questo collegamento si impiegheranno:

- Scatola di derivazione metallica, grado di protezione IP69, fissata sulla superficie superiore della pila di sostegno in c.a. del ponte;
- Scatola di derivazione metallica, grado di protezione IP69, fissata lateralmente su trave metallica, entro apposito spazio riservato nella struttura del ponte;
- n° 4 tubazioni metalliche flessibili protette da guaina in PVC continua.

Le tubazioni flessibili fungeranno da collegamento tra le due scatole di derivazione previste sulla pila e sulla struttura del ponte. Le tubazioni avranno diametro interno minimo pari a 50mm, ed una lunghezza di 6 metri necessari per garantire la completa rotazione del ponte senza creare tensioni sulle tubazioni flessibili impiegate. La conformazione della struttura centrale del ponte impedisce l'impiego di una catena portacavi per movimento rotatorio.

Per garantire massima manutenibilità del sistema elettrico, le due scatole di derivazione saranno dotate di apposita morsettiera di attestazione linee elettriche, e le linee elettriche saranno interrotte dalle morsettiere. Questo permette la possibilità di sostituzione dei cavi all'interno delle tubazioni flessibili, senza dover sostituire l'intera linea di alimentazione dal quadro Q.CL ai vari motori e fincorsa impiegati sul ponte.

---

## **5. Impianti su struttura rotante ponte**

Gli impianti elettrici previsti sulla struttura metallica del ponte sono:

- n° 2 motori elettrici epicicloidali dotati di freno di stazionamento, installati sul meccanismo centrale del ponte, impiegati per la rotazione;
- n° 4 motoriduttori elettrici dotati di freno di stazionamento, installati entro appositi carter di protezione "appesi" all'esterno della struttura esistente del ponte, impiegati per il sollevamento ed abbassamento degli appoggi laterali di stabilizzazione del ponte in posizione chiusa;
- n° 10 finecorsa impiegati per il posizionamento delle varie parti mobili del ponte;
- n° 2 sensori assoluti di rotazione, installati sull'asse dei motori epicicloidali, impiegati per determinare posizionamento e velocità di rotazione del ponte.

### **Meccanismo centrale di rotazione**

Il meccanismo centrale di rotazione del ponte è composto da ruote dentate collegate ai motori elettrici epicicloidali, e da due settori di ruota dentata installate sulla pila del ponte.

A progetto è prevista l'installazione di due motoriduttori epicicloidali impiegati per la rotazione del ponte. Ogni motoriduttore è direttamente collegato al settore di ruota dentata posta sulla pila di sostegno tramite ruota dentata D180. Il motoriduttore presenta riduzione 1:580.

Per il controllo di posizione e velocità rotazione del ponte si prevede l'impiego di:

- sensore di rotazione assoluto, collegato all'albero del motore elettrico, impiegante linea dati Profibus per il collegamento al PLC di controllo. Il sensore assoluto di rotazione presenta una risoluzione di 8192 scatti a rivoluzione, con numero massimo di rivoluzioni di 4096. Il sensore è impiegato per il monitoraggio costante della velocità di rotazione del motore elettrico da cui il PLC ricava la velocità angolare di rotazione del ponte e la posizione assoluta del ponte.
- interruttore di posizione ad asta con molla per verifica corretta posizione aperta e chiusa del ponte.

### **Meccanismo laterale azionamento appoggio**

Il ponte rotante impiega quattro appoggi laterali a manovella per la stabilizzazione del ponte in posizione chiusa, per il passaggio veicolare. Questi appoggi bloccano il ponte in posizione chiusa, e vanno a scaricare il carico dei veicoli sulle sponde del ponte, senza gravare sul meccanismo centrale di rotazione. Questi appoggi vengono motorizzati mediante dedicato gruppo motore + riduttore + freno di stazionamento.

---

Per il controllo della posizione degli appoggi si impiegano n°2 interruttori di posizione, con leva di azionamento a rotella e push, impiegati come finecorsa per la posizione estesa e ritratta dell'appoggio.

### **Sistema di posa**

Per la realizzazione del sistema di posa sulla struttura del ponte si è optato per una soluzione impiegando solamente materiali che garantiscano un completo isolamento dei cavi elettrici dall'ambiente esterno. Per garantire ciò sono stati impiegati materiali che una volta messi in opera garantiscano una protezione IP65 minima per tutti i tratti dell'impianto. Questo comporta l'impiego di tubazioni metalliche chiuse, scatole di derivazione metalliche con guarnizione di tenuta, boccole di bloccaggio ed attestazione alle scatole di derivazione per le tubazioni flessibili e rigide impiegate.

Sono previsti i seguenti materiali:

- Tubazioni in acciaio inox AISI 304, ricavati da lamiera elettrolitica. Non filettabili. Idonei per curvatura a freddo. Impiego di giunti impermeabili. Garantiti per resistenza ad acqua di mare, cloruro di sodio, olii ASTM 1-2-3°, olii lubrificanti. Continuità elettrica garantita.
- Tubazioni pieghevoli in acciaio zincato a caldo con metodo Sendzimir (UNI EN 10346) profilato ad elica a doppia aggraffatura, ricoperti in PVC non propagante la fiamma, liscio esternamente e con ancoraggio sulle spire. Garantiti per resistenza ad acqua di mare, cloruro di sodio, olii ASTM 1-2-3°, olii lubrificanti. Continuità elettrica garantita.
- Scatole di infilaggio in lega di alluminio a tre e quattro vie, con coperchio dotato di guarnizione di tenuta. Grado di protezione IP65.
- scatole di derivazione metalliche, realizzate in lega di alluminio pressofuso EN AB 44100 secondo norme UNI EN 1676, verniciate a forno con resine epossidiche. Continuità elettrica garantita. Grado di protezione IP69. Dimensioni esterne 620x305xH195mm

Le tubazioni rigide saranno staffate tramite appositi collari di tenuta alla struttura metallica del ponte. Le scatole di derivazione e le scatole di infilaggio saranno adeguate fissate alla struttura del ponte. Le tubazioni metalliche flessibili saranno correttamente attestate tramite idonei raccordi con maschio fisso di tenuta alle scatole di derivazione ed infilaggio ed ai vari interruttori di posizione impiegati.

---

## **Interruttori di posizione**

Per il controllo di posizione dei vari meccanismi del ponte rotante sono impiegati vari interruttori di posizione, con diversi tipi di attuazione, per adattarsi alle varie forme dei meccanismi da controllare.

Gli interruttori di posizione selezionati hanno le seguenti caratteristiche:

- Custodia in termoplastica
- Grado di protezione IP66, IP67, IP69 (IEC/EN 60529) / IP69K (ISO 20653)
- Resistente alla nebbia salina
- Isolamento Classe II
- Tensione d'impiego 6 A/250 Vca, 0,25 A/230 Vcc



Ogni interruttore di posizione ha al suo interno due contatti, 1 NA e 1 NC, entrambi collegati al PLC come forma di ridondanza.

---

## 6. Logica programmazione

La logica di funzionamento del ponte girevole dovrà essere controllata e sottoposta alla DL per verifica prima dell'inizio della programmazione effettiva del PLC.

Il programma dovrà essere verificato e testato prima della messa in funzione dell'opera, in modo da scongiurare eventuali avarie del sistema date da programmazione errata, ed evitare danni materiali alla componentistica del ponte.

Le fasi operative del ponte si possono riassumere in:

- blocco traffico stradale
- sblocco ponte da posizione chiusa
- rotazione antioraria per apertura
- Rotazione oraria per chiusura
- bloccaggio ponte in posizione chiusa
- riapertura traffico stradale

Ognuna di queste operazione comporta una serie di invertenti da parte dell'operatore e di consensi da parte dei sensori e macchine elettriche impiegate.

Ognuna delle fasi operative dovrà essere esclusiva, con impossibilità da parte dell'operatore di lanciare più funzioni in contemporanea, che comporterebbe un errato funzionamento della macchina (per esempio inizio rotazione ponte prima di aver sbloccato gli appoggi laterali, o di aver rimosso gli appoggio prima di aver bloccato il traffico stradale, ecc.)

### **Plancia operatore**

Come indicato nella tavola PE-IE-CA-106, dedicata alla conformazione del pannello operatore, per la costruzione del pannello si impiegheranno pulsanti retroilluminati e spie di segnalazione per comunicare all'operatore quali operazioni sono effettuabili, e in che stato il ponte si trova.

Il quadro operatore è suddiviso in 8 file di pulsanti e spie:

- la prima fila è utilizzata per l'abilitazione del sistema, con interruttore rotativo di accensione impianto e spia di segnalazione accensione;
- la seconda fila è impiegata per il comando del sistema semaforico e la segnalazione all'operatore di quando il semaforo ha completato l'operazione di blocco del traffico stradale;
- la terza fila è impiegata per il controllo delle barriere stradali. Sono presenti spie di segnalazione per indicare lo stato delle barriere (barriere aperte o chiuse), due pulsanti per l'apertura e chiusura

---

delle barriere, ed un pulsante con funzione di arresto in caso l'operatore noti una interferenza con le barriere da fonti esterne;

- la quarta fila è impiegata per il controllo di sollevamento ed abbassamento degli appoggi stabilizzatori del ponte. Sono impiegati 3 pulsanti: alzata appoggi, abbassamento appoggi, e arresto in caso di problema rilevato dall'operatore;

- la quinta e sesta fila sono impiegate per segnalare all'operatore la posizione degli appoggi, con indicazione della loro posizione aperta o chiusa, mediante l'impiego di 8 spie di segnalazione;

- la settima fila è impiegata per il controllo di rotazione del ponte, con 3 spie di segnalazione (ponte chiuso, ponte in movimento, ponte aperto) e tre pulsanti retroilluminati (rotazione antioraria, rotazione oraria, arresto movimento prima di aver raggiunto una delle due posizioni).

- L'ottava e ultima fila è impiegata per la segnalazione di guasti ed errori all'operatore (segnalazione errore barriere motorizzate, errore azionamento appoggi, errore rotazione ponte, preallarme guasto parziale sensori).

### **Prima fase operativa - blocco traffico stradale e ciclopedonale**

La prima operazione che l'operatore deve effettuare per una corretta manovra del ponte è il blocco del traffico stradale e ciclopedonale.

In primis l'operatore deve avviare la procedura "Tutorosso" del sistema semaforico, operazione già programmata all'interno del quadro semaforico Q.SM, con l'utilizzo del pulsante 03 del pannello operatore. La funzione sarà temporizzata.

Una volta che il semaforo ha attivato la funzione "Tutorosso" e l'operatore ha confermato che nessun veicolo o pedone sia sul ponte, potrà attivare la chiusura delle barriere motorizzate.

Le barriere motorizzate danno feedback al PLC sul loro stato, e solo a barriere correttamente chiuse il PLC darà la possibilità all'operatore di iniziare la sequenza di sblocco degli appoggi stabilizzatori del ponte.

In casi eccezionali di guasto alla barriera, l'operatore potrà bypassare il comando dalle barriere.

---

## **Seconda fase operativa - Sblocco ponte da posizione chiusa**

Dopo che il traffico veicolare e ciclopeditone è stato bloccato dall'accedere il ponte, l'operatore può cominciare la fase di sblocco del ponte dalla posizione chiusa.

Il PLC, dopo aver ricevuto input da parte dell'operatore di sollevare gli appoggi del ponte, esegue le seguenti operazioni:

- controlla che i finecorsa dei quattro appoggi confermino che siano in posizione chiusa
- alimenta i freni di stazionamento dei motoriduttori degli appoggi per sbloccarne la rotazione
- aziona gli variatori di velocità (dal 3 al 6) per il sollevamento in contemporanea dei 4 appoggi, impiegando rampa soft-start per non sforzare i motori
- avvia timer interno necessario per determinare se uno o più appoggi sia incastrato o sia danneggiato. In caso che uno degli appoggi sia in ritardo in apertura, il PLC segnala il problema all'operatore tramite spia dedicata in quadro Q.OP, e blocca le funzioni del ponte.
- una volta che i finecorsa confermano che gli appoggi si trovano in posizione "sollevata" il PLC disalimenta i freni di stazionamento dei motoriduttori per bloccare in posizione gli appoggi.

## **Terza fase operativa - Rotazione antioraria per apertura**

Una volta che tutti e quattro gli appoggi del ponte sono stati bloccati in posizione "sollevata", l'operatore può avviare la procedura di rotazione del ponte per l'apertura.

Il PLC esegue le seguenti operazioni:

- verifica e mette in memoria la posizione di partenza dei motoriduttori tramite l'uso dei sensori assoluti di rotazione installati sugli stessi;
- alimenta i freni di stazionamento dei motori epicicloidali per sbloccare la rotazione ponte;
- aziona gli variatori di velocità (1 e 2) impiegando rampa soft-start per non sforzare i motori.

Durante tutta la fase di rotazione il PLC monitora costantemente la velocità di rotazione individuale dei due motori e la loro posizione, gestendone la velocità in modo continuo per impedire fenomeni di stress meccanico ed elettrico causati da una differenza di velocità tra i due motori. Di fatto creando un asse elettrico tra i due.

- una volta raggiunto un punto prestabilito subito prima della fine della rotazione il PLC rallenta il ponte impiegando i variatori di velocità. Per dissipare l'inerzia data al ponte durante la rotazione vengono impiegate due resistenze di frenatura collegate ai due variatori.
- una volta raggiunta la posizione "aperta", confermata dagli interruttori di posizione, il PLC disalimenta i freni di stazionamento per bloccare il ponte in attesa del passaggio delle imbarcazioni.

---

### **Quarta fase operativa - Rotazione antioraria per chiusura**

Il PLC esegue le seguenti operazioni

- verifica e messa in memoria della posizione di partenza dei motoriduttori tramite l'uso dei sensori assoluti di rotazione installati sugli stessi
- alimentazione dei freni di stazionamento dei motori epicicloidali per sbloccare la rotazione ponte
- aziona gli variatori di velocità (1 e 2) impiegando rampa soft-start per non sforzare i motori.
- durante tutta la fase di rotazione il PLC monitora costantemente la velocità di rotazione individuale dei due motori e la loro posizione, gestendone la velocità in modo continuo per impedire fenomeni di stress meccanico ed elettrico causati da una differenza di velocità tra i due motori. Di fatto creando un asse elettrico tra i due.
- una volta raggiunto un punto prestabilito subito prima della fine della rotazione il PLC rallenta il ponte impiegando i variatori di velocità. Per dissipare l'inerzia data al ponte durante la rotazione vengono impiegate due resistenze di frenatura collegate ai due variatori.
- una volta raggiunta la posizione "chiusa", confermata dagli interruttori di posizione, il PLC disalimenta i freni di stazionamento per bloccare il ponte in attesa del reinserimento degli appoggi laterali.

### **Quinta fase operativa - Bloccaggio ponte in posizione chiusa**

Il PLC, dopo aver ricevuto input da parte dell'operatore di abbassare gli appoggi del ponte, esegue le seguenti operazioni:

- alimenta i freni di stazionamento dei motoriduttori degli appoggi per sbloccarne la rotazione
- aziona gli variatori di velocità (dal 3 al 6) per l'abbassamento in contemporanea dei 4 appoggi, impiegando rampa soft-start per non sforzare i motori
- avvia timer interno necessario per determinare se uno o più appoggi sia incastrato o sia danneggiato. In caso che uno degli appoggi sia in ritardo, il PLC segnala il problema all'operatore tramite spia dedicata in quadro Q.OP, e blocca le funzioni del ponte.
- una volta che i finecorsa confermano che gli appoggi si trovano in posizione "abbassata" il PLC disalimenta i freni di stazionamento dei motoriduttori per bloccare in posizione gli appoggi.

### **Sesta fase operativa - Riapertura traffico stradale**

Una volta che il PLC ha confermato il corretto bloccaggio del ponte, l'operatore può riaprire il ponte al traffico veicolare e ciclopeditone, tramite la riapertura delle barriere stradali e poi della disattivazione della funzione "Tutorosso" del sistema semaforico.

---

## **Gestione degli errori/guasti e blocco impianto**

Gli errori comunicati all'operatore sono riassunti in 4 spie:

- Spia errore/guasto azionamento barriere stradali (Sp.16)
- Spia errore/guasto appoggi (Sp.17)
- Spia errore/guasto rotazione ponte (Sp.18)
- Pre-allarme sensori generale (Sp.19)

Errore azionamento barriere stradali

Le barriere stradali motorizzate sono dotate di 8 output ciascuna per riporto stato barriera e riporto errori di funzionamento.

- Out 1, barriera in posizione chiusa
- Out 2, barriera in posizione aperta
- Out 3, allarme oggetto rilevato da fotocellule
- Out 4, allarme che la costa sensibile barriera ha colliso con oggetto interferente
- Out 5, allarme blocco manuale barriera da pulsantiera integrata
- Out 6, avviso azionamento manuale barriera da pulsantiera integrata
- Out 7, allarme alimentazione barriera da batteria interna, mancanza alimentazione rete
- Out 8, allarme errore elettronica interna barriera (Errore del bordo di sicurezza, errore del motore, errore dell'encoder, errore di fuori posizione, ecc.)

In caso di riporto allarme dalle uscite 3 e 4 le barriere dovranno sollevarsi e a rientro errore dovranno terminare la chiusura.

In caso di allarme dagli out 5/6/8 la spia errore dovrà accendersi e la barriera verrà bloccata dal PLC.

In caso di allarme da out 7, la movimentazione potrà essere effettuata una sola volta, ed il sistema dovrà rifiutarsi di richiudere la barriera fino alla sistemazione del problema.

Errore azionamento appoggi stabilizzatori ponte

Gli appoggi stabilizzatori possono avere differenti problematiche:

- danno al variatore di velocità con conseguente impossibilità di azionamento
- parziale bloccaggio del meccanismo di movimentazione, con conseguente rallentamento del movimento e maggior sforzo da parte del motore
- completo bloccaggio del meccanismo di movimentazione, con conseguente impossibilità di completamento della manovra
- parziale danno agli interruttori di posizione, con rottura di solo uno dei contatti interni (NA+NC)
- completo fallimento di uno degli interruttori di posizione.
- impossibilità di sgancio del freno di stazionamento, con conseguente impossibilità di azionamento.

---

Nel caso di parziale danneggiamento di uno degli interruttori di posizione, l'impianto potrà continuare a funzionare, ma con l'accensione della spia di pre-allarme sensori. In tutti gli altri casi il PLC dovrà fermare il movimento del singolo appoggio, e segnalare l'allarme all'operatore tramite l'apposita spia sul pannello operatore.

Errore rotazione ponte

Il meccanismo centrale di rotazione può riportare diversi errori:

- impossibilità di sgancio di un freno di stazionamento, rilevabile da immediato sovraccarico del variatore di velocità e dalla non rotazione del motore rilevata dal sensore assoluto
- rallentamento per usura/sporco/ostruzione di uno dei due motori di rotazione
- parziale guasto dei due interruttori di posizione con mancanza di input (contatti NA+NC)
- non funzionamento completo di uno dei due interruttori di posizione
- non funzionamento completo di tutti e due interruttori di posizione
- non funzionamento di uno dei sensori assoluti di rotazione dei motori

In caso di rallentamento di uno dei motori, il PLC dovrà compensare la maggior resistenza aumentando la potenza data al motore, entro certi limiti. Superata una soglia limite rispetto all'alimentazione standard, il PLC dovrà segnalare l'errore all'operatore ed eventualmente bloccare l'azionamento in modo da non danneggiare il motore.

In caso di parziale guasto degli interruttori di posizionamento il PLC dovrà avvisare l'operatore tramite la spia di Pre-allarme sensori. In caso di guasto totale anche su uno dei sensori, il PLC dovrà impedire l'azionamento del ponte e avvisare l'operatore.

---

## 7. Normativa di riferimento

---

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60909-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 64-8 Ed. 2021: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU “Prodotti da Costruzione” (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.