



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



MIT  
MINISTERO  
DELLE INFRASTRUTTURE  
E DEI TRASPORTI



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Regione Lombardia  
Direzione Generale Infrastrutture e Opere Pubbliche



FERROVIENORD  
FNMGROUP



un progetto di  
FNM FERROVIENORD TRENORD

CODICE  
COMMESSA

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D.P.R.  
207/10

PROGRESSIVO  
ELABORATO

CATEGORIA  
OPERA

NUMERO  
OPERA

REVISIONE

SCALA

B 3 5

D

b

0 1 6

I M

0 1

R 0

===

IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE IDROGENO  
ADEGUAMENTO IMPIANTO FERROVIARIO DI EDOLO  
Progetto Definitivo

Binari adibiti al rifornimento di idrogeno  
Stazione di Edolo  
Relazione tecnica: impianti energia LFM

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3		-		
	2		-		
	1		-		
	0	Giu. 2024	PRIMA EMISSIONE	R. TARSI	M. BAFFA PACINI

FERROVIENORD

APPALTATORE

Progettista



REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA
R. TARSI	M. PROIETTI	M. BAFFA PACINI	Giu. 2024
CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE			AGG.

## SOMMARIO

### Sommario

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. GENERALITÀ SULLA FERMATA.....</b>	<b>2</b>
<b>3. DATI IMPIANTISTICI ELETTRICI.....</b>	<b>2</b>
3.1. Architettura del sistema di alimentazione .....	2
3.2. Caratteristiche della fornitura elettrica .....	2
3.3. Sistema di protezione contro i contatti diretti ed indiretti .....	3
<b>4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>4</b>
4.1. Valori di calcolo .....	4
4.2. Corpi illuminanti impianto di illuminazione banchina.....	5
<b>5. PRESE DI SERVIZIO.....</b>	<b>5</b>
<b>6. RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>5</b>
6.1. Leggi e normative cogenti .....	5
6.2. Norme CEI - UNI.....	6

## **1. PREMESSA**

Il presente documento ha per oggetto la descrizione degli impianti elettrici LFM a servizio della fermata di Edolo e dei relativi annessi, previsti all'interno dei lavori di adeguamento dell'impianto ferroviarie necessari al fine di poter rifornire i treni alimentati ad idrogeno.

## **2. GENERALITÀ SULLA FERMATA**

La realizzazione degli impianti luce e forza motrice consiste sostanzialmente nella realizzazione di:

- adeguamento quadri elettrici BT esistenti;
- fornitura di nuovi quadri elettrici a servizio dei nuovi carichi di illuminazione ed FM della banchina per il rifornimento dei treni ad idrogeno;
- impianto di illuminazione nuova banchina per il rifornimento dei treni ad idrogeno
- impianto di FM composto da prese di servizio.

## **3. DATI IMPIANTISTICI ELETTRICI**

### **3.1. Architettura del sistema di alimentazione**

L'alimentazione elettrica sarà erogata tramite il quadro generale di bassa tensione (esistente) denominato QAE, che sarà oggetto di adeguamento, il quadro attuale non presenta gli spazi necessari per l'aggiunta di un nuovo interruttore, inoltre sarà aumentata la potenza della fornita dall'ente erogatore, in previsione di futuri interventi.

Dal quadro generale partiranno le alimentazioni dei quadri oggetto di adeguamento o di nuova fornitura, in particolare sarà prevista una nuova partenza per il quadro per l'alimentazione delle apparecchiature della nuova banchina per il rifornimento dei treni ad idrogeno denominato "QBA".

### **3.2. Caratteristiche della fornitura elettrica**

L'attuale fornitura prevede una potenza di 37 kW e una corrente di corto circuito pari a 10 kA, viste le numerose utenze che verranno aggiunte sarà necessario un adeguamento della fornitura che dovrà essere portata a 70 kW, tenendo conto anche di ampliamenti futuri, di conseguenza il valore di corrente di corto circuito sarà pari a 15 kA, il quadro generale QAE è stato quindi adeguato a queste nuove caratteristiche della fornitura.

