

S.F.T.R.F. S.A.  
Société Française du Tunnel du Fréjus  
S.I.T.A.F. S.p.A.  
Società Italiana Traforo Autostradale Fréjus

**TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS**  
**GALLERIA DI SICUREZZA**  
**TUNNEL ROUTIER DU FREJUS**  
**GALERIE DE SECURITE**

**PROGETTO DEFINITIVO 2006**  
**PROJET 2006**

**IMPIANTO ILLUMINAZIONE / EQUIPEMENT ECLAIRAGE**  
**Relazione tecnica / Note technique**

**LOMBARDI SA**  
INGENIEURS-CONSEILS



N.Réf.: 6145.2-R-19A

Minusio, 24.11.2006

## INDICE

	pagina	
1	INTRODUZIONE	1
1.1	Inquadramento generale	1
1.2	Obiettivi generali	2
1.3	Documentazione di riferimento	3
1.4	Riferimenti normativi	4
1.4.1	Italiani	4
1.4.2	Francesi	4
1.5	Analisi in seguito all'aumento del diametro della galleria di sicurezza	5
2	PRINCIPI GENERALI	6
2.1	Galleria di sicurezza	6
2.2	Gli imbocchi della galleria	8
2.3	Rifugi e SAS corrispondenti	9
2.4	Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)	9
2.5	Stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione E ed F	9
2.6	Condotto aria viziata	10
2.7	I by-pass	10
3	PRINCIPI COSTRUTTIVI	10
3.1	Caratteristiche fotometriche	10
3.1.1	Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione nella galleria di sicurezza	10
3.1.2	Caratteristiche fotometriche illuminazione degli imbocchi della galleria	11
3.1.3	Caratteristiche fotometriche illuminazione rifugi e SAS corrispondenti	11
3.1.4	Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione della galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)	11

3.1.5	Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione delle ST e centrali di ventilazione E ed F	12
3.1.6	Caratteristiche fotometriche dei condotti aria viziata	12
3.1.7	Caratteristiche fotometriche dei by-pass	12
3.2	Installazione	12
3.2.1	Galleria di sicurezza	12
3.2.2	Rifugi e SAS corrispondenti	13
3.2.3	Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)	14
3.2.4	Stazioni tecniche e centrali di ventilazione E ed F	14
3.2.5	Condotti aria viziata	14
3.2.6	By-pass	15
3.2.7	Stazione tecnica est lato Francia	15
3.3	Distribuzione	15
3.3.1	Galleria di sicurezza - circuiti normale e di soccorso	15
3.3.2	Galleria di sicurezza - Circuiti di rinforzo	16
3.3.3	Galleria di sicurezza - Segnalazione luminosa	18
3.3.4	Distribuzione nei rifugi e SAS corrispondenti	18
3.3.5	Distribuzione nella galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (rifugio nr. 18)	18
3.3.6	Distribuzione nelle ST e centrali di ventilazione E ed F	19
3.3.7	Distribuzione nei condotti aria viziata	19
3.3.8	Distribuzione nei by-pass	19
3.4	Dimensionamento	20
3.5	Tracciato cavi	20
3.5.1	Galleria di sicurezza	20
3.5.2	Rifugi e SAS corrispondenti	22
3.5.3	Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)	22
3.5.4	Stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione E ed F	22
3.5.5	Condotti aria viziata	22
3.5.6	By-pass	22
4	INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI	23
4.1	Interfacce sul campo	23
4.2	Interfacce a livello alto	23
5	LIMITI DI FORNITURA E D'INTERVENTO	23
5.1	Limiti di fornitura	23

5.2	Limiti di intervento	23
6	CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE	24
6.1	Generale	24
6.2	Messa in servizio	24

## TABLES DES MATIERES

	page
1 INTRODUCTION	25
1.1 Encadrement général	25
1.2 Objectifs généraux	26
1.3 Documentation de référence	27
1.4 Références normatives	28
1.4.1 Italiennes	28
1.4.2 Françaises	28
1.5 Analyse en suite de l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité	29
2 PRINCIPES GENERAUX	29
2.1 Galerie de sécurité	29
2.2 Les entrées de la galerie	32
2.3 Abris et SAS correspondantes	33
2.4 Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)	33
2.5 Stations techniques (ST) et usines de ventilation E et F	33
2.6 Conduit air vicié	33
2.7 By-pass	34
3 PRINCIPES CONSTRUCTIFS	34
3.1 Caractéristiques photométriques de l'éclairage	34
3.1.1 Caractéristiques photométriques de l'éclairage dans la galerie de sécurité	34
3.1.2 Caractéristiques photométriques éclairage SAS aux têtes de la galerie	35
3.1.3 Caractéristiques photométriques éclairage abris et SAS correspondantes	35
3.1.4 Caractéristiques photométriques de l'éclairage de la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)	35
3.1.5 Caractéristiques photométriques de l'éclairage des ST et usines de ventilation E et F	35

3.1.6	Caractéristique photométrique des conduits air vicié	35
3.1.7	Caractéristique photométrique des by-pass	36
3.2	Implantation	36
3.2.1	Galerie de sécurité	36
3.2.2	Abris et SAS correspondants	37
3.2.3	Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)	37
3.2.4	Stations techniques et usines de ventilation E et F	38
3.2.5	Conduits air vicié	38
3.2.6	By-pass	38
3.2.7	Station technique est côté France	39
3.3	Distribution	39
3.3.1	Galerie de sécurité - circuits normaux et secours	39
3.3.2	Galerie de sécurité - Circuits de renfort	40
3.3.3	Galerie de sécurité - Balisage lumineux	42
3.3.4	Distribution dans les abris et SAS correspondants	42
3.3.5	Distribution dans la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)	42
3.3.6	Distribution dans les ST et usines de ventilation E et F	43
3.3.7	Distribution dans les conduits de l'air vicié	43
3.3.8	Distribution dans les by-pass	43
3.4	Dimensionnement	44
3.5	Tracé des câbles	44
3.5.1	Galerie de sécurité	44
3.5.2	Abris et SAS correspondants	45
3.5.3	Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr.18)	46
3.5.4	Stations techniques (ST) et usines de ventilation E et F	46
3.5.5	Conduits de l'air vicié	46
3.5.6	By-pass	46
4	INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS	46
4.1	Interfaces terrain	46
4.2	Interfaces à niveau supérieur	47
5	LIMITE DE FOURNITURE ET D'INTERVENTION	47
5.1	Limites de la fourniture	47
5.2	Limitation d'intervention	47
6	CALENDRIER DE REALISATION PREVISIBLE	48

6.1	Général	48
6.2	Mise en service	48

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Inquadramento generale

Il traforo autostradale del Fréjus collega il Piemonte con la Savoia (Bardonecchia - Modane), sull'asse Torino - Lione. La circolazione si svolge in maniera bi-direzionale su una larghezza carrabile di 9 metri e una lunghezza di 12'868 metri. Il presente progetto costituisce la messa a punto del Progetto definitivo della galleria di sicurezza. Il progetto base, elaborato nel 2005, e precedente all'incendio del 4 giugno 2005 che ha causato la morte di due persone nel traforo, è stato sottoposto ad analisi in materia di sicurezza da parte del Comitato di Sicurezza anche a seguito della lettera dei Ministri concernente la proposta di « un diametro adatto della galleria che dovrà permettere in ogni evenienza la circolazione dei veicoli di soccorso in tutta sicurezza e agio ».

Gli elementi principali, non compresi nel progetto definitivo del 2005, risultanti dallo studio effettuato e che confluiscono nel presente progetto definitivo sono i seguenti:

- Adeguamento del diametro della galleria di sicurezza da 5.50 a 8.00 m;
- Adeguamento del sistema di ventilazione, le SAS ai portali che permettevano la messa in sovrappressione di tutta la galleria di sicurezza, sono sostituite da una serie di acceleratori in volta posati lungo la galleria che garantiscono la sovrappressione. È pure prevista un'estrazione in corrispondenza delle centrali B e C;
- Realizzazione di 5 by-pass per il passaggio dei veicoli di soccorso dalla galleria di sicurezza al traforo.

L'insieme degli altri aspetti progettuali del progetto definitivo del 2005 non sono comunque stati modificati, in particolare;

- Le opere esterne ai portali non vengono modificate;
- Gli impianti, ad esclusione della ventilazione, mantengono lo stesso standard previsto nel progetto definitivo 2005. Vengono unicamente adeguati per rispondere alle modifiche del genio civile;
- Il concetto del trasferimento degli impianti attuali dai locali tecnici del traforo (PHT) alle nuove stazioni tecniche della galleria di sicurezza;



- La modifica della GTC. Anche se questa è stata adeguata in quanto la modifica del concetto di ventilazione della galleria di sicurezza impone che i due sistemi di ventilazione siano coordinati.

La galleria di sicurezza parallela sarà realizzata ad una distanza di ca. 50 m dal traforo autostradale. Un totale di 34 rifugi saranno realizzati (in media uno ogni 367 m) tra il traforo e la galleria.

Durante i lavori di realizzazione della galleria di sicurezza, che inizieranno nel 2008, la gestione del traforo autostradale non dovrà subire impedimenti. Tutti i lavori, sia di genio civile che di impiantistica, dovranno essere effettuati senza provocare interferenze importanti con il normale funzionamento del traforo autostradale.

La galleria di sicurezza, la cui messa in servizio è prevista a partire dal 2013, dovrà essere gestita congiuntamente con il traforo autostradale. Un unico sistema di supervisione dovrà quindi coordinare la gestione dell'insieme galleria - traforo.

L'impianto d'illuminazione della galleria di sicurezza sarà completamente indipendente da quello del traforo, al fine di garantire sempre l'illuminazione della galleria di sicurezza, anche in condizioni di panne sulla rete BT d'alimentazione del traforo.

## **1.2 Obiettivi generali**

Il progetto prevede l'installazione di apparecchi d'illuminazione e delle reti di alimentazione a partire dai quadri elettrici bassa tensione nei luoghi seguenti:

- Nella galleria di sicurezza;
- Nei rifugi e nei SAS corrispondenti;
- Nella galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3;
- Nella stazione tecnica (ST) esterna lato Francia;
- Nei by-pass carrabili;
- Nei condotti d'aria viziata.

Le sorgenti luminose degli apparecchi installati in tutti i luoghi sopra descritti dovranno accendersi istantaneamente (nessun tempo di pre-riscaldamento prima di

illuminare a piena potenza), in modo da ottenere un livello d'illuminazione sufficiente al momento dell'accensione.

Con lo scopo di facilitare la manutenzione, si prevede la stessa tipologia di lampada in tutte le installazioni d'illuminazione, indipendentemente dal luogo in cui si trovano.

### 1.3 Documentazione di riferimento

I documenti di riferimento utilizzati sono:

a) Il progetto preliminare per la realizzazione della galleria di sicurezza del traforo del Fréjus, in particolare:

- Relation explicative (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET;
- Définition des hypothèses d'études (gs 06 RT 10) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Programme général des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/1) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Mémoires des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/2) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Cahier des architectures système courants forts (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Cahier des schémas d'aménagement courants forts (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET.

b) Gli elaborati della prima fase del progetto definitivo, in particolare:

- Nota tecnica impianto d'illuminazione (6145.0-R-10) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano disposizione tipica in galleria (6145.0-P-52) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano profilo tipo galleria (6145.0-P-53) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano disposizione in corrispondenza dei rifugi (6145.0-P-54) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Piano disposizione in corrispondenza delle ST (6145.0-P-55) 12/07/2004, Lombardi SA.

c) Progetto definitivo della galleria di sicurezza elaborato dallo studio Lombardi SA Ingegneri Consulenti.

- 6145.0-R-49a Relazione tecnica illuminazione;

- 6145.0-R-50a Disciplinare descrittivo e prestazionale;
- 6145.0-R-51 Computo metrico estimativo.

d) Risposte alle domande del Comitato di Sicurezza del giugno 2005 con particolare riferimento alle opere del genio civile, agli impianti come pure alle opere esterne.

- Impianti - Relazione 6145.0-R-103B 06.06.2005 Lombardi SA.

e) Ottimizzazione del diametro interno della galleria per garantire l'accesso dei veicoli di soccorso in sicurezza e comodità, elaborato dallo studio Lombardi Sa Ingegneri Consulenti nel febbraio 2006.

- Relazione 6145.0-R-112 09.03.2006 Lombardi SA.

## 1.4 Riferimenti normativi

### 1.4.1 Italiani

- D.P.R. 24-04-55 n.547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 01-03-68 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed affini";
- Legge 05-03-90 n.46 "Norme per la sicurezza degli impianti" e successivo D.P.R. 06-12-91 n.447 "Regolamento di attuazione della Legge 5 Marzo 1990 n.46 in materia di sicurezza degli impianti";
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma UNI EN 12464-1 "Illuminazione nei luoghi di lavoro all'interno".

### 1.4.2 Francesi

- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988;
- Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la Sécurité dans les Tunnels du réseau routier national, pour les abris et la Galerie de sécurité;

- Recommandations du dossier pilote partie éclairage de novembre 2000 du CETU pour la Galerie de sécurité et le SAS;
- Recommandations de l'Association Française d'Eclairage (AFE) pour l'éclairage public;
- Normes NF C 12-100, NF C15-100, NF C17-200, NF C32 et C33.

### **1.5 Analisi in seguito all'aumento del diametro della galleria di sicurezza**

L'insieme dei concetti previsti nel progetto definitivo sono confermati, in particolare:

- L'illuminazione della galleria sarà normalmente spenta; l'accensione avverrà a zone in funzione della presenza del personale di manutenzione;
- Le alimentazioni dei circuiti saranno suddivise tra rete EDF e rete ENEL;
- L'illuminazione dei rifugi e dei SAS corrispondenti sarà normalmente accesa;
- L'interdistanza di 16 m tra i LED di segnalazione luminosa è confermata;
- I cavi elettrici saranno di tipo flessibile.

L'aumento del diametro della galleria non comporta cambiamenti significativi all'impianto, ad eccezione dell'aumento di potenza delle lampade nel tracciato principale della galleria, necessario a garantire i valori di illuminamento stabiliti.

## 2 PRINCIPI GENERALI

### 2.1 Galleria di sicurezza

La galleria di sicurezza sarà illuminata tramite una fila di apparecchi installati in volta lungo l'asse longitudinale (vedi piano allegato 6145.2-P-229).

In corrispondenza della camera di smontaggio TBM (rifugio nr. 18) e nelle camere di montaggio delle TBM situate a ca. 1'500 m dai portali, sono previste 2 file supplementari di apparecchi installati in volta lateralmente alla fila principale (vedi piano allegato 6145.2-P-235).

Gli apparecchi d'illuminazione saranno fissati sotto la passerella portacavi per mezzo di staffe.

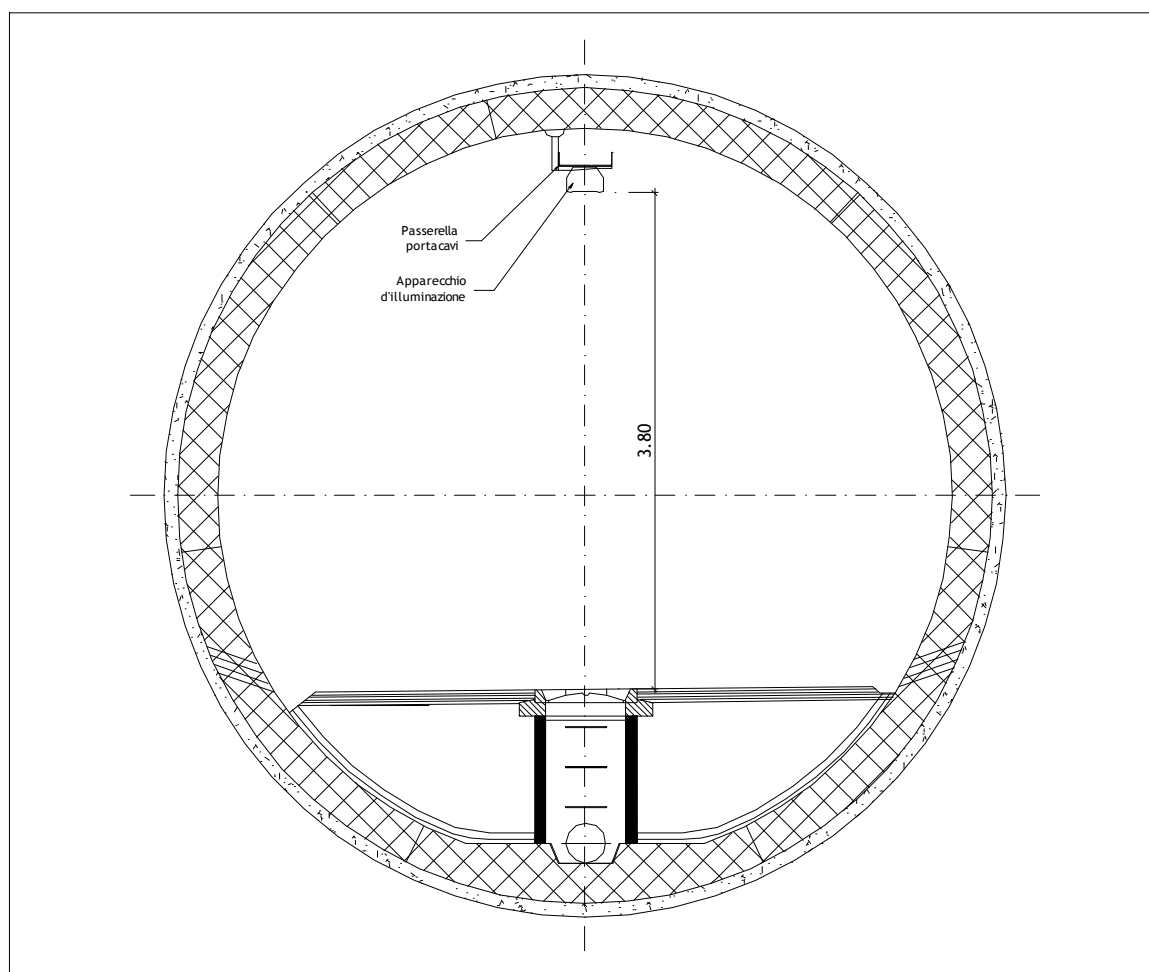


Fig. 1 -Illuminazione della galleria di sicurezza - Sezione tipo

La distribuzione elettrica dell'illuminazione nella galleria di sicurezza sarà suddivisa in tre circuiti. Una lampada su due, in modo intercalato, verrà alimentata tramite la rete di soccorso (UPS), le altre saranno alimentate da due reti a bassa tensione normale.

In condizioni normali tutte le lampade sono spente. L'accensione avviene a zone in funzione delle esigenze di accesso alla galleria da parte del personale di manutenzione o di soccorso, tramite il sistema di GTC (Gestione Tecnica Centralizzata) secondo scenari prestabiliti (per es. in modo incendio).

Di conseguenza anche lo spegnimento avverrà tramite il sistema di GTC.

Oltre all'illuminazione normale e di soccorso, è prevista un'illuminazione di rinforzo, limitata a dei brevi tratti di galleria, vale a dire in corrispondenza delle ST, dei rifugi, dei by-pass e degli imbocchi.

Questa illuminazione sarà costituita da apparecchi supplementari, disposti in modo intercalato rispetto a quelli previsti per l'illuminazione normale e di soccorso. Questo concetto si estende anche alle 2 file supplementari di apparecchi disposte all'interno della camera di smontaggio TBM, essendo quest'ultima parte integrante della zona di rinforzo del rifugio nr. 18.

L'inserimento dei rinforzi avverrà a settori tramite il sistema di GTC.

Non sono per contro previsti dei rinforzi sulle 2 file laterali delle camere di montaggio delle TBM.

L'impianto d'illuminazione sarà completato da una segnalazione luminosa lungo tutta la galleria di sicurezza.

La segnalazione luminosa sarà realizzata tramite apparecchi a LED, fissati su entrambi i piedritti della galleria a 1 m di altezza.

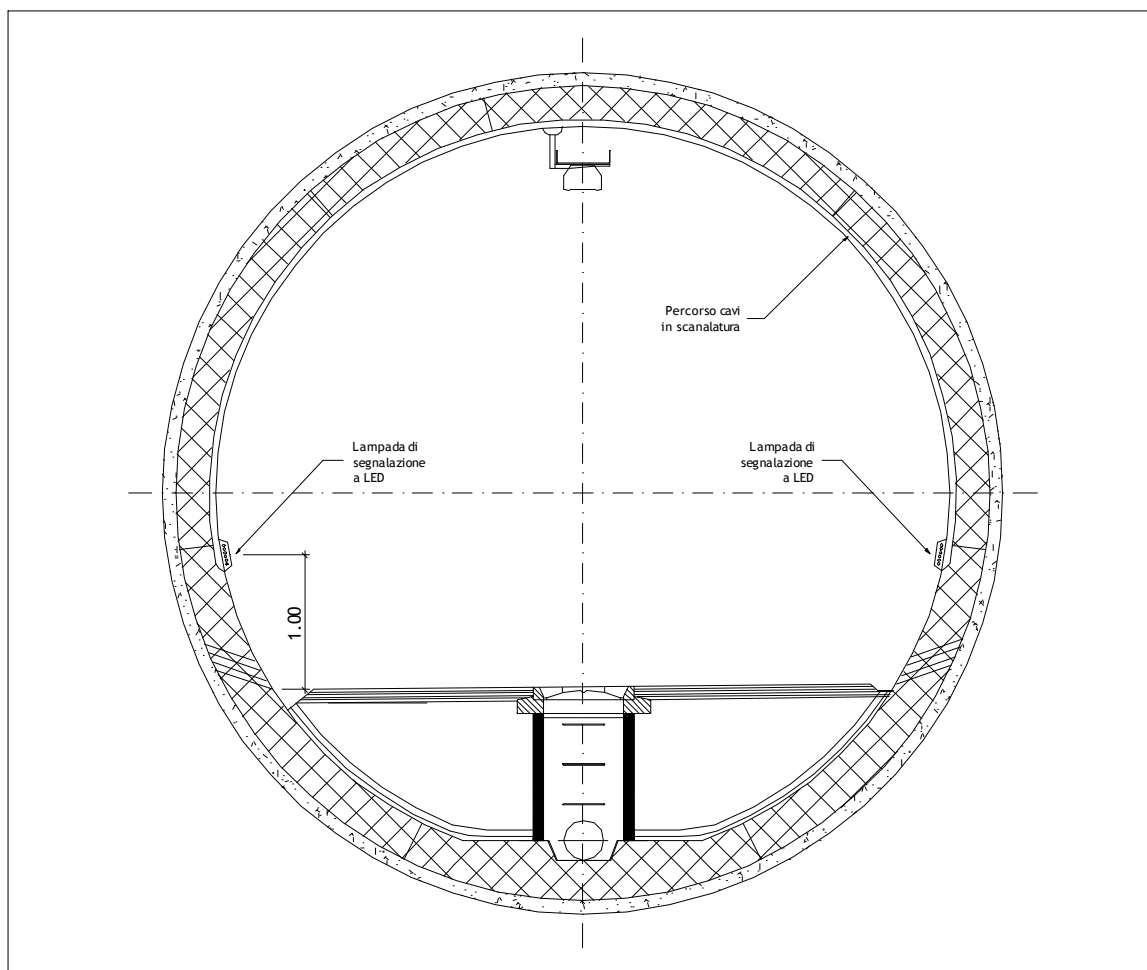
Gli apparecchi a LED verranno posizionati ogni 32 m per lato e disposti a quinconce, ottenendo così un passo di 16 m tra ogni apparecchio.

Questa interdistanza consente di ottenere un discreto livello di comfort visivo anche in assenza dell'illuminazione principale, tenuto conto che si tratta più di una segnaletica attiva che non di una vera e propria illuminazione.

Inoltre, anche la lunghezza dei conci di rivestimento della galleria (pari a 1.60 m) giustifica il passo degli apparecchi a LED: questa soluzione permette di realizzare le discese cavi, tra la passerella in volta e i singoli apparecchi, nelle scanalature previste ogni 10 conci, ottenendo un'economia d'installazione ed un miglior impatto estetico.

I LED di segnalazione saranno alimentati dalla rete di soccorso (UPS) e saranno sempre accesi.

La segnalazione luminosa sarà gestita tramite il sistema di GTC.



**Fig. 2 - Segnalazione luminosa - Sezione tipo**

## 2.2 Gli imbocchi della galleria

Gli imbocchi dovranno disporre di un numero di lampade adeguato al fine di garantire un livello d'illuminamento equivalente a quello delle zone di rinforzo corrispondenti. Le lampade saranno alimentate tramite la rete di soccorso (UPS) locale e saranno sempre accese.

L'illuminazione degli imbocchi potrà venir comandata sia dal sistema di GTC, sia localmente tramite dei comandi manuali predisposti nei quadri elettrici delle rispettive ST.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno installati in volta e disposti come indicato nel piano allegato 6145.2-P-229.

### **2.3 Rifugi e SAS corrispondenti**

Le lampade dei rifugi e dei SAS corrispondenti verranno alimentate dalla rete di soccorso (UPS) e saranno sempre accese.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno installati in volta, secondo la disposizione indicata nel piano allegato 6145.2-P-231.

L'illuminazione dei rifugi e dei SAS sarà comandata dal sistema di GTC e localmente per la manutenzione.

### **2.4 Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)**

Le lampade della galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 verranno alimentate dalla rete di soccorso (UPS) e saranno sempre accese, per garantire l'illuminazione necessaria all'evacuazione dal laboratorio in caso di emergenza.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno installati in volta, secondo la disposizione indicata nel piano allegato 6145.2-P-235.

L'illuminazione della galleria di collegamento sarà comandata dal sistema di GTC e localmente con comando temporizzato.

### **2.5 Stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione E ed F**

Le lampade dei locali tecnici di ogni ST e delle centrali di ventilazione E ed F verranno alimentate dalla rete di soccorso (UPS) corrispondente e comandate localmente tramite comandi manuali.

In condizioni normali, tutte le lampade saranno spente.

Gli apparecchi d'illuminazione verranno installati in volta secondo la disposizione indicata nel piano allegato 6145.2-P-232.



## 2.6 Condotto aria viziata

Le nuove centrali di ventilazione E ed F della galleria saranno collegate ai pozzi aria viziata relativi alle centrali di ventilazione B e C del traforo attraverso un condotto aria viziata. Per ragioni di manutenzione ed ispezione, tali cunicoli saranno illuminati con apparecchi allacciati alla rete di alimentazione normale e saranno normalmente spenti e comandati localmente tramite comandi manuali.

Gli apparecchi d'illuminazione verranno installati in volta secondo la disposizione indicata nel piano allegato 6145.2-P-232.

## 2.7 I by-pass

Le lampade dei by-pass verranno alimentate dalla rete di soccorso (UPS) in derivazione dal rifugio ad essi più vicino e saranno normalmente spente.

Gli apparecchi di illuminazione saranno installati in volta, per tutta la lunghezza dei by-pass. I piani 6145.2-P-233, 6145.2-P-234 e 6145.2-P-235 indicano la disposizione tipica delle lampade nei by-pass.

L'illuminazione dei by-pass sarà comandata sia dal sistema di GTC che localmente tramite comandi manuali.

## 3 PRINCIPI COSTRUTTIVI

### 3.1 Caratteristiche fotometriche

#### 3.1.1 *Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione nella galleria di sicurezza*

Il documento di riferimento per il dimensionamento dell'illuminazione è la Circolare Interministeriale Francese nr. 2000-63 del 25 agosto 2000.

Il dimensionamento sarà realizzato sulla base di una carreggiata in asfalto con coefficiente di riflessione  $C=0.13$  e di pareti in calcestruzzo grezzo non pitturato con medesimo coefficiente di riflessione.

Come menzionato in precedenza, le lampade saranno installate in volta e disposte su una fila seguendo l'asse longitudinale della galleria di sicurezza.

Il rendimento medio delle lampade (coefficiente che tiene conto dell'invecchiamento delle lampade e dei depositi di polvere che si depositano sulle medesime) sarà di 0.8.

In caso d'incendio oppure durante i lavori di manutenzione, l'illuminamento ( $E_{\text{medio}}$ ) della carreggiata sarà di almeno 40 lux, mentre l'inserzione delle lampade di rinforzo previste in corrispondenza degli imbocchi, dei rifugi, dei by-pass e delle ST porterà l'illuminamento ad un valore di almeno 70 lux. I valori dell'uniformità trasversale ( $U_T$ ) e dell'uniformità longitudinale ( $U_L$ ) in carreggiata saranno  $U_T \geq 0.5$  e  $U_L \geq 0.6$ .

In caso di panne sulla rete di alimentazione normale, la galleria sarà illuminata dalla sola rete di soccorso (UPS). In questo caso l'illuminamento sulla carreggiata assicurerà un livello di:

- $E_{\text{medio}} \geq 10$  lux
- $E_{\text{minimo}} \geq 2$  lux

### *3.1.2 Caratteristiche fotometriche illuminazione degli imbocchi della galleria*

L'illuminamento degli imbocchi assicurerà un livello  $E_{\text{medio}} \geq 70$  lux.

### *3.1.3 Caratteristiche fotometriche illuminazione rifugi e SAS corrispondenti*

L'illuminamento dei rifugi e dei SAS corrispondenti assicurerà un livello  $E_{\text{medio}} \geq 150$  lux.

### *3.1.4 Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione della galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)*

L'illuminamento della galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 in corrispondenza del rifugio nr. 18 assicurerà un livello  $E_{\text{medio}} \geq 70$  lux.

### *3.1.5 Caratteristiche fotometriche dell'illuminazione delle ST e centrali di ventilazione E ed F*

L'illuminamento delle ST assicurerà un livello  $E_{\text{medio}} \geq 150$  lux in ogni locale tecnico.

### *3.1.6 Caratteristiche fotometriche dei condotti aria viziata*

Le lampade dei cunicoli di collegamento ai pozzi aria viziata assicureranno una sufficiente illuminazione per garantire dei lavori di manutenzione e d'ispezione.

### *3.1.7 Caratteristiche fotometriche dei by-pass*

L'illuminamento dei by-pass assicurerà un livello  $E_{\text{medio}} \geq 60$  lux.

## **3.2 Installazione**

### *3.2.1 Galleria di sicurezza*

La galleria di sicurezza verrà illuminata tramite una fila di apparecchi d'illuminazione con lampade fluorescenti 1x49W tipo T5, installati ad un'altezza di ca. 5.2 m dalla carreggiata lungo l'asse longitudinale della galleria.

Si prevedono ca. 1'300 apparecchi per i circuiti alimentati dalla rete normale suddivisa in 2 circuiti, ca. 1'300 apparecchi per i circuiti alimentati dalla rete di soccorso e ca. 620 apparecchi per i circuiti di rinforzo (di cui ca. 66 di tipo 2x28W).

Gli apparecchi d'illuminazione saranno distanziati di 5 m l'uno dall'altro in modo d'assicurare un livello d'illuminamento di ca. 40/45 lux.

L'illuminazione di rinforzo in corrispondenza dei rifugi, degli imbocchi, dei by-pass e delle ST verrà realizzata riducendo la distanza tra le lampade a 2.5 m tramite l'installazione di apparecchi d'illuminazione supplementari (rinforzo), in modo tale da garantire un illuminamento di ca. 70 lux.

In corrispondenza delle camere di montaggio e smontaggio TBM le 2 file supplementari di apparecchi saranno poste alla stessa altezza della fila principale e distanziate, sui due lati, di 2.5 m.

Ogni fila conterà 4 apparecchi d'illuminazione alimentati alternativamente dalla rete normale e di soccorso mediante lampade fluorescenti 1x49W tipo T5 interdistanti 5 m, in modo da assicurare un illuminamento equivalente a ca. 40/45 lux su tutta la superficie della carreggiata.

Per poter garantire l'illuminamento di ca. 70 lux, ognuna delle 2 file laterali sarà equipaggiata di un'illuminazione di rinforzo mediante l'installazione di 3 apparecchi supplementari riducendo complessivamente a 2.5 m l'interdistanza tra un apparecchio e il successivo (vedere piano allegato 6145.2-P-235).

A dipendenza delle zone, l'illuminazione di rinforzo in galleria di sicurezza verrà definita come segue:

- ST: si estenderà su una lunghezza di ca. 70 m, distribuita equamente a monte e a valle dell'asse del ST;
- Rifugi: si estenderà su una lunghezza di ca. 70 m, distribuita equamente a monte e a valle dell'asse del rifugio;
- By-pass: si estenderà su una lunghezza di ca. 70 m, distribuita equamente a monte e a valle dell'asse del by-pass;
- Portali: si estenderà su una lunghezza di 50 m dall'imbocco.

### *3.2.2 Rifugi e SAS corrispondenti*

Ogni rifugio verrà illuminato tramite 13 apparecchi con lampade fluorescenti 2x28W tipo T5, installati in volta, ad un'altezza di ca. 3.5 m dal pavimento.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno disposti in fila, seguendo l'asse longitudinale del rifugio e distanziati di 2.1 m l'uno dall'altro.

Fa eccezione il rifugio nr. 18 in cui gli apparecchi, in considerazione della minor lunghezza del rifugio, saranno 8 (vedere piano allegato 6145.2-P-235).

Ogni SAS verrà illuminato tramite 2 apparecchi d'illuminazione con lampade fluorescenti 2x28W tipo T5, installato in volta ad un'altezza di ca. 3.0 m dal pavimento. L'apparecchio verrà posizionato sull'asse longitudinale dei SAS.

La disposizione degli apparecchi è rappresentata nel piano allegato 6145.2-P-231.

### *3.2.3 Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)*

I due ambienti che costituiscono la galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 saranno complessivamente illuminati tramite 35 apparecchi con lampade fluorescenti 1x28W tipo T5, installati in volta ad un'altezza di ca. 3.0 m dal piano calpestio.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno disposti in fila, seguendo l'asse longitudinale della galleria di collegamento, distanziati di ca. 2.5 m l'uno dall'altro.

La disposizione degli apparecchi è rappresentata nel piano annesso 6145.2-P-235.

### *3.2.4 Stazioni tecniche e centrali di ventilazione E ed F*

La ST verrà equipaggiata con 29 apparecchi con lampade fluorescenti 1x28W tipo T5, installati in volta, ