

# PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



## PROGETTO DEFINITIVO

### EUROLINK S.C.p.A.

IMPREGILO S.p.A. (MANDATARIA)  
 SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)  
 COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)  
 SACYR S.A.U. (MANDANTE)  
 ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)  
 A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

 <p><b>IL PROGETTISTA</b>                  Dott. Ing. I. Barilli                  Ordine Ingegneri                  V.C.O.                  n° 122                  Dott. Ing. E. Pagani                  Ordine Ingegneri Milano                  n° 15408</p> 	<p><b>IL CONTRAENTE GENERALE</b>                   Project Manager                  (Ing. P.P. Marcheselli)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                  Direttore Generale e                  RUP Validazione                  (Ing. G. Fiammenghi)</p>	<p><b>STRETTO DI MESSINA</b>                   Amministratore Delegato                  (Dott. P. Ciucci)</p>
--	---	---	---

<p><i>Unità Funzionale</i> COLLEGAMENTI CALABRIA  <i>Tipo di sistema</i> INFRASTRUTTURE STRADALI - IMPIANTI TECNOLOGICI  <i>Raggruppamento di opere/attività</i> ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE  <i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i> GENERALE  <i>Titolo del documento</i> RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</p>	<p style="text-align: right;">CS0873_F0</p>
--	---

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	1	R	D	C	S	I	0	0	G	0	0	0	0	0	0	0	1	F	0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
F0	20/06/2011	EMISSIONE FINALE	D. RE	G. LUPI	I. BARILLI



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## INDICE

INDICE .....	i
1 Introduzione .....	1
2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate.....	1
3 Leggi e norme di riferimento .....	2
4 Criteri base di progetto.....	3
5 Dati e requisiti di base del progetto .....	4
6 Classificazione delle aree e degli ambienti.....	5
7 Considerazioni generali sul progetto degli impianti.....	6
8 Descrizione tecnica degli impianti di illuminazione esterna .....	7
8.1 Generalità .....	7
8.2 Apparecchi illuminanti utilizzati .....	7
8.3 Circuiti di alimentazione .....	9
8.4 Regolazione degli impianti di illuminazione esterna .....	10
8.5 Sostegni.....	10
8.5.1 Pali .....	10
8.5.2 Torri faro .....	13
8.6 Sistemi di supporto dei sostegni .....	15
8.7 Impianto di terra a servizio degli impianti di illuminazione esterna.....	16
8.8 Impianti di monitoraggio e di comando dell'impianto di illuminazione .....	17
8.8.1 Architettura del sistema .....	17
8.8.2 Funzionalità del sistema di telegestione.....	18
8.9 Interfacciamento al sistema di supervisione .....	19



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 1 Introduzione

Il presente documento intende illustrare le soluzioni progettuali adottate nello sviluppo del progetto definitivo degli impianti di illuminazione da realizzare a servizio delle aree esterne previste lungo i collegamenti stradali lato Calabria, nell'ambito della costruzione dell'Opera di attraversamento sullo Stretto di Messina.

Per quanto concerne dati di progetto, definizione delle categorie illuminotecniche e risultati di calcolo si rinvia alle diverse "Relazioni di calcolo illuminotecnico" facenti parte del progetto.

Si precisa infine che gli impianti di illuminazione asserviti ai tunnel costituiscono oggetto di altra relazione tecnica specialistica.

## 2 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Per comodità vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

- ac - Corrente alternata
- AD - Azienda distributrice di energia elettrica nel caso specifico sinonimo di ENEL
- BT o bt - Bassa Tensione in c.a. (400/230V)
- CA - Continuità assoluta
- cc - Corrente Continua
- CD - Centro Direzionale
- CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano
- CSA - Capitolato Speciale di Appalto
- DLgs - D.Lgs n°264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE
- FM - Forza Motrice
- FO - Fibra Ottica
- HW - Hardware
- IE - Illuminazione Esterna (svincoli)
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- IMS - Interruttore di Manovra e Sezionatore
- I/O - Input/Output
- LAN - Local Area Network
- LED - Light Emitting Diode
- LG - Circolare ANAS "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie"

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

stradali” – Seconda edizione 2009

- ME - MESSina
- MT - Media Tensione in c.a.: nel caso specifico sta per 20kV
- PC - Personal Computer
- PDE - Progetto DEfinitivo
- PDG - Progetto Di Gara
- PL - Punto Luce
- PLC - Programmable Logic Controller
- PMV - Pannello a Messaggio Variabile
- RC - Reggio Calabria
- SA - Servizi Ausiliari ordinari
- SAP - Sodio Alta Pressione
- SW - Software
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana
- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- UPS - Gruppo di Continuità Assoluta
- WAN - Wide Area Network

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti nel seguito solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

### **3 Leggi e norme di riferimento**

Nello sviluppo del progetto definitivo delle opere impiantistiche descritte nel presente documento, sono stati considerati i seguenti riferimenti:

- Leggi e Decreti Ministeriali dello Stato cogenti
- Normativa CEI, UNI, UNI-EN
- Circolari ANAS

Nel caso di cui trattasi, si è fatto particolare riferimento alle seguenti Leggi, Circolari e Norme:

#### Leggi

- D. Leg.vo n. 285 – “Nuovo Codice della Strada”

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- D.M. del 5/11/2001 - “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

#### Norme CEI

- Norma CEI 11-17 - “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”
- Norma CEI 64-8 - “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 Volt in corrente alternata e 1.500 Volt in corrente continua”

#### Norme UNI

Tutta la normativa UNI, di interesse per le opere in progetto ed in particolare:

- UNI 11248 “Illuminazione stradale selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI EN 13201-2:2004 “Illuminazione stradale parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI EN 13201-3:2004 “Illuminazione stradale parte 3: Calcolo delle prestazioni”

## **4 Criteri base di progetto**

Considerata la funzione specifica di sicurezza attribuita agli impianti di illuminazione all'esterno, la loro definizione richiede un'attenta valutazione dei criteri progettuali guida da porre alla base della progettazione impiantistica, che si possono così riassumere:

- **elevato livello di affidabilità**, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni: oltre all'adozione di apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si dovrà realizzare un'architettura degli impianti in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di sezioni d'impianto; a tale scopo sono stati previsti, per ciascun tratto di strada illuminata, due circuiti distinti con derivazione alternata dei PL installati;
- **manutenibilità**: i tempi di individuazione dei guasti, o di sostituzione dei componenti avariati, nonché il numero delle parti di scorta debbono essere ridotti al minimo: a tale scopo sono stati adottati i seguenti provvedimenti:
  - a) omogeneizzazione, per quanto possibile, delle tipologie impiantistiche
  - b) collocazione, per quanto possibile, delle apparecchiature in locali protetti (tipicamente cabine elettriche)
  - c) costante monitoraggio dello stato degli impianti tramite le funzioni di diagnostica attuate dal sistema ad onde convogliate



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Dati rete di alimentazione ENEL:
  - tensione di alimentazione: 20kV ± 10%
  - corrente di cortocircuito trifase nel punto di consegna MT: 12,5 kA (valore tipico per reti MT a 20 kV)
  - tempo di intervento protezioni: < 1s
  
- Sistema di distribuzione rete BT: TN-S
  
- Assorbimenti unitari (W):
  - Apparecchio illuminante a 60 LED: 145 W
  - Apparecchio illuminante 80 LED: 190 W
  - Apparecchio illuminante 100 LED: 236 W
  - Apparecchio illuminante 120 LED: 284 W
  - Proiettore torre faro: 1080 W
  
- Flusso luminoso apparecchi LED (700mA-4.300K):
  - Sorgente 60 LED: 10.342 lumen
  - Sorgente 80 LED: 13.789 lumen
  - Sorgente 100 LED: 17.237 lumen
  - Sorgente 120 LED: 20.684 lumen

Per gli altri dati di progetto, vincoli al contorno e per la classificazione illuminotecnica delle diverse zone da illuminare si rinvia alle varie relazioni di calcolo facenti parte del progetto.

## 6 Classificazione delle aree e degli ambienti

Gli impianti previsti nel presente progetto dovranno essere realizzati nei seguenti ambienti tipici:

1. aree esterne (strade, aree di svincolo e viadotti): in tale contesto trova applicazione la sezione 714 della Norma CEI 64-8/7 relativa agli "Impianti di illuminazione situati all'esterno". Tale sezione prescrive i seguenti provvedimenti particolari che si possono, con i dovuti adeguamenti, estendere per analogia anche per gli altri impianti realizzati all'aperto:
  - pali di sostegno conformi alla Norma UNI EN 40
  - grado di protezione minimo IPX7 per componenti elettrici nei pozzetti con drenaggio o per componenti direttamente interrati

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- apparecchi illuminanti con grado di protezione minimo IP23 se posti ad una altezza maggiore di 2,5m dal piano di calpestio
- caduta di tensione massima pari al 5%

2. locali tecnici: trattasi di ambienti ordinari, pertanto per gli impianti realizzati al loro interno valgono le regole generali indicate nelle parti 4 e 5 della Norma CEI 64-8.

## 7 Considerazioni generali sul progetto degli impianti

Per completezza e per meglio comprendere quanto riportato nel seguito, si riportano, in merito agli impianti tecnologici, le seguenti considerazioni di carattere generale anche se non riferite, prettamente, agli impianti elettrici di illuminazione oggetto della presente relazione:

- la gestione degli impianti “locali” a servizio di ciascuna area di svincolo sarà garantita da uno specifico “Sistema di controllo locale”.
- tutti gli impianti, siano essi a servizio delle opere all’aperto che delle opere in sotterraneo, saranno inoltre gestiti dal “Sistema di supervisione generale” le cui interfacce operatore saranno fisicamente collocate nella sala controllo del Centro Direzionale (lato Calabria).
- per la connessione sia degli impianti “locali” al centro di controllo remoto sarà realizzata una rete WAN (Wide Area Network) in fibra ottica, configurata ad anello e posata lungo le due carreggiate autostradali comprese nel presente intervento. Tale rete sarà basata su standard Ethernet e sarà dedicata a più servizi: servizio dati (per le funzioni di controllo, automazione e supervisione), servizio fonia (SOS) e servizio video (TVCC)
- i tre servizi sopra menzionati, supportati dalla rete WAN, utilizzeranno apparati attivi (switch) e fibre ottiche di connessione dedicate. Ciascun nodo WAN pertanto può essere suddiviso, fisicamente e funzionalmente, in un nodo WAN/dati, in un nodo WAN/fonia ed in un nodo WAN/video. Allo stesso modo ciascuna tratta della rete WAN in f.o. può essere suddivisa, fisicamente e funzionalmente, in una connessione WAN/dati, in una connessione WAN/fonia ed in una connessione WAN/video
- conformemente alle prescrizioni delle LG, per il servizio dati e per il servizio voce saranno utilizzati, rispettivamente ed unicamente, il protocollo di comunicazione Modbus TCP/IP ed il protocollo VOIP
- la suddetta rete WAN, oltre ad implementare i servizi dati/voce/video sarà utilizzata, con fibre dedicate, anche per attuare la selettività logica della rete MT che interconnette le diverse

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

cabine asservite ai vari tunnel/are di svincolo

## **8 Descrizione tecnica degli impianti di illuminazione esterna**

Nel seguito si riporta la descrizione tecnica dei vari impianti di illuminazione previsti a servizio dei tunnel.

### **8.1 Generalità**

Si riporta nel seguito la descrizione tecnica dell'impianto rinviando agli altri elaborati di progetto (in particolare alle relazioni di calcolo ed agli elaborati grafici) per ulteriori dettagli.

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada; il compito visivo per i conducenti degli autoveicoli è costituito dalla percezione, in tempo utile, di ostacoli potenzialmente pericolosi per decidere e realizzare azioni correttive atte ad evitare incidenti.

Le soluzioni progettuali adottate hanno inoltre contemplato l'esigenza di contenere i consumi energetici e gli oneri manutentivi oltre a diminuire l'inquinamento luminoso verso l'alto.

### **8.2 Apparecchi illuminanti utilizzati**

Per l'illuminazione della viabilità esterna sono previsti apparecchi con sorgenti LED e corpo in pressofusione di alluminio.

L'apparecchio avrà una struttura modulare con moduli da 10 o 20 LED fino al massimo 120 LED ciascuno dotato di lenti "nano-ottiche" atte al controllo del flusso luminoso emesso dal singolo LED. L'apparecchio, nel caso in cui un LED smetta di funzionare, ridefinisce la corrente di alimentazione sui rimanenti in modo tale da ridurre al minimo la variazione di flusso emessa dallo stesso.

La dissipazione del calore è garantita da adeguati dissipatori montati superiormente ai moduli LED. L'alimentazione interna, in corrente continua a 700 mA è garantita attraverso reattori elettronici di pilotaggio (driver), caratterizzati da elevata efficienza (>90%) e da elevata durata (100.000 ore).

L'apparecchio sarà inoltre equipaggiato di un modulo ad onde convogliate per la gestione del punto luce sia in termini di accensione e spegnimento che in termini di regolazione del flusso luminoso emesso.

Altre caratteristiche degli apparecchi a LED si possono così riassumere:

- numero LED: 60-80-100-120

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- potenza nominale a pieno regime (compresi ausiliari) per ogni LED a 700mA: 2,36 W
- alimentazione in corrente continua con valori regolabili per regolazione di flusso
- durata LED (L<sub>80</sub>): 60.000 ore a 15°C di temperatura ambiente con 700 mA di corrente di pilotaggio
- durata LED (L<sub>80</sub>): >90.000 ore a 15°C di temperatura ambiente con 525 mA di corrente di pilotaggio
- durata LED (L<sub>80</sub>): >150.000 ore a 15°C di temperatura ambiente con 375 mA di corrente di pilotaggio
- grado di protezione: IP66
- doppio isolamento (classe II)
- resa cromatica: > 75
- temperatura di colore: 4.300 K
- fattore di potenza: 0,9
- efficienza luminosa apparecchio a 700 mA (compresi ausiliari): 73 lm/W
- reattore elettronico senza necessità di condensatori di rifasamento
- peso: 10,52 kg (60LED) - 14,72 kg (80LED) - 14,92 kg (100LED) - 15,12 kg (120LED)
- superficie esposta al vento dell'apparecchio: 0,06 m<sup>2</sup> (60 LED) - 0,08 m<sup>2</sup> (da 80 a 120 LED)
- predisposizione per montaggio su palo
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

Per l'illuminazione delle aree esterne di dimensioni significative (come ad esempio i piazzali di scambio), laddove non risulta possibile, ovvero conveniente, illuminare ricorrendo all'utilizzo di apparecchi LED su palo si prevede l'uso di proiettori asimmetrici aventi un corpo in pressofusione d'alluminio collocati su torre faro. I proiettori saranno dotati di portella posteriore basculante per accesso al vano lampada, di staffa reversibile in acciaio zincato che consente ogni tipo di installazione e di mirino di puntamento amovibile per la regolazione dell'orientamento. Lo schermo sarà in vetro temprato, spessore 4 mm, inclinato rispetto al piano di posizionamento del corpo mentre l'ottica asimmetrica sarà realizzata in alluminio brillantato con portalampada regolabile in diverse posizioni, ciascuna caratterizzata da emissioni inferiori a 0.49 cd/1000 lumen per angoli superiori ad 85°.

Per motivi di continuità con la luce bianca adattata sia nelle rampe di svincolo che nei tunnel, i

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

proiettori saranno equipaggiati con lampade a ioduri metallici da 1.000W, aventi temperatura di colore pari a 4.200K.

Altre caratteristiche dei proiettori si possono così riassumere:

- indice di resa del colore Ra  $\geq$  65
- efficienza luminosa della sorgente  $\approx$  100 lumen/W
- flusso luminoso 100.000 lumen
- sorgente luminosa con doppio attacco e bruciatore con tecnologia al quarzo
- morsetti ed accenditore incorporati nell'apparecchio
- resistenza agli urti IK 08
- grado di protezione IP 66
- classe I
- Marchio di conformità ENEC, realizzato in stabilimento certificato ISO 9001 e con laboratorio fotometrico interno certificato secondo le norme EN 13 032-1

La distribuzione dei punti luce, nelle diverse zone servite dall'impianto di illuminazione, è riportata nelle tavole grafiche facenti parte del progetto.

### 8.3 Circuiti di alimentazione

Gli impianti di illuminazione esterna a servizio degli svincoli e delle altre aree esterne saranno alimentati da linee dedicate derivate dai seguenti quadri elettrici BT:

- quadro dedicato (Q\_IE) nel caso di svincolo alimentato da cabina MT/BT asservita ad un tunnel nei pressi dello svincolo stesso
- quadro generale (Q\_BT) nel caso di svincolo alimentato con propria cabina MT/BT.

I circuiti relativi agli impianti di illuminazione esterna su palo saranno costituiti da cavi unipolari non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici, tipo FG7R 0.6/1 kV

Per ciascun tratto di strada illuminata sono previsti due circuiti distinti con derivazione alternata dei PL installati. Ciò permette di evitare un totale oscuramento nel caso di eventuale malfunzionamento o corto circuito con interruzione dell'alimentazione; inoltre con tale provvedimento si limitano i carichi elettrici sulla stessa linea, riducendo ragionevolmente le sezioni dei cavi e contenendo le cadute di tensione.

Le derivazioni terminali ai vari punti luce saranno eseguite all'interno delle morsettiere inserite alla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

base di ciascun sostegno. Il cavo terminale di alimentazione, dalla morsettiera all'apparecchio in sommità, sarà di tipo FG7(O)R 0.6/1 kV con formazione 2x2,5 mm<sup>2</sup>

Per ciascuna torre faro si prevede un circuito dedicato costituito da cavo multipolare pentapolare, non propagante l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici, tipo FG7(O)R 0.6/1 kV

I calcoli per il dimensionamento delle linee BT di alimentazione sono riportati nella "Relazione di calcolo dimensionamento e verifica cavi, interruttori e quadri".

## **8.4 Regolazione degli impianti di illuminazione esterna**

L'accensione, lo spegnimento nonché l'inizio e la fine dei vari regimi di funzionamento degli impianti a servizio della viabilità saranno attuate mediante un orologio astronomico installato nel quadro di alimentazione o dal sistema di supervisione.

La regolazione degli impianti d'illuminazione esterna sarà invece generalmente eseguita tramite un impianto di gestione puntuale dei singoli punti luce, basato su un sistema ad onde convogliate.

Ai sensi della Norma UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso o da uno scarso volume di traffico, si può ridurre il livello di luminanza/illuminamento del manto stradale. A tale scopo ciascun apparecchio a LED sarà equipaggiato con alimentatori (driver) dimmerabili 0-10V e da relativi moduli di comando gestiti dal sistema a onde convogliate.

In condizioni ordinarie notturne, la corrente di alimentazione dei LED sarà fissata dal sistema ad onde convogliate e stabilizzata dai driver al valore di 700 mA, mentre nelle ore notturne, caratterizzate da un basso o da uno scarso volume di traffico, la corrente di alimentazione dei LED sarà stabilizzata dai driver a valori inferiori.

Per quanto concerne l'illuminazione dei piazzale di scambio e del piazzale di esazione non si prevede, stante la sua specifica funzione, alcuna regolazione ma la semplice accensione e spegnimento attuate mediante un orologio astronomico installato nel quadro di alimentazione o dal sistema di supervisione.

## **8.5 Sostegni**

### **8.5.1 Pali**

I pali di supporto degli apparecchi a LED saranno del tipo laminato a caldo, saldati longitudinalmente ad alta frequenza, realizzati in lamiera di acciaio S275JR (Fe430B) con

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caratteristiche meccaniche conformi alla UNI EN 10025.

I pali saranno zincati a caldo, internamente ed esternamente, secondo al Norma UNI EN ISO 1461 e successivamente sottoposti ad un ciclo di verniciatura a polveri.

Essi avranno una forma conica diritta e saranno completi di sbraccio.

I pali saranno progettati secondo la UNI EN 40 e dotati di marcatura CE.

Nel caso specifico i sostegni, lungo le carreggiate autostradali e le strade principali laddove il punto luce sarà installato ad un'altezza di circa 10m rispetto al piano stradale, avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico diritto per posa del corpo illuminante a testa palo.
- altezza totale: 9,8 m (in trincea) - 10,3 m (in piano o su viadotto) - 11,3 m (su rilevato);
- peso del palo: 144 kg (in trincea) - 147 kg (in piano o su viadotto) - 150 kg (su rilevato);
- diametro di base: 152,4 mm (in trincea) - 152,4 mm (in piano o su viadotto) – 168,3 mm (su rilevato);
- diametro di testa: 60 mm
- spessore non inferiore a 4 mm
- portata con riferimento zona 4 e categoria di esposizione del terreno I: > 0,1 m<sup>2</sup>
- sbraccio a squadra semplice realizzato in tubo S235JR UNI EN 10025, zincato a caldo, lunghezza 2 m, alzata 0,6 m, spessore 3 mm, peso 10 kg
- foro ingresso cavi a circa 600mm dalla base
- asola per morsettiera posta a circa 1800 mm dalla base chiusa con portella in alluminio grado di protezione IP54
- morsettiera a doppio isolamento adatta per cavi fino a 4x16mm<sup>2</sup> completa di portafusibile e fusibile di protezione

Nel caso invece di rampe di svincolo secondarie e lungo le strade di viabilità locale, laddove il punto luce sarà installato ad un'altezza di circa 8m rispetto al piano stradale, i sostegni avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico diritto per posa del corpo illuminante a testa palo.
- altezza totale: 7,8 m (in trincea) - 8,3 m (in piano o su viadotto) - 9,3 m (su rilevato);
- peso del palo: 78 kg (in trincea) - 94 kg (in piano o su viadotto) - 104 kg (su rilevato);
- diametro di base: 127 mm (in trincea) - 139.7 mm (in piano o su viadotto) – 139.7 mm (su rilevato);

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- diametro di testa: 60 mm
- spessore non inferiore a 4 mm
- portata con riferimento zona 4 e categoria di esposizione del terreno I: > 0,1 m<sup>2</sup>
- sbraccio a squadro semplice realizzato in tubo S235JR UNI EN 10025, zincato a caldo, lunghezza 2 m, alzata 0,6 m, spessore 3 mm, peso 10 kg
- foro ingresso cavi a circa 600mm dalla base
- asola per morsettiera posta a circa 1800 mm dalla base chiusa con portella in alluminio grado di protezione IP54
- morsettiera a doppio isolamento adatta per cavi fino a 4x16mm<sup>2</sup> completa di portafusibile e fusibile di protezione

Infine, i sostegni da collocare lungo i viadotti che presentano un insufficiente spazio (inferiore a circa 2m) fra la barriera di sicurezza ed il bordo laterale (caso del viadotto Pantano e del viadotto di accesso sul versante calabrese con i punti luce installati, su mensola, ad un'altezza di circa 10m rispetto al piano stradale), avranno le seguenti caratteristiche meccaniche:

- palo conico diritto per posa del corpo illuminante a testa palo.
- altezza totale: 9,5 m;
- peso del palo: 137 kg;
- diametro di base: 152,4 mm;
- diametro di testa: 60 mm
- spessore non inferiore a 4 mm
- portata con riferimento zona 4 e categoria di esposizione del terreno I: > 0,1 m<sup>2</sup>
- sbraccio a squadro semplice realizzato in tubo S235JR UNI EN 10025, zincato a caldo, lunghezza 2 m, alzata 0,6 m, spessore 3 mm, peso 10 kg
- foro ingresso cavi a circa 600mm dalla base
- asola per morsettiera posta a circa 1800 mm dalla base chiusa con portella in alluminio grado di protezione IP54
- morsettiera a doppio isolamento adatta per cavi fino a 4x16mm<sup>2</sup> completa di portafusibile e fusibile di protezione

I pali dovranno essere lavorati in fabbrica per l'alloggiamento degli accessori elettrici e dei sistemi di ancoraggio prima del trattamento di superficie di zincatura e della verniciatura esterna.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Dovranno infine essere corredati di attacco filettato per il collegamento all'impianto di terra ed avere, in corrispondenza della sezione di incastro, un rinforzo protettivo esterno costituito da guaina termorestringente in polietilene applicata con processo a caldo avente spessore non inferiore a 4mm e lunghezza 400mm.

### 8.5.2 Torri faro

Per quanto concerne l'illuminazione di aree vaste come i piazzale di scambio ed il piazzale di esazione si prevede l'utilizzo di proiettori su torri faro aventi le seguenti caratteristiche principali:

- |                               |              |
|-------------------------------|--------------|
| ▪ diametro base / spessore    | ▪ 440 / 4 mm |
| ▪ diametro sommità / spessore | ▪ 200 / 4 mm |
| ▪ altezza                     | ▪ 20 m       |

La torre faro, a corona mobile, nelle sue parti essenziali, sarà costituita da:

- fusto: Il fusto, realizzato in S355JR (FE 510B) in conformità alla norma UNI EN 10025, tronco-conico a sezione poligonale, realizzato in lamiera di acciaio pressopiegata a freddo e saldata longitudinalmente. Il fusto, in base all'altezza di progetto, dovrà essere composto da più tronchi da accoppiare in sito mediante sovrapposizione ad incastro. Sul tronco di base sarà prevista un'apertura, rinforzata per ripristinare l'originaria resistenza, completa di portella con chiusura antivandalo, un'adeguata flangia saldata idonea per il fissaggio alla fondazione tramite tirafondi di ancoraggio (realizzati in S355JR (FE 510B) in conformità alla norma UNI EN 10025) e due piastrene per l'attacco della messa a terra.
- testa di trascinamento a tre bracci, bullonata ad una apposita flangia posta sulla sommità della torre faro, dovrà essere realizzata in acciaio zincato a caldo. Essa costituirà il dispositivo di rinvio delle funi di sospensione della corona mobile e dei cavi di alimentazione dei proiettori attraverso tre omega in acciaio zincato, posti al suo interno, sui quali saranno montate le carrucole, ruotanti su boccole in ottone. La testa di trascinamento sarà dotata di carter di protezione in acciaio inossidabile che fungerà sia come protezione degli organi di rinvio dagli agenti atmosferici, che da dispositivo per impedire lo scarrucolamento delle funi e del cavo elettrico ed assicurerà la rigorosa separazione meccanica delle funi dal cavo elettrico al fine di evitare fenomeni di attorcigliamento.
- corona mobile: la corona mobile sarà adeguata per ospitare i proiettori e relativo equipaggiamento elettrico, previsti dal progetto. Essa sarà ancorata alle funi di sospensione mediante terminali filettati piombati, che troveranno la loro collocazione in apposite sedi sulla

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

corona stessa e saranno bloccati con dado e controdado. Questo sistema permetterà di realizzare la regolazione per il livellamento, al suolo, del complesso corona. La corona mobile sarà inoltre dotata di un sistema per il bloccaggio del cavo elettrico di alimentazione dei proiettori e di un supporto per la cassetta di derivazione.

- funi di sospensione della corona mobile: le funi di sollevamento della corona mobile saranno tre, a 120° tra loro, realizzate in acciaio inossidabile e piombate alle estremità ai terminali filettati, sempre in acciaio inossidabile. Le tre funi saranno fissate da una parte sulla corona mobile e dall'altra ad un dispositivo di raccolta (distributore) che consentirà la regolazione delle funi stesse quando la corona mobile è in posizione di normale esercizio.
- equipaggiamento elettrico: all'interno del fusto sarà prevista, montata sulla portella, una presa con interruttore di blocco che riceverà il cavo di alimentazione dell'impianto. Sulla corona mobile è prevista una cassetta di derivazione/distribuzione, con grado di protezione IP 65, dotata di una presa esterna a tenuta stagna ed idonea, mediante un cavo di prolunga dotato di spine, ad effettuare a terra la prova di accensione dei proiettori. Il cavo elettrico di alimentazione dei proiettori, dovrà avere una sezione adeguata alla potenza da installare e, autoportante, antitorsionale ed inestensibile grazie ad un rinforzo centrale in Kevlar. Detto cavo dovrà essere collegato, alla base della torre, mediante una spina CEE alla presa interbloccata mentre, alla sommità, dovrà essere collegato in maniera definitiva alla morsettiera posta all'interno della cassetta di derivazione.

La finitura superficiale della struttura e dei vari componenti, sarà realizzata mediante zincatura a caldo secondo la Norma UNI EN ISO 1461.

Si prevedono infine, a servizio della corona mobile, i seguenti sistemi di sicurezza attivi e passivi:

- un dispositivo di aggancio meccanico della corona mobile alla testa di trascinamento, tale da sgravare completamente le funi di sospensione da qualsiasi carico durante il normale esercizio della torre. Detto dispositivo sarà costituito da tre ganci, realizzati in acciaio inossidabile, montati sulla corona mobile che andranno ad inserirsi nelle apposite sedi, a ciclo continuo, poste all'interno della testa di trascinamento
- un sistema di centraggio e antirotazione costituito da tre dispositivi che, collegandosi con i relativi riscontri predisposti sulla testa di trascinamento, impediranno qualsiasi movimento sul piano orizzontale della stessa
- una catena di sicurezza, posta all'interno della portella, che collegandosi al distributore, dovrà impedire eventuali sganciamenti della corona mobile in esercizio dovuti a trombe d'aria

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

o eventi eccezionali

- supporti di appoggio della corona mobile, per scaricare le funi stesse quando la corona stessa è in posizione di manutenzione, costituiti da tre staffe in acciaio, smontabili, che dovranno essere inserite nelle apposite sedi ricavate sopra la portella.

## 8.6 Sistemi di supporto dei sostegni

Per il supporto dei pali di illuminazione stradale e delle torri faro dovranno essere realizzati plinti di fondazione interrati o adeguate piastre di fissaggio nel caso di pali collocati lungo eventuali viadotti.

- plinti di fondazione per il supporto dei pali: dovranno essere forniti e posati in opera dei plinti in calcestruzzo, aventi dimensioni indicative di 1.000x1.000x1.000mm, con predisposto sia il foro verticale di infilaggio del palo sia il foro per il raccordo “orizzontale” con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione; per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm mentre la sezione cava dovrà essere riempita con terreno ad elevata portanza.
- plinti di fondazione per il supporto delle torri faro: dovranno essere forniti e posati in opera dei plinti in calcestruzzo con predisposti sia i tirafondi M24 per l’ancoraggio della torre stessa tramite una piastra metallica di base sia il foro per il raccordo “orizzontale” con il pozzetto di transito delle condutture di alimentazione; per la posa dovrà essere eseguita una platea di appoggio in magrone con spessore di circa 100 mm.
- staffe per il fissaggio laterale del palo su viadotto: per lo staffaggio laterale dei pali su viadotto aventi il bordo laterale sufficientemente lontano rispetto alla barriera di sicurezza, dovranno essere realizzate adeguate staffe di fissaggio con piastre per l’applicazione a calcestruzzo armato tramite tasselli chimici M20. Ogni staffa sarà dotata di “bicchiere” verticale, spessore 10mm) per l’incastro del palo per una lunghezza di circa 800mm, con due terne di bulloni M20 di registrazione della verticalità dello stelo e di blocco della rotazione; la staffa a piastre è costituita da due piastre (verticale ed orizzontale), in acciaio zincato a caldo, aventi entrambe spessore pari a 15mm.
- mensola e staffe di fissaggio per palo su viadotto: per la posa dei pali su viadotto aventi il bordo laterale non sufficientemente lontano rispetto alla barriera di sicurezza, dovranno essere realizzate adeguate mensole metalliche di sostegno fissate alla soletta in c.a. del viadotto tramite una piastra e tasselli chimici M20. La mensola sarà costituita da una trave

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

HEA 200, lunga circa 1600mm, completa di piatti paralleli all'anima aventi spessore 8mm. Ogni mensola sarà dotata di un "bicchiere" verticale, collocato ad una sua estremità, per l'incastro del palo per una lunghezza di circa 800mm. La registrazione della verticalità dello stelo ed il suo blocco della rotazione sarà garantita con due terne di bulloni M20. La staffa di fissaggio alla soletta in c.a, collocata all'altra estremità della mensola, sarà costituita da due piastre (verticale ed orizzontale), in acciaio zincato a caldo, aventi entrambe dimensioni pari a 400x400x15mm.

Per la definizione puntuale dei plinti di fondazione si rinvia alla specifica relazione di calcolo ed ai disegni facenti parte del progetto.

## **8.7 Impianto di terra a servizio degli impianti di illuminazione esterna**

Relativamente agli impianti di illuminazione su palo, il progetto prevede il conseguimento della protezione contro i contatti indiretti mediante l'utilizzo di componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente.

Sono previsti infatti cavi di alimentazione dotati di guaina (tipo FG7(O)R 0,6/1kV), morsettiere di derivazione e corpi illuminanti su palo di classe II.

Pertanto, ai sensi dell'art. 714.413.2 della Norma CEI 64-8/7, nelle linee di alimentazione non viene prevista, per tale parte di impianto, la distribuzione del conduttore di protezione.

Si precisa, tuttavia, che anche per tali linee il progetto prevede comunque l'installazione di dispositivi differenziali: tale soluzione, da un lato garantisce l'interruzione del circuito in caso di cedimento dell'isolamento rinforzato che si può verificare, ad esempio, qualora un auto impatti contro un palo di illuminazione, dall'altro predispone l'impianto, almeno a livello di quadro elettrico, per eventuali impianti futuri che potrebbero essere realizzati in classe I.

Per quanto concerne gli impianti di illuminazione su torre faro, poiché i proiettori previsti non sono in classe II si prevede quanto segue:

- le linee di alimentazione vengono protette da dispositivi differenziali caratterizzati da curve e soglie di intervento tali da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto e soddisfare così la curva di sicurezza tensione-tempo.
- le linee di alimentazione comprendono anche il conduttore di protezione avente sezione adeguata, commisurata alla sezione del conduttore di fase.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8.8 Impianti di monitoraggio e di comando dell'impianto di illuminazione

È prevista la realizzazione di un sistema di telegestione degli impianti di illuminazione esterna su palo al fine di ottimizzarne i costi di manutenzione e di massimizzare l'efficienza degli impianti stessi.

Il sistema infatti, grazie al continuo monitoraggio e comando dei singoli punti luce consente di pianificare in modo ottimale gli interventi di manutenzione e di conoscere in tempo reale eventuali disfunzioni.

### 8.8.1 Architettura del sistema

Il sistema proposto risulta configurato in modo da monitorare il singolo punto luce. Per ciascun area di svincolo esso risulta costituito dai seguenti componenti principali:

- moduli di monitoraggio, comando e dimmerazione del singolo punto luce con sorgente a LED relativo all'illuminazione su palo: trattasi di dispositivo con uscita 0-10V installato in prossimità della lampada che permette la lettura da remoto delle "misure di lampada" (tensione, corrente, fattore di potenza, ore di funzionamento e stato), l'accensione, la regolazione e lo spegnimento del singolo PL. La comunicazione con i moduli di gestione collocati sul quadro di alimentazione avviene tramite onde convogliate senza quindi l'esigenza di ulteriori cavi di connessione.
- moduli di gestione dei PL: installati sul quadro di alimentazione e dedicati alla gestione della comunicazione ad onde convogliate con i vari moduli di monitoraggio e comando in campo. Tale modulo interroga, ad intervalli regolari e/o in modo continuo, i vari PL, ne registra i parametri di funzionamento e li invia al centro di controllo
- bobine di filtro da collocare a monte del modulo di gestione per isolare la rete monitorata rispetto alla rete di alimentazione
- unità master di telegestione con relativo modulo ausiliario: trattasi di due moduli tra loro abbinati da collocare sul quadro di alimentazione. Essi consentono di comandare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto grazie all'orologio astronomico integrato. L'unità di telegestione, tramite convertitore di protocollo seriale RS232/Ethernet TCP/IP, sarà connessa allo switch del nodo LAN/dati o del nodo WAN/dati di cabina per la trasmissione delle informazioni al centro di controllo remoto via rete WAN
- PC di controllo remoto dotato di software di supervisione, completo di tastiera e monitor e

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

schede di rete verso i nodi WAN. Il PC, che sarà collocato nella sala controllo del centro direzionale costituisce lo strumento di monitoraggio e di gestione degli impianti di illuminazione tramite l'uso di mappe e sinottici animati.

### 8.8.2 Funzionalità del sistema di telegestione

Le funzionalità garantite dal sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- gestione dell'anagrafica degli impianti (quadri, PL, linee, ecc.)
- esegue misure elettriche sui singoli PL grazie alle quali il sistema monitora il corretto funzionamento degli stessi ed elabora segnali di pre-allarme o allarme se le misure superano le soglie impostate
- monitoraggio stato lampada (accesa/spenta) durante le ore di funzionamento della stessa con elaborazione di segnali di allarme se la lampada risulta spenta su più interrogazioni successive
- monitoraggio e comando manuale ed in tempo reale della singola lampada
- monitoraggio e comando manuale ed in tempo reale di gruppi di lampade
- gestisce di due cicli di accensione/spegnimento/riduzione dei singoli PL uno con riferimento all'ora legale ed uno riferito all'ora solare
- gestisce scenografie dei singoli PL o a gruppi di PL che si possono attivare automaticamente ad orario o in seguito al cambio di stato degli ingressi logici al sistema
- fornisce tutti i dati utili per una gestione efficace della manutenzione sia preventiva che su guasto
- consente il controllo, la diagnosi ed il comando dei quadri elettrici di alimentazione e di eventuali altri dispositivi in campo
- esegue le misure elettriche di quadro
- esegue la diagnosi dei vari dispositivi del sistema
- visualizzazione immediata su PC dello stato, degli allarmi e delle misure tramite un numero adeguato di pagine video
- elabora statistiche e gestisce gli allarmi
- gestione della reportistica
- creazione automatica del piano di manutenzione preventiva e gestione dello storico e dei moduli di intervento
- garantisce l'accesso al sistema a più livelli, tramite password

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA</b>		<i>Codice documento</i> CS0873_F0	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8.9 Interfacciamento al sistema di supervisione

Per il monitoraggio e la gestione puntuale degli impianti di illuminazione esterna si prevede un sistema dedicato ad onde convogliate già descritto in precedenza. A livello della sala controllo, il PC di controllo dedicato alla gestione degli impianti di illuminazione esterna potrà condividere una piattaforma SQL con il server SCADA dedicato relativo al sistema di controllo e supervisione generale di tratta.

In aggiunta, tali impianti risulteranno comunque interfacciati al sistema di supervisione locale con le seguenti modalità:

- nel caso di svincoli serviti dalla cabina di un tunnel vicino, i segnali I/O da/per il quadro di alimentazione (Q\_IE), relativi allo stato dei vari dispositivi di protezione e di comando, saranno gestiti dall'unità I/O remota, dedicata al quadro di alimentazione, completa di interfaccia Modbus TCP/IP per la connessione al nodo LAN/dati
- nel caso di svincoli serviti da propria cabina il quadro di alimentazione (Q\_BT) risulta dotato di protezioni BT complete di unità di misura e dialogo collegate al nodo WAN/dati di cabina, con connessione standard Ethernet - Modbus TCP/IP. Inoltre i vari segnali I/O (tipicamente stati ed allarmi) provenienti dai contatti resi disponibili dai vari dispositivi di protezione saranno gestiti da unità I/O aggiuntiva interconnesse, via seriale RS485, alle unità di protezione, misura e dialogo sopra menzionate.