



# 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></p>  <p>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></p> <p>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></p> <p><i>Tipo di sistema</i></p> <p><i>Raggruppamento di opere/attività</i></p> <p><i>Opera - tratto d'opera - parte d'opera</i></p> <p><i>Titolo del documento</i></p>	<p>COLLEGAMENTI SICILIA</p> <p>INFRASTRUTTURE STRADALI – IMPIANTI TECNOLOGICI</p> <p>ELEMENTI DI CARATTERE GENERALE</p> <p>GENERALE – OPERE IN SOTTERRANEO</p> <p>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</p>	<p>SS1025_F0</p>
---	---	------------------

CODICE	C	G	0	7	0	0	P	1	R	D	S	S	I	0	0	G	0	0	0	0	0	0	5	F0
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

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 IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<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 .....	3
4 Criteri base di progetto.....	4
5 Dati e requisiti di base del progetto .....	5
6 Classificazione delle aree e degli ambienti.....	7
7 Considerazioni generali sul progetto degli impianti.....	8
8 Descrizione tecnica degli impianti di illuminazione in galleria .....	9
8.1 Generalità .....	9
8.2 Illuminazione di rinforzo in ingresso .....	11
8.2.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per il rinforzo in ingresso.....	11
8.2.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in ingresso.....	12
8.3 Illuminazione di rinforzo in uscita .....	13
8.3.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per il rinforzo in uscita.....	13
8.3.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in uscita .....	14
8.4 Gestione dell'Illuminazione di rinforzo (ingresso ed uscita) .....	15
8.5 Illuminazione permanente ordinaria e di emergenza .....	17
8.5.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per l'illuminazione di base.....	17
8.5.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione permanente.....	19
8.5.3 Gestione dell'illuminazione permanente.....	20
8.6 Impianti di monitoraggio e di comando dell'impianto di base e di rinforzo .....	20
8.6.1 Architettura del sistema .....	20
8.6.2 Funzionalità del sistema di telegestione.....	21
8.7 Impianto di illuminazione di sicurezza per evacuazione .....	22
8.7.1 Gestione dell'illuminazione di sicurezza .....	24
8.8 Impianto di illuminazione dei by-pass e delle nicchie tecniche in galleria .....	25
8.9 Impianto di terra a servizio degli impianti di illuminazione in galleria .....	25
8.10 Interfacciamento al sistema di supervisione locale.....	26



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<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 dei tunnel previsti lungo i collegamenti stradali lato Sicilia, nell'ambito della costruzione dell'Opera di attraversamento sullo Stretto di Messina.

Nel presente documento, col termine "impianti di illuminazione" si intendono compresi i seguenti impianti e sistemi:

- impianto di illuminazione ordinaria (rinforzi e metà permanente)
- impianto di illuminazione di emergenza (metà permanente)
- impianto di illuminazione di sicurezza o di evacuazione

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 esterna, realizzati a servizio degli svincoli e delle tratte autostradali "all'aperto" (in superficie), 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
- AI - AntIncendio
- AID - Automatic Incident Detection
- 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
- DL - Direzione dei Lavori, generale o specifica

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- DLgs - D.Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE
- EV - Illuminazione di Evacuazione
- FM - Forza Motrice
- FO - Fibra Ottica
- GE - Gruppo Elettrogeno
- HW - Hardware
- IE - Illuminazione Esterna (svincoli)
- IMQ - Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
- IMS - Interruttore di Manovra e Sezionatore
- I/O - Input/Output
- IS - Illuminazione di Sicurezza
- LAN - Local Area Network
- LED - Light Emitting Diode
- LG - Circolare ANAS “Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie 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
- PE - Permanente di Emergenza
- PO - Permanente Ordinaria (o normale)
- RC - Reggio Calabria
- RI - Rinforzo di Ingresso
- RU - Rinforzo di Uscita
- SA - Servizi Ausiliari ordinari
- SAP - Sodio Alta Pressione
- SE - Servizi ausiliari Essenziali ai fini della sicurezza
- SW - Software
- UNEL - Unificazione Elettrotecnica Italiana

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione
- US - Uscita di sicurezza
- VE - Impianti di ventilazione
- VVF - Vigili del Fuoco
- 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 e Circolari

- D.M. Infrastrutture e dei Trasporti del 14/10/2005 – “Norme di illuminazione delle gallerie stradali”
- D.Lgs n° 264 del 5/10/2006 di attuazione della Direttiva europea 2004/54/CE (nel seguito indicata brevemente con DLgs)
- Circolare ANAS n. 179431/09 “Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali” – Seconda edizione 2009 (nel seguito indicata brevemente con LG)

#### Norme Tecniche

- 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”

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Norma UNI 11095 – Illuminazione delle gallerie – Dicembre 2003
- Norma UNI 11248 - Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche – Ottobre 2007
- Norma UNI EN 12464-1 – Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni – Ottobre 2004
- Norme UNI 13201-2 - Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali – Settembre 2004
- Norme UNI 13201-3 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni – Settembre 2004

Si precisa come per l'opera di cui trattasi, facendo parte della rete TERN, risulta cogente il Dlgs n. 264/06 mentre le Linee guida ANAS costituiscono uno strumento che rendono pratica l'applicazione del Dlgs per quegli aspetti impiantistici in merito ai quali il Dlgs stesso si limita soltanto a fornire delle indicazioni prescrittive generali.

## 4 Criteri base di progetto

Considerata la funzione specifica di sicurezza attribuita agli impianti di illuminazione nei tunnel, 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 state previste idonee alimentazioni di sicurezza (UPS) ed adeguate tipologie di cavi di alimentazione (cavi resistenti al fuoco per l'illuminazione di emergenza e di sicurezza);
- **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 o vani tecnici all'interno dei tunnel)



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

c) costante monitoraggio dello stato degli impianti tramite le funzioni di diagnostica attuate dal sistema ad onde convogliate

- **selettività di impianto:** l'architettura prescelta dovrà assicurare che la parte di impianto che viene messa fuori servizio, in caso di guasto, venga ridotta al minimo; nel caso specifico il criterio seguito per conseguire tale obiettivo consiste sia nell'adozione di dispositivi di interruzione tra loro coordinati caratterizzati da adeguate curve di intervento sia tramite un elevato frazionamento ed articolazione delle reti elettriche;
- **minimizzazione degli oneri di gestione:** conseguita tramite la previsione di componenti impiantistici caratterizzati da elevata durata di vita, costituiti da materiali ad elevata resistenza (alluminio, inox, LED, ecc.). Inoltre saranno preferite le soluzioni tecniche che consentono di ottenere un risparmio energetico quali sorgenti luminose ad elevata efficienza e l'adozione di idonei dispositivi di regolazione degli impianti di illuminazione
- **comfort** per gli addetti e gli utenti, ottenuto con una scelta opportuna dei livelli di illuminamento e degli apparecchi illuminanti;

## 5 Dati e requisiti di base del progetto

I calcoli di progetto saranno eseguiti facendo riferimento alle seguenti condizioni principali:

- Ubicazione e altitudine: Messina - Reggio Calabria <100 s.l.m.
- Destinazione ambienti:
  - gallerie stradali (luogo con maggior rischio in caso di incendio)
  - locali tecnici (locale ordinario)
- Temperature di riferimento:
  - Tmax int.: 40°C
  - Tmin int.: 5°C
  - Test.: 34°C - Uest.: 40%
  - Test.: 3°C - Uest.: 85%

- Dati dimensionali dell'intervento:

Per lo sviluppo progettuale degli impianti sono stati assunti come riferimento i seguenti dati caratteristici:

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Lato	Opera	Lunghezza fornice direzione ME (m)	Lunghezza fornice direzione RC(m)
Sicilia	Galleria Faro Superiore	≈ 3.377	≈ 3.361
Sicilia	Galleria Balena	≈ 1.162	≈ 1.203
Sicilia	Galleria Le Fosse	≈ 2.811	≈ 2.748

- Classificazione strada in base al D.M. 5/11/2001: tipo A (autostrada)
- Velocità di progetto tunnel lato Sicilia: 140 km/h
- 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 (valore cautelativo)
- Assorbimenti unitari (W):
  - Apparecchio illuminante SAP 70W: 87 W
  - Apparecchio illuminante SAP 100W: 118 W
  - Apparecchio illuminante SAP 150W: 172 W
  - Apparecchio illuminante SAP 250W: 277 W
  - Apparecchio illuminante SAP 400W: 439 W
  - Apparecchio per tunnel a 40 LED: 95 W
  - Apparecchio per tunnel a 20 LED: 48 W
- Illuminamenti locali tecnici interni: secondo UNI EN 12464-1
- Illuminamento/luminanza viabilità esterna: secondo UNI 11248 e UNI 13201-2
- Illuminamento/luminanza tunnel: secondo UNI 11095

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- Caduta di tensione massima ammessa:
  - linee principali di distribuzione: <1%
  - linee secondarie di distribuzione: <3%
  
- Margine di potenza su regolatori di flusso: ≥ 25 % (rispetto alla potenza assorbita dalle lampade complete di ausiliari)
  
- Margine di sicurezza portate cavi e interruttori: ≥ 20 %
  
- Riserva di spazio (o interruttori) sui quadri BT: ≥ 20 %
  
- Riserva di spazio nelle canalizzazioni: ≥ 50%
  
- Riserva di spazio nelle tubazioni: diametro interno tubazione ≥ 1/3 del diametro circoscritto al fascio dei cavi
  
- Tipologia conduttori BT:
  - circuiti ordinari in galleria e nei locali tecnici posati entro canalizzazioni e tubazioni metallici: FG7(O)M1 0.6/1kV
  - circuiti ordinari in galleria e nei locali tecnici posati entro canalizzazioni e tubazioni in materiale plastico: NO7G9-K 450/750V
  - circuiti di sicurezza in sede non protetta: FTG10(O)M1 0,6/1 kV resistenti al fuoco
  - cavi relativi a circuiti di sicurezza in sede protetta: FG7(O)M1 0.6/1 kV
  - circuiti interrati all'aperto posati all'interno di tubazioni in materiale plastico: FG7(O)R 0.6/1 kV

## 6 Classificazione delle aree e degli ambienti

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

1. gallerie: ai sensi della Norma CEI 64-8/7 sezione 751 trattasi di ambiente a maggior rischio

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

in caso di incendio. Tale classificazione comporta i seguenti provvedimenti particolari:

- i dispositivi di controllo e protezione devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti all'interno di involucri chiusi a chiave
- è vietato l'uso del conduttore PEN
- le condutture saranno posate secondo una delle modalità indicate con a1, c1 o c2 nell'articolo 751.04.2.6 della Norma CEI 64-8/7 sezione 751
- i dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti completi di protezione differenziale con corrente di intervento non superiore a 300mA. Tale prescrizione non vale per le condutture facenti parte dei circuiti di sicurezza
- utilizzo di cavi non propaganti la fiamma (a Norma CEI 20-35) e non propaganti l'incendio (a Norma CEI 20-22)
- utilizzo di cavi LS0H (a Norma CEI 20-22 e CEI 20-37)

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 di illuminazione oggetto della presente relazione:

- la gestione degli impianti "locali" a servizio di ciascuna galleria sarà garantita da uno specifico "Sistema di supervisione locale".
- a servizio di ciascuna galleria di lunghezza significativa ( $L > 500m$ ) sarà prevista una rete locale di comunicazione (LAN), basata su standard Ethernet, tipicamente configurata ad anello e dedicata sia al servizio dati (per le funzioni di controllo, automazione e supervisione) che al servizio fonia (SOS)
- i due servizi sopra menzionati, supportati dalla rete LAN, utilizzeranno apparati attivi (switch) e fibre ottiche di connessione dedicate. Ciascun nodo LAN pertanto può essere suddiviso, fisicamente e funzionalmente, in un nodo LAN/dati ed in un nodo LAN/fonia. Allo stesso modo ciascuna tratta della rete LAN in f.o. può essere suddivisa, fisicamente e funzionalmente, in una connessione LAN/dati ed in una connessione LAN/fonia.
- tutti gli impianti, siano essi a servizio delle opere all'aperto che delle opere in sotterraneo,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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” che degli impianti distribuiti “all’aperto” 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 cabine asservite ai vari tunnel/aree di svincolo

## **8 Descrizione tecnica degli impianti di illuminazione in galleria**

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

### **8.1 Generalità**

L'impianto di illuminazione a servizio delle gallerie rispetta le indicazioni contenute nella norma UNI 11095/2003 e quanto previsto nel DM del 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali" (GU n.295 del 20-12-2005).

Tutte le gallerie di cui trattasi sono considerate, ai fini della progettazione illuminotecnica e secondo la classificazione della UNI 11095/2003, come "gallerie lunghe".

La Norma UNI sopra citata suddivide lo sviluppo longitudinale della galleria in cinque zone,

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

caratterizzate da differenti requisiti in termini di luminanza in funzione del progressivo adattamento dell'occhio umano allo stato d'illuminazione della galleria.

Tali zone sono denominate:

- **zona di accesso:** è costituita dal tratto di strada immediatamente precedente l'ingresso della galleria. Nella zona d'accesso, un automobilista deve essere in grado di vedere all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di arresto. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada entro il tunnel per un automobilista in fase di avvicinamento; tra essi l'illuminazione insufficiente nel tratto di soglia che impedisce l'individuazione di ostacoli e l'abbagliamento velante della luce esterna che riduce il contrasto degli eventuali oggetti sulla superficie stradale.
- **Zona di entrata o di di soglia:** è costituita dalla parte iniziale del tunnel. L'illuminazione della zona di soglia dipende dalla luminanza della zona d'accesso ed è determinata considerando la percezione visiva di un automobilista che è ancora fuori del tunnel. La lunghezza di tale zona è funzione della massima velocità prevista e non deve risultare inferiore alla distanza d'arresto
- **zona di transizione:** rappresenta la parte di tunnel in cui i livelli di luminanza devono essere gradualmente ridotti per raccordarsi ai livelli della zona interna, in modo da consentire l'adattamento dell'occhio ai minori valori di luminanza. La lunghezza del tratto di transizione dipende dalla massima velocità ammissibile e dalla differenza fra il livello di luminanza al termine della zona di soglia ed il livello di luminanza della zona interna
- **zona interna:** l'illuminazione è generalmente mantenuta ad un valore costante per tutta la lunghezza
- **zona di uscita:** influenzata dalla luminanza esterna. In tale tratto la visibilità non è di solito critica perché gli eventuali ostacoli vengono individuati chiaramente come corpi scuri su fondo chiaro. Tuttavia in condizioni di traffico notevole ed in presenza di veicoli di grandi dimensioni la capacità visiva può risultare sensibilmente ridotta

Il presente progetto prevede i seguenti sistemi di illuminazione:

- **Illuminazione permanente (o di base)** a servizio dell'intero sviluppo dei tunnel. L'illuminazione di base si suddivide nell'illuminazione ordinaria, alimentata da gruppo elettrogeno in caso di mancanza rete e nell'illuminazione di emergenza, alimentata in continuità da UPS con ricalzo da gruppo elettrogeno
- **Illuminazione di rinforzo in ingresso** a servizio del tratto di entrata e del tratto di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

transizione del tunnel. Tale sistema sarà alimentato da gruppo elettrogeno in caso di mancanza rete

- **Illuminazione di rinforzo in uscita** a servizio del tratto di uscita dai tunnel. Tale sistema sarà alimentato da gruppo elettrogeno in caso di mancanza rete

Per quanto concerne le ipotesi ed i dati di progetto, per i diversi tunnel, si rinvia alle relative relazioni di calcolo facenti parte del presente progetto.

## **8.2 Illuminazione di rinforzo in ingresso**

Nella zona di accesso di un tunnel, un automobilista deve essere in grado di individuare all'interno del tunnel stesso un eventuale ostacolo posto ad una distanza non inferiore a quella di arresto. Diversi fattori influenzano la visibilità della strada per un automobilista in fase di avvicinamento ad una galleria; tra essi l'illuminazione artificiale nel tratto di soglia che, qualora risultasse inadeguata, non consente l'individuazione degli eventuali ostacoli presenti sulla carreggiata in tempo utile per intervenire sulla condotta di guida. Pertanto, onde evitare situazioni di potenziale pericolo per gli automobilisti, in corrispondenza a ciascun imbocco d'entrata, viene realizzata l'illuminazione di rinforzo in ingresso.

L'illuminazione di rinforzo garantirà livelli di luminanza decrescenti dall'imbocco verso l'interno della galleria con valori di luminanza ed un andamento rispondenti ai dettami della Norma UNI 11095, secondo quanto previsto nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali".

Per stabilire la distanza di arresto e quindi la lunghezza della zona di soglia si è fatto riferimento al diagramma B.3 della Norma UNI11095 considerando, secondo la metodologia indicata nel Decreto 14 settembre 2005 "Norme di illuminazione delle gallerie stradali", una velocità di progetto pari a 140 km/h ed i valori di pendenza longitudinale caratterizzanti il tracciato stradale nella zona di accesso alle diverse gallerie.

### **8.2.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per il rinforzo in ingresso**

Gli apparecchi d'illuminazione che costituiscono l'illuminazione di rinforzo sono del tipo ad ottica asimmetrica controflusso con lampade al sodio ad alta pressione di potenza compresa tra 400 a 150 W, disposti, su due o tre file ad interdistanza variabile a seconda del livello di luminanza richiesto.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Va precisato inoltre che al fine di ottenere livelli di uniformità conformi alle prescrizioni di norma, la “coda” del rinforzo di ingresso, laddove i livelli di luminanza sono paragonabili alla luminanza di base, viene realizzata con apparecchi aventi ottica simmetrica stradale, equipaggiate con lampade al sodio ad alta pressione di potenza 100 e 70 W.

Tutti i corpi illuminanti avranno il corpo in lamiera di acciaio inox AISI 316L, classe II di isolamento e grado di protezione IP65; gli accessori metallici quali la staffa di ancoraggio alla canalizzazione saranno realizzati in acciaio inox AISI 316L in modo da garantire la massima resistenza alla corrosione.

L'apparecchio sarà completo di vetro frontale piano temperato, di spessore 5,0mm, per resistere alle sollecitazioni meccaniche del funzionamento e di riflettore realizzato per mezzo di pressopiegatura di lamiera d'alluminio puro al 99,85% con finitura superficiale ricavata per anodizzazione superficiale.

Altre caratteristiche dell'apparecchio sono:

- tensione di funzionamento : 230V - 50Hz.
- fattore di potenza  $\geq 0,9$
- peso apparecchio: 13 Kg (70W) ÷ 16Kg (400W)
- vano ausiliari (reattore, accenditore e condensatore) separato
- rispondenza alle norme: EN60598-1, EN60591-2-3, EN60598-2-5, EN60662, EN61547;

Gli apparecchi, completi di un attacco a presa e spina CEE tipo 2P+T – 16A per una veloce rimozione dell'apparecchio in caso di manutenzione, saranno derivati dalle dorsali di alimentazione elettrica tramite una cassetta di derivazione in alluminio, avente grado di protezione almeno pari a IP65 e grado di resistenza meccanica maggiore di IK07. Ogni cassetta sarà dotata di tre uscite con pressacavo in ottone per poter alimentare altrettanti apparecchi di rinforzo. Ciascuna uscita sarà equipaggiata di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica.

La morsettiera ed il fusibile sono fissati su basi realizzate in ceramica.

Negli elaborati grafici sono riportate, nelle diverse zone di rinforzo, la potenza della lampada e l'interdistanza di installazione dei corpi illuminanti.

### **8.2.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in ingresso**

I cavi che costituiscono le dorsali di alimentazione, da cui sono derivati i singoli corpi illuminanti, saranno derivati dai quadri elettrici Q\_IL collocati nelle cabine elettriche di imbocco. I cavi siano



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

essi di dorsale che terminali, per le derivazioni dalla casetta di derivazione al singolo corpo illuminante, saranno di tipo FG7(O)M1- 0,6/1kV, non propaganti l'incendio e la fiamma, a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici ed assenza di gas corrosivi (LS0H).

I circuiti principali (di dorsale) saranno collocati all'interno di tubazioni interrato o posate dietro il profilo redirettivo mentre i collegamenti terminali, all'interno della galleria, risulteranno posati entro le canalizzazioni portacavi realizzate in acciaio inox AISI316L installate in volta.

Le varie zone di rinforzo in ingresso saranno alimentate, per ciascuna fila di apparecchi, con tre circuiti indipendenti R1-R3, in modo tale da garantire un'adeguata regolazione dell'impianto e da contenere il disservizio in caso di un eventuale guasto su una delle dorsali di alimentazione.

### 8.3 Illuminazione di rinforzo in uscita

Normalmente non sono richiesti rinforzi in uscita. Tuttavia per gallerie autostradali un incremento in uscita si ritiene necessario in quanto:

- illumina direttamente veicoli di dimensioni più piccole che diversamente potrebbero risultare invisibili dietro autotreni;
- consente agli automobilisti in uscita di avere una buona visione dei mezzi retrostanti tramite lo specchietto retrovisore, specialmente in caso di sorpasso;
- permette l'uso di una galleria, normalmente a senso unico, in modalità bidirezionale, a doppio senso di circolazione, durante le operazioni di manutenzione della canna parallela.

Per il calcolo dei parametri per il dimensionamento dell'impianto di illuminazione di uscita realizzato nel tratto di uscita, si è fatto riferimento alla UNI 11095/2003 "Illuminazione delle gallerie". L'impianto di illuminazione di uscita sarà dimensionato in modo da garantire, nel tratto di galleria compreso fra una distanza pari a quella di arresto (Da) dalla sezione di uscita e fino a 20 m dalla stessa, una luminanza media trasversale linearmente crescente dall'interno verso l'uscita.

#### 8.3.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per il rinforzo in uscita

Gli apparecchi d'illuminazione che costituiscono l'illuminazione di rinforzo di uscita sono del tipo ad ottica simmetrica stradale equipaggiati con lampade al sodio ad alta pressione di potenza compresa tra 70 e 150 W, disposte su due/tre file ad interdistanza variabile a seconda del livello di luminanza richiesto.

Tutti i corpi illuminanti avranno il corpo in lamiera di acciaio inox AISI 316L, classe II di isolamento

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

e grado di protezione IP65; gli accessori metallici quali la staffa di ancoraggio alla canalizzazione saranno realizzati in acciaio inox AISI 316L in modo da garantire la massima resistenza alla corrosione.

L'apparecchio sarà completo di vetro frontale piano temperato, di spessore 5,0mm, per resistere alle sollecitazioni meccaniche del funzionamento e di riflettore realizzato per mezzo di pressopiegatura di lamiera d'alluminio puro al 99,85% con finitura superficiale ricavata per anodizzazione superficiale.

Altre caratteristiche dell'apparecchio sono:

- tensione di funzionamento : 230V - 50Hz.
- fattore di potenza  $\geq 0,9$
- peso apparecchio: 8 Kg (70W) ÷ 9Kg (150W)
- vano ausiliari (reattore, accenditore e condensatore) separato
- rispondenza alle norme: EN60598-1, EN60591-2-3, EN60598-2-5, EN60662, EN61547;

Gli apparecchi, completi di un attacco a presa e spina CEE tipo 2P+T – 16A per una veloce rimozione dell'apparecchio in caso di manutenzione, saranno derivati dalle dorsali di alimentazione elettrica tramite una cassetta di derivazione in alluminio, avente grado di protezione almeno pari a IP65 e grado di resistenza meccanica maggiore di IK07. Ogni cassetta sarà dotata di tre uscite con pressacavo in ottone per poter alimentare altrettanti apparecchi di rinforzo. Ciascuna uscita sarà equipaggiata di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione terminale non si ripercuota sulla dorsale elettrica.

La morsettiera ed il fusibile sono fissati su basi realizzate in ceramica.

Negli elaborati grafici sono riportate, nelle diverse zone di rinforzo, la potenza della lampada e l'interdistanza di installazione dei corpi illuminanti.

### **8.3.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione di rinforzo in uscita**

I cavi che costituiscono le dorsali di alimentazione, da cui sono derivati i singoli corpi illuminanti, saranno derivati dai quadri elettrici Q\_IL collocati nelle cabine elettriche di imbocco. I cavi sia di dorsale che terminali per le derivazioni dalla scatola al singolo corpo illuminante, saranno di tipo FG7(O)M1- 0,6/1kV, non propaganti l'incendio e la fiamma, a bassissima emissione di fumi opachi e gas tossici ed assenza di gas corrosivi (LS0H).

I circuiti principali (di dorsale) saranno collocati all'interno di tubazioni interrate o posate dietro il

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

profilo redirettivo mentre i collegamenti terminali, all'interno della galleria, risulteranno posati entro le canalizzazioni portacavi realizzate in acciaio inox AISI316L installate in volta.

Per ciascuna fila di apparecchi del rinforzo in uscita si prevede un solo circuito.

#### **8.4 Gestione dell'Illuminazione di rinforzo (ingresso ed uscita)**

L'accensione e lo spegnimento delle lampade di rinforzo avverrà automaticamente tramite la chiusura/apertura dei contattori predisposti nei quadri di illuminazione Q\_IL. Il comando di apertura/chiusura sarà generato dai moduli di comando e controllo installati nei quadri di illuminazione Q\_IL sulla base del segnale proveniente dai sensori di luminanza di velo esterna (Lv). I sensori saranno posti all'esterno dei tunnel ad una distanza, rispetto alla sezione di ingresso, pari all'incirca alla distanza di arresto dei veicoli, ad un'altezza di circa 5m per non essere schermati dai mezzi in transito. Essi hanno la funzione di calcolare, secondo le indicazioni della UNI11095 ed in ogni condizione meteorologica, la luminanza di velo che si presenta all'esterno di una galleria e di generare un segnale elettrico proporzionale al valore di luminanza riscontrato. A tale scopo impiegano sensori fotosensibili (pixel) aventi una caratteristica di sensibilità spettrale coincidente con quella dell'occhio umano. Il sensore è contenuto in una custodia in materiale isolante a tenuta stagna, adatta per l'installazione in esterno mentre l'ottica, a cannocchiale, è orientabile nelle diverse direzioni, in modo da rilevare la luminanza del campo di osservazione che comprende l'imbocco della galleria.

Le principali caratteristiche del sensore di luminanza di velo si possono così riassumere:

- sensore d'immagine CCD a colori ad alta risoluzione dotato di matrice di 1280 x 1024 pixel per un totale di 1,3 Megapixel
- campo di sensibilità dei pixel compreso tra 50 cd/m<sup>2</sup> e 20.000 cd/m<sup>2</sup>
- campo di uscita (luminanza di velo) del rilevatore compreso tra 1 cd/m<sup>2</sup> e 1000 cd/m<sup>2</sup>
- trasmissione dati, da e verso i moduli di controllo, mediante porta seriale a tre conduttori
- contenitore in polipropilene resistente ai raggi UV con grado di protezione IP64

Il modulo di comando e controllo converte la grandezza fotometrica (luminanza di velo) misurata dal sensore esterno in un segnale analogico (4÷20 mA) proporzionale alla luminanza esterna. Con tale segnale analogico il modulo di comando gestisce i regolatori di flusso i quali, sulla base di tale segnale procedono alla regolazione della tensione di alimentazione delle lampade controllandone, conseguentemente, il flusso luminoso emesso.

I regolatori di flusso previsti stabilizzano le tensioni di lavoro con un sistema completamente

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

digitale, privo di contatti mobili, con una precisione al +/- 1% e senza sovratensioni. Il controllo della tensione avviene con l'iniezione di una tensione variabile in serie al carico, generata da un trasformatore booster, a sua volta alimentato da una corrente pilota generata dalle schede elettroniche controllate da un microprocessore

Ad ogni modulo di comando si possono collegare fino a 4 regolatori. La possibilità di regolare il valore della tensione di uscita consente di poter variare, a seconda della luminanza esterna, il flusso emesso dalle lampade dal 100% al 40% del flusso nominale.

I regolatori di flusso, nei diversi regimi diurni, grazie alla loro azione stabilizzante sulla tensione di alimentazione delle sorgenti luminose ed all'attuazione di cicli graduali di accensione delle lampade, consentono di aumentare la durata di vita delle stesse e ridurre, conseguentemente, gli oneri di manutenzione.

Inoltre esso comanda quattro uscite digitali a relè, in corrispondenza di quattro valori differenti di luminanza, per l'accensione e lo spegnimento dei circuiti di rinforzo.

La comunicazione tra il rilevatore ottico esterno ed il modulo di controllo avviene tramite cavo schermato a due conduttori.

Il modulo di comando e controllo monitora inoltre il corretto funzionamento della sonda esterna e, se questa non funziona o se il cavo di collegamento si è interrotto, la gestione del segnale di controllo e delle 4 uscite digitali a relè passa interamente a cicli orari liberamente impostabili che vanno a comandare singolarmente le 4 uscite digitali. Infine, la completa avaria del sistema viene segnalata al sistema di supervisione tramite un'uscita a relè e la gestione delle uscite relè viene, in tale evenienza, affidata ad un orologio astronomico

Le principali caratteristiche e funzioni del modulo di controllo e di comando si possono così riassumere:

- tensione di alimentazione 24 Vdc/Vac +/- 10%
- 4 uscite digitali a relè
- 1 uscita relè di allarme
- ingresso fotometrico per la sonda esterna
- 8 ingressi/uscite optoisolati, configurabili singolarmente come input od output
- porte seriali RS232, RS485 e RS422
- libera impostazione valore in mA delle uscite analogiche all'inserzione dei relè di uscita
- libera impostazione soglie di attivazione dei relè di uscita
- libera impostazione isteresi di intervento dei relè
- lettura del valore di luminanza rilevato dalla sonda

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- visualizzazione dello stato dei relè di uscita, dello stato degli ingressi e degli allarmi
- reset dei parametri impostati e ritorno automatico ai parametri di default
- possibilità di impostare dei cicli orari di funzionamento che vanno a comandare singolarmente il segnale di controllo e le 4 uscite a relè
- registrazione, su memoria interna, delle ore di funzionamento dei singoli circuiti di rinforzo che vengono attivati dal modulo di comando
- registrazione a campionamento costante della misura rilevata dalla sonda, dello stato delle uscite digitali e degli eventuali allarmi di malfunzionamento

Si precisa inoltre che l'accensione e lo spegnimento dei circuiti sarà comunque possibile anche manualmente, o tramite apposti selettori e/o pulsanti posti sui fronti dei quadri di alimentazione (Q\_IL) oppure tramite le postazioni di supervisione.

Infine, in caso di emergenza, l'impianto di supervisione, agendo sui regolatori, potrà forzare l'accensione al 100% degli impianti di illuminazione di rinforzo al fine di agevolare sia l'evacuazione degli utenti che le successive operazioni di soccorso.

## **8.5 Illuminazione permanente ordinaria e di emergenza**

L'illuminazione permanente deve garantire una luminanza del piano stradale caratterizzata da livelli ed uniformità tali da consentire il transito nei tunnel in piena sicurezza, evitando fenomeni di abbagliamento.

L'illuminazione interna (permanente o di base) garantirà un valore minimo di luminanza media superiore a  $3\text{cd/m}^2$  durante il giorno e di almeno  $1\div 1,5\text{cd/m}^2$  durante le ore notturne. Inoltre, in condizioni di emergenza, ovvero di assenza di alimentazione ordinaria, sarà garantito, per almeno 24h ed in continuità assoluta, un valore di luminanza pari ad almeno di almeno  $1\text{cd/m}^2$ . In tutte le zone della galleria devono essere garantiti i requisiti illuminotecnici indicati dalla UNI 11095/2003 in termini di luminanza sul manto stradale e sulle pareti, uniformità, limitazione di abbagliamento e limitazione dello sfarfallamento.

### **8.5.1 Apparecchi illuminanti e cassette di derivazione per l'illuminazione di base**

L'illuminazione interna sarà realizzata con apparecchi illuminanti aventi un corpo in pressofusione di alluminio, equipaggiati con sorgenti a LED e completi di spina CEE 2P+T 16A 230V IP67. Gli apparecchi saranno disposti su due/tre file con passo regolare pari a circa 14,5 m, fissati sul

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

canale porta cavi posto sopra ciascuna delle corsie di marcia tramite un supporto per aggancio rapido realizzato in acciaio inox.

L'apparecchio avrà una struttura modulare con moduli da 10 o 20 LED fino al massimo 60 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 modulo ad onde convogliate per la regolazione del flusso luminoso emesso.

Altre caratteristiche degli apparecchi a LED si possono così riassumere:

- numero LED: 20-40
- 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 apparecchio: 14,72 kg (80LED) - 14,92 kg (100LED) - 15,12 kg (120LED)
- temperatura di funzionamento da -40°C a +55°C.
- alimentazione da 220÷240Vac a 50Hz
- conforme a EN60598-1;EN 60598-2-3.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

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

### 8.5.2 Circuiti di alimentazione dell'illuminazione permanente

I cavi di dorsale dei circuiti relativi all'illuminazione permanente ordinaria e di emergenza saranno derivati dai quadri elettrici Q\_IL collocati nelle cabine elettriche di imbocco. Essi saranno collocati in sede protetta, all'interno di tubazioni interrato o posate dietro il profilo re direttivo, realizzati con cavi tipo FG7(O)M1- 0,6/1kV.

I collegamenti terminali all'interno della galleria, risulteranno invece posati lungo le nicchie di risalita cavi ovvero all'interno di canalizzazioni portacavi realizzate in acciaio inox AISI316L installate in volta.

La tipologia dei cavi adottati per tali collegamenti terminali sarà FG7(O)M1 per l'illuminazione ordinaria mentre sarà FTG10(O)M1 a Norma CEI 20-45 (resistente al fuoco) per l'illuminazione di emergenza.

Al fine di garantire all'impianto di illuminazione una buona affidabilità, anche a fronte di un primo guasto, per ciascun settore di tunnel, avente lunghezza compresa fra 200÷300m e per ciascuna fila di apparecchi, sono previsti due circuiti distinti: un circuito per l'illuminazione permanente ordinaria o normale (PO) ed un circuito per l'illuminazione permanente di emergenza (PE).

Dai suddetti circuiti saranno derivati, alternativamente, i corpi illuminanti ordinari e di emergenza tramite una cassetta di derivazione dedicata in alluminio, avente grado di protezione IP65 ed un grado di resistenza meccanica maggiore di IK07. Le cassette saranno equipaggiate di un fusibile in modo tale che un eventuale guasto sulla derivazione non si ripercuota sulla dorsale elettrica e di una presa a spina CEE tipo 2P+T – 16A per una veloce rimozione dell'apparecchio in caso di manutenzione.

La cassetta di derivazione per gli apparecchi di emergenza sarà inoltre eseguita nella versione resistente al fuoco ovvero certificata, da ente certificatore accreditato, per garantire la funzionalità per almeno 90 minuti a 850 °C, secondo la norma EN 50362.

L'illuminazione permanente di emergenza della galleria sarà costituita dalla metà dell'impianto di illuminazione permanente: essa risulta alimentata in continuità assoluta tramite UPS avente autonomia pari a 60' con ricalzo dal GE avente autonomia 24h.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

### 8.5.3 Gestione dell'illuminazione permanente

La regolazione dei circuiti d'illuminazione permanente sarà gestita, essenzialmente, ad orario tramite l'impianto di gestione puntuale dei singoli punti luce, basato su un sistema ad onde convogliate (vedi paragrafo seguente).

Ai sensi della Norma UNI 11095 e UNI 11248, nelle ore notturne, caratterizzate da un basso o da uno scarso volume di traffico, si può ridurre il livello di luminanza del manto stradale. A tale scopo gli apparecchi a LED saranno equipaggiati da alimentatori dimmerabili 0-10V e da relativi moduli di comando gestiti da un sistema a onde convogliate dedicato.

In condizioni ordinarie diurne (luminanza attesa pari a circa 3 cd/m<sup>2</sup>), la corrente di alimentazione dei LED sarà fissata dai driver al valore di 700mA, mentre in condizioni ordinarie notturne (luminanza attesa pari a circa 1÷1,5 cd/m<sup>2</sup>), la corrente di alimentazione dei LED sarà stabilizzata dai driver a valori inferiori

Si precisa inoltre che la regolazione dei circuiti d'illuminazione permanente sarà comunque possibile anche manualmente tramite le postazioni di supervisione.

Infine, in caso di emergenza, l'impianto di supervisione potrà, agendo sui moduli di gestione dei punti luce (vedi paragrafo seguente), forzare l'accensione al 100% degli impianti di illuminazione al fine di agevolare sia l'evacuazione degli utenti che le successive operazioni di soccorso.

## 8.6 Impianti di monitoraggio e di comando dell'impianto di base e di rinforzo

È prevista la realizzazione di un sistema di telegestione degli impianti di illuminazione permanente e di rinforzo a servizio dei diversi tunnel al fine di ottimizzarne i costi di manutenzione e di massimizzare l'efficienza degli impianti stessi.

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

### 8.6.1 Architettura del sistema

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

- moduli di monitoraggio, comando e dimmerazione del singolo punto luce con sorgente a LED relativo all'illuminazione permanente: trattasi di dispositivo con uscita 0-10V installato in prossimità della lampada che permette la lettura da remoto delle "misure di lampada"



		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

(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 monitoraggio del singolo punto luce con sorgente SAP relativo all'illuminazione di rinforzo: trattasi di dispositivo 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). La lettura dei dati sopra indicati consente di individuare eventuali guasti delle lampade o il loro esaurimento. 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 nonché di gestire altri segnali inerenti, ad esempio, comandi, stati ed allarmi del quadro di alimentazione. L'unità di telegestione, tramite convertitore di protocollo seriale RS232/Ethernet TCP/IP, sarà connesso allo switch del nodo LAN/dati di cabina per la trasmissione dei dati al centro di controllo remoto via rete WAN
- PC di controllo remoto dotato di software di supervisione, completo di tastiera e monitor e schede di rete verso i nodi WAN. Il PC, 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.

### 8.6.2 Funzionalità del sistema di telegestione

Le funzionalità garantite dal sistema di monitoraggio sono le seguenti:

- gestione dell'anagrafica degli impianti (quadri, PL, linee, ecc.)

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

- 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

## **8.7 Impianto di illuminazione di sicurezza per evacuazione**

L'impianto di illuminazione di evacuazione è finalizzato a garantire agli automobilisti l'evacuazione in sicurezza a piedi in caso di emergenza. Conformemente alla normativa vigente in materia, con particolare riferimento al relativo Decreto Legislativo del 5/10/06 n.264, l'impianto sarà realizzato da apparecchi illuminanti posti ad una altezza non superiore a 1,5m. Tale impianto costituisce una guida luminosa verso le uscite di sicurezza la cui funzionalità non viene pregiudicata dai fumi generati da un eventuale incendio all'interno del tunnel.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

Nel caso specifico l'impianto risulterà costituito da apparecchi a LED posti ad una altezza pari a circa 90cm e passo 10 m lungo l'intero sviluppo della galleria, ambo i lati. Tale modalità di installazione garantisce sul piano stradale un livello medio di illuminamento, in una zona di almeno 90 cm lungo i due piedritti del tunnel, pari a 5 lux con valore minimo pari a 2lux. Tali valori si prescrivono limitatamente alle due banchine lungo i piedritti del tunnel in quanto solo esse vengono considerati come probabile vie di fuga a piedi per gli automobilisti lungo il tunnel. Si precisa che i livelli di illuminamento sopra menzionati trovano rispondenza con il valore prescritto nelle "Linee guida per la progettazione della sicurezza nelle gallerie stradali ANAS (seconda edizione 2009)"

L'impianto in esame risulta essenzialmente costituito da:

- apparecchi a 3 LED colore bianco appositamente studiato per l'illuminazione delle vie di esodo in galleria fissati sul new jersey o a parete ad una altezza di circa 90cm con passo regolare di 10m, completi di cavo terminale di derivazione (2m di cavo 3x1,5mmq). Gli apparecchi sono costituiti da un vano lampada e da un vano morsettiera: il vano lampada comprende una coppa a sezione trapezoidale ricavata da lastra in metacrilato antiurto estruso trasparente prismaticizzato di spessore 3 mm ed una base provvista di supporto per il montaggio della sorgente luminosa. Le due parti sono unite in modo da garantire un grado di protezione IP65. La parte superiore è provvista di coperchio opaco, in ABS autoestinguente, per evitare dispersioni di luce verso l'alto e garantire il massimo confort visivo all'utente in transito. Il vano morsettiera è costituito da una cassetta in ABS termoformato completa di base per il fissaggio a parete. La sorgente luminosa è costituita da un circuito stampato allocante i led posizionati in modo che l'emissione della luce sia simmetricamente bidirezionale. La tensione di alimentazione degli apparecchi sarà pari a 24Vdc, la potenza complessiva assorbita in condizioni normali è 3W mentre in condizioni di emergenza risulta pari a 10W. La derivazione dalla linea dorsale di alimentazione sarà eseguita con giunti a crimpare – nastri autoagglomeranti e isolanti e guaina termorestringente. Altre caratteristiche sono: classe di isolamento III, protezione interna contro cortocircuiti e sovratensioni.
- rete dorsale di alimentazione degli alimentatori ca/cc, in continuità assoluta, avente configurazione dorso-radiale, collocata in sede protetta e realizzata con cavo tipo FG7(O)M1. La rete, in continuità assoluta, sarà derivata dai quadri servizi ausiliari di cabina
- alimentatori stabilizzati 230Vac/24Vdc con n.2 uscite da 10A ciascuna. Gli alimentatori saranno ubicati all'interno dei vari locali tecnici lungo il tunnel (by-pass) con passo di circa 300m entro contenitori di alluminio anodizzato. Gli alimentatori saranno provvisti di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

protezione per sovraccarico (con fusibile) e filtro RFI. La tensione di uscita è regolabile (20Vdc o 26 Vdc) tramite un contatto esterno. Altre caratteristiche dell'alimentatore sono:

- temperatura di funzionamento 0÷40°C.
  - potenza max uscita: 120 W
  - peso: 0,600 kg
  - grado di protezione: IP 20
  - Fissaggio: a scatto rapido su profilato DIN 35 o a vite
- centralina di controllo intensità luminosa: la tensione nominale di alimentazione in uscita dagli alimentatori è normalmente pari a 24Vdc; tramite la centralina di controllo collocata ogni 1000m circa è possibile una regolazione della tensione di alimentazione nel range 20Vdc÷26Vdc al fine di modificare l'emissione luminosa dei LED. In normale esercizio i LED vengono gestiti ad intensità luminosa ridotta, evitando di recare disturbi agli automobilisti ma garantendo nel contempo un'efficace guida visiva mentre nel funzionamento in emergenza i LED vengono gestiti ad intensità luminosa aumentata migliorando l'efficacia dell'indicazione del percorso d'esodo. Infine, sempre con tale dispositivo, si può attivare la funzione lampeggio con frequenza regolabile 0,1÷10Hz
  - rete di alimentazione terminale, avente configurazione dorso-radiale realizzata con cavo 3x1x4 mm<sup>2</sup> tipo FTG10(O)M1, resistente al fuoco, derivata dai vari alimentatori. Lungo tale rete saranno eseguiti, tramite morsetti a perforazione di isolante, i nodi di derivazione per l'attestazione finale degli apparecchi a LED

### 8.7.1 Gestione dell'illuminazione di sicurezza

Il sistema di illuminazione di evacuazione in galleria sarà permanentemente acceso, ad un livello di luminanza ridotto rispetto al livello massimo attuato in situazione di emergenza. Inoltre in determinate situazioni (ad esempio durante le operazioni di manutenzione) gli apparecchi potranno essere automaticamente, tramite il sistema di supervisione, impostati su lampeggio per avere, da parte degli utenti, la massima attenzione durante la percorrenza del tunnel.

L'impianto avrà un'alimentazione di sicurezza da gruppo di continuità assoluta (UPS) e sarà realizzato con modularità pari a 150÷200m in modo tale che un guasto ad un componente o ad una sezione dell'impianto (ad esempio in seguito ad un corto circuito, ad un incendio o ad un incidente) non pregiudichi il corretto funzionamento dell'impianto nelle sezioni non coinvolte.

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

## 8.8 Impianto di illuminazione dei by-pass e delle nicchie tecniche in galleria

A servizio dei diversi by-pass pedonali è prevista la realizzazione di un impianto di illuminazione costituito da apparecchi illuminanti a fascio asimmetrico, aventi corpo in acciaio inox, equipaggiati con lampade fluorescenti lineari 1x36W e completi di reattore elettromagnetico a basse perdite. L'accensione e lo spegnimento di tali apparecchi di by-pass, installati lungo un solo con passo regolare pari a 3m, saranno gestiti tramite il sistema di supervisione.

A servizio dei diversi by-pass carrabili si prevedono degli apparecchi aggiuntivi dello stesso tipo di quelli utilizzati per i by-pass pedonali ma disposti su entrambi i lati dei by-pass stessi. Anche per tali apparecchi l'accensione e lo spegnimento saranno gestiti tramite il sistema di supervisione.

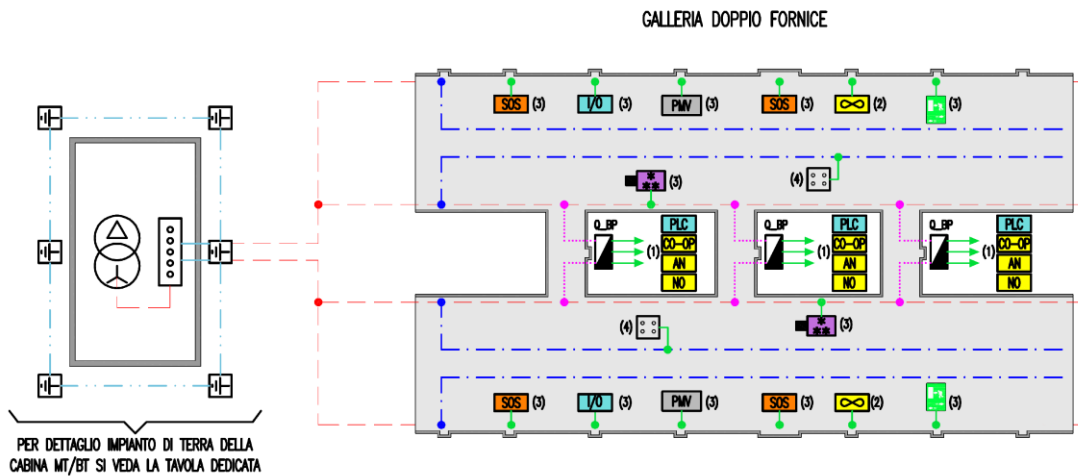
Per le varie nicchie tecniche in galleria (tipicamente le nicchie SOS) si prevede l'installazione di apparecchi illuminanti a fascio simmetrico, con corpo in acciaio inox, equipaggiati con lampade fluorescenti lineari 3x18W e completi di reattore elettromagnetico a basse perdite. Tali apparecchi saranno mantenuti normalmente accesi.

## 8.9 Impianto di terra a servizio degli impianti di illuminazione in galleria

Il progetto prevede l'uso di apparecchi illuminanti di classe II o con isolamento equivalente o superiore; pertanto per il conseguimento della protezione contro i contatti indiretti, ai sensi dell'art. 714.413.2 della Norma CEI 64-8/7, nelle linee terminali di alimentazione non viene prevista la distribuzione del conduttore di protezione.

Le cassette di derivazione sono invece realizzate in classe I e quindi devono essere connesse all'impianto terra. A tale scopo il progetto prevede un conduttore di protezione PE comune ai vari circuiti di illuminazione realizzato in cavo giallo-verde tipo N07G9-K da 16 mm<sup>2</sup> posato all'interno delle canalizzazioni installate alla volta del tunnel.

L'impianto di terra sopra descritto trova evidenza, seppur schematicamente, nella figura seguente:



LEGENDA

	CONDUTTORE PE COMUNE IN CORDA DI RAME NUDO INTERRATA (95 mmq)		CENTRALINA ANEMOMETRI
	CONDUTTORE PE COMUNE IN CAVO N07G9-K POSATO IN CANALINA (16 mmq)		CENTRALINA CO-OP
	CORDA DI RAME NUDO INTERRATA (35 mmq)		CENTRALINA NO
	CAVO N07G9-K PER COLLEGAMENTO A TERRA DEL Q_BP (sezione variabile)		POSTAZIONE SOS
	CONDUTTORE PE TERMINALE		PANNELLO A MESSAGGIO VARIABILE
(1)	CONDUTTORI PE TERMINALI DERIVATI DA Q_BP (sezione variabile)		TELECAMERA
(2)	CONDUTTORE PE TERMINALE IN CAVO N07G9-K (sezione variabile)		VENTILATORE
(3)	CONDUTTORI PE INSERITI NEL CAVO TERMINALE DI ALIMENTAZIONE (tipicamente FTG10(0)M1 3x2,5 mmq)		CARTELLINO LUMINOSO
(4)	CONNESSIONE A TERRA CASSETTE DI DERIVAZIONE METALLICHE		UNITA' PLC COMPLETA DI NODO LAN
	QUADRO ELETTRICO		UNITA' I/O DI SUPERVISIONE
	COLLETORE DI TERRA		
	DISPENSORE VERTICALE A PICCHETTO		
	CASSETTA DI DERIVAZIONE METALLICA PER I CORPI ILLUMINANTI		

Figura: Schema tipico impianto di terra a servizio di una galleria

## 8.10 Interfacciamento al sistema di supervisione locale

Per il monitoraggio e la gestione puntuale degli impianti di illuminazione di rinforzo e di base si prevede un sistema dedicato ad onde convogliate già descritto in precedenza.

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

- segnali I/O da/per i regolatori di flusso relativi allo stato di funzionamento, avaria, forzature, ecc. Tali segnali saranno gestiti dall' unità I/O remota "di cabina" avente un'interfaccia Modbus TCP/IP per la connessione al nodo LAN/dati.
- segnali I/O da/per il quadro di alimentazione (Q\_IL) relativi allo stato dei vari dispositivi di

		<b>Ponte sullo Stretto di Messina</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		
<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA  IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE IN GALLERIA</b>		<i>Codice documento</i> SS1025_F0.doc	<i>Rev</i> F0	<i>Data</i> 20/06/2011

protezione e di comando. Tali segnali 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

Per quanto concerne invece l'impianto di illuminazione di sicurezza, le centraline di comando e gli alimentatori saranno interfacciati al sistema di supervisione locale tramite segnali I/O resi disponibili dalle centraline e dagli alimentatori stessi. Tali segnali saranno riportati e duplicati alle due unità PLC di by-pass.