Le altre caratteristiche rimangono invariate:

- Tensione nominale: 400/230V
- Frequenza nominale: 50Hz
- Fasi: 3+neutro
- Sistema elettrico: categoria I: tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V in corrente alternata e da oltre 120 V fino a 1500 V in corrente continua
- Regime di neutro TT
- Il valore della corrente di corto circuito trifase dei crepuquadri è stata calcolata mediante il software I-Project versione 6.1, le risultanze sono riportate nel documento relativo ai calcoli elettrici;

Le sezioni dei conduttori sono state calcolate per assicurare i seguenti valori di caduta di tensione misurata a pieno carico sull'utenza più lontana dal punto di origine dell'impianto:

- |                          |    |
|--------------------------|----|
| • Circuiti luce          | 4% |
| • Circuiti forza motrice | 4% |

- Squilibrio tra le fasi 2%

I fattori di potenza nell'impianto utilizzati per il dimensionamento dei circuiti sono i seguenti:

- Circuiti luce  $\cos\varphi$  0,95
- Circuiti prese FM  $\cos\varphi$  0,9
- Circuiti utenze meccaniche  $\cos\varphi$  0,85

Condizioni ambientali

- Temperatura ambiente (min/max) -5/+40 °C
- Altitudine < 1000 m s.l.m.
- Clima normale

Nel dimensionamento dei cavi si sono considerate le seguenti temperature di riferimento per le portate:

- Posa dei cavi in aria libera +30°C
- Posa dei cavi incassati +30°C

I fattori di declassamento delle portate, per le varie condizioni di installazione dei circuiti, sono stati desunti dalle tabelle CEI UNEL di riferimento.

### **3.3. Sistema di protezione contro i contatti diretti ed indiretti**

La protezione contro i contatti diretti è garantita dall'isolamento delle parti attive, rimovibile solamente per distruzione dei materiali isolanti, e dall'uso di componenti dotati di idoneo grado di protezione IP, aventi involucri o barriere rimovibili solamente con l'uso di un attrezzo.

La protezione contro i contatti indiretti è attuata con le seguenti modalità:

- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, sistema TT: si impiegano dispositivi a corrente differenziale coordinati con la resistenza del dispersore, adottando le prescrizioni della norma CEI 64-8, punto 413.1.4.2 ( $RE \times I_{dn} \leq U_L$ , dove RE è la resistenza del dispersore in  $\Omega$ ,  $I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale in A e  $U_L$  è la tensione di contatto limite convenzionale in V).
- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, sistema TN: si impiegano dispositivi di protezione coordinati con l'impedenza dell'anello di guasto in modo da ottenere l'interruzione automatica dell'alimentazione entro il tempo specificato (0,4 s), adottando le prescrizioni della norma CEI 64-8, punto 413.1.3.3 ( $Z_S \times I_a \leq U_0$ , dove  $Z_S$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente,  $I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo definito in funzione della tensione nominale  $U_0$  per i circuiti terminali ed entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s per gli altri circuiti,  $U_0$  è la tensione nominale verso terra in V).
- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione, sistema IT: non si effettua il collegamento a terra delle parti attive (centro stella) al fine di evitare l'intervento dei dispositivi di protezione al primo guasto a terra, si installano opportuni dispositivi di controllo dell'isolamento, adottando le prescrizioni della norma CEI 64-8, punto 413.1.5.
- Protezione mediante separazione elettrica: si impiegano sorgenti di alimentazione costituite da trasformatori costruiti secondo la specifica IS 365 ed. 2008 e realizzando l'isolamento principale dei circuiti separati da altri circuiti e da terra, adottando le prescrizioni della norma CEI 64-8, punto 413.5 nel caso di alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore e punto 413.6 nel caso di alimentazione di più apparecchi utilizzatori.

- Protezione mediante componenti elettrici di Classe II o con isolamento equivalente: si impiegano componenti elettrici dotati di isolamento doppio o rinforzato, involucri isolanti aventi grado di protezione minimo IPXXB e condutture elettriche costituite da:
  - cavi con guaina non metallica aventi tensione nominale maggiore di un gradino rispetto a quella necessaria per il sistema elettrico servito e che non comprendano un rivestimento metallico;
  - cavi unipolari senza guaina installati in tubo protettivo o canale isolante, rispondente alle rispettive Norme;
  - cavi con guaina metallica aventi isolamento idoneo per la tensione nominale del sistema elettrico servito, tra la parte attiva e la guaina metallica e tra questa e l'esterno (per memoria).

## 4. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### 4.1. Valori di calcolo

È stata effettuata la classificazione delle principali aree e per ciascuna area è stato effettuato il calcolo illuminotecnico di verifica considerando le condizioni di posa (in termini di tipologia e numero di corpi illuminanti, coefficienti di riflessione delle superfici delle aree e dei locali) e di esercizio a regime (in termini di pulizia degli ambienti e manutenzione dei corpi illuminanti).

Le verifiche sono state tese a valutare l'illuminamento medio mantenuto, l'indice di abbagliamento unificato (dove previsto), l'uniformità dell'illuminamento, ossia il rapporto Emin/Emed, ed infine l'indice di resa dei colori.

Nella Tabella seguente sono riepilogati i valori prescritti dalle norme prese a riferimento ed i relativi valori ottenuti dal calcolo.

Come si nota, in tutti i casi i valori calcolati risultano in linea con quanto prescritto dalle citate norme.

UNI-EN 12464-1 e 12464-2			Illuminamento medio mantenuto	Indice di abbagliamento unificato	Uniformità di illuminamento	Indici di resa dei colori
n°Rif	Tipo di zona	Ambiente locale	$E_m$ [lx] (valori richiesti)	$UGR_L$ (valori richiesti)	$U_o$ (valori richiesti)	$R_a$ (valori richiesti)
5.12.12	Ferrovie e tramvie – Manutenzione a treni	Banchina idrogeno	41 (20)	23 (50)	0,43 (0,40)	70 (40)

L'illuminazione della banchina è prevista con accensioni a comando centralizzato e manuale (crepuscolare e/o orologio con selettore per accensione manuale)

Le linee di alimentazione dei singoli circuiti luce sono derivate dalle dorsali tramite stacchi con tubazioni a vista.

I conduttori di alimentazione delle utenze terminali di illuminazione posate nelle tubazioni suddette, sono del tipo FG17 e sezione minima 1,5mm<sup>2</sup>.

La distribuzione principale dal quadro fino alla prima cassetta di derivazione avviene con conduttori di tipo FG18(O)M16 o FG16(O)M16 a seconda della zona di posa e sezione minima 2,5 mm<sup>2</sup> (se non diversamente indicato all'interno degli elaborati grafici che fanno parte del presente progetto).

Da un punto di vista gestionale dovrà essere previsto un sistema di controllo remoto dell'impianto di illuminazione basato su protocollo DALI-2, al fine di garantire adeguati interventi di manutenzione, configurazione, collaudo, nonché il monitoraggio degli stessi con riferimento a non solo al governo del loro corretto funzionamento ma anche alla verifica dei consumi.

Il dettaglio delle verifiche illuminotecniche effettuate è riportato nella relazione dedicata.

#### **4.2. Corpi illuminanti impianto di illuminazione banchina**

La banchina per il rifornimento dei treni ad idrogeno sarà illuminata tramite proiettori a tecnologia LED installati su pali in vetroresina aventi altezza fuori terra di circa 5 m; i corpi illuminanti avranno le seguenti caratteristiche:

- CORPO: in alluminio pressofuso;
- DIFFUSORE: vetro temprato resistente agli shock;
- OTTICA: In policarbonato bianco e contatti in bronzo fosforoso;
- CABLAGGIO: Alimentazione 230V/50Hz;
- EQUIPAGGIAMENTO: sezionatore.-connettore rapido IP67.-valvola anticondensa.-dispositivo di controllo della temperatura con ripristino automatico.-dispositivo di protezione conforme EN 61547 contro i fenomeni impulsivi;
- NORMATIVA: Prodotti in conformità alle relative norme UNI e CEI.
- POTENZA LAMPADE: LED 33 W;
- FLUSSO LUMINOSO: 4728 lm;
- TEMPERATURA DI COLORE 4000 K;
- INDICE DI RESA CROMATICA  $R_a > 70$ ;
- GRADO DI PROTEZIONE: IP67;
- ISOLAMENTO: Classe II.

Completa di accessori per l'ancoraggio ed il fissaggio.

### **5. PRESE DI SERVIZIO**

L'impianto di alimentazione delle prese di corrente è realizzato a vista, adottando sistemi di giunzione tra tubazioni e con i contenitori atti a garantire un grado di protezione IP55.

I quadretti prese, staffati a parete, sono costituiti da involucro in materiale plastico antivandalo attrezzato con una presa interbloccata con fusibili da 16A 3P+N+T e/o una presa interbloccata con fusibili da 16A 1P+N+T. Le prese avranno un grado di protezione almeno IP55.

### **6. RIFERIMENTI NORMATIVI**

#### **6.1. Leggi e normative cogenti**

- Legge del 01 marzo 1968 n.ro 186 - Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici
- Legge del 18 ottobre 1977 n.ro 791 - Attuazione della direttiva CEE 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- Decreto del Presidente della Repubblica del 24 luglio 1996 n.ro 459 - Regolamento per l'attuazione di direttive CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine
- Direttiva 98/37/CE - Direttiva macchine
- Direttiva 2006/95/CE - Direttiva bassa tensione
- Decreto Ministero dell'Interno del 22 ottobre 2007 - Approvazione della regola tecnica per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o a

macchina operatrice a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi

- Decreto Ministeriale del 22 gennaio 2008 n.ro 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11, comma 13, lettera a) della L. del 02 dicembre 2005 n.ro 248, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- Decreto Legislativo del 09 Aprile 2008 n.ro 81 - Attuazione dell'art. 1 della L. del 03 agosto 2007 n.ro 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Decreto Legislativo n. 106/17 - Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la Direttiva 89/106/CEE
- Regolamento (UE) n. 305/2011 - Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE)
- Legge Regionale 25 luglio 2002, n. 12 - Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici

## **6.2. Norme CEI - UNI**

- Norma CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norma CEI 8-6 - Tensioni nominali dei sistemi elettrici di distribuzione pubblica a bassa tensione
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- Norma CEI EN 60909-0 (classificazione norma CEI 11-25) - Correnti di corto circuito nei sistemi trifase in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti
- Norma CEI EN 60865-1 (classificazione norma CEI 11-26) - Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti - Parte 1: Definizioni e metodi di calcolo
- Norma CEI 11-28 - Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione
- Norma CEI EN 60947-2 (classificazione norma CEI 17-5) - Apparecchiature a bassa tensione - Parte 2: Interruttori automatici
- Norma CEI EN 61439-1 - Class. CEI 17-113 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) Parte 1: Regole generali
- Norma CEI EN 61439-2 - Class. CEI 17-114 - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.) Parte 2: Quadri di potenza
- Norma CEI CT 20 - Cavi per energia (scelta ed installazione dei cavi elettrici)
- Norma CEI EN 60332-3 - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio Parte 2-4: Procedure: Categoria C
- Norma CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV
- Norma CEI 20-105 - Cavi elettrici resistenti al fuoco, non propaganti la fiamma, senza alogeni, con tensione nominale 100/100 V per applicazioni in sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio

- Norma CEI EN 50575 (classificata norma CEI 20-115) - Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio
- Norma CEI UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- Norma CEI UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1.000 V in corrente alternata e 1.500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
- Norma CEI 23-3 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili - Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- Norma CEI EN 61386-1 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- Norma CEI EN 61386-24 - Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 24: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- Norma CEI EN 60598-1 (classificata norma CEI 34-21) - Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove
- Norma CEI EN 60598-2-22 (classificata Norma CEI 34-22) - Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norma CEI EN 60598-2-1 (classificata Norma CEI 34-23) - Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale
- Norma CEI EN 60598-2-5 (classificata Norma CEI 34-30) - Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 5: Proiettori
- Norma CEI EN 60598-2-3 (classificata Norma CEI 34-33) - Apparecchi di illuminazione. Parte 2: Prescrizioni particolari. Sezione 3: Apparecchi per illuminazione stradale
- Norma CEI EN 50172 (classificata Norma CEI 34-111) - Sistemi di illuminazione di emergenza
- Norma CEI 34-119 - Guida per la progettazione degli apparecchi di illuminazione - Informazioni per il funzionamento sicuro e corretto delle sorgenti luminose
- Norma CEI UNI 11222 (classificata norma CEI 34-132) - Luce e illuminazione Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo
- Norma CEI 34-133 - Illuminazione generale - LED e moduli LED - Termini e definizioni
- Norma CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua
- Norma CEI 64-8/1 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua- Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
- Norma CEI 64-8/2 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua - Parte 2: Definizioni
- Norma CEI 64-8/3 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua - Parte 3: Caratteristiche generali
- Norma CEI 64-8/4 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza



- Norma CEI 64-8/5 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
- Norma CEI 64-8/6 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. Parte 6: Verifiche
- Norma CEI 64-8/7 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- Norma CEI 64-8/V3 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. VARIANTE V3
- Norma CEI 64-8/V4 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua. VARIANTE V4
- Norma UNI EN 12464-1 - Illuminazione posti di lavoro all'interno
- Norma UNI EN 12464-2 - Illuminazione posti di lavoro all'esterno
- Norma UNI EN 1838 - Illuminazione di emergenza
- Norma UNI EN 11248 - Illuminazione stradale - selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI EN 13201-2 - Luce e illuminazione – Illuminazione stradale – parte 2: requisiti prestazionali
- Norma UNI EN 13201-3 - Luce e illuminazione – Illuminazione stradale – parte 3: calcolo delle prestazioni
- Norma UNI EN 13201-4 - Luce e illuminazione – Illuminazione stradale – parte 4: metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche
- Norma UNI EN 11095 - Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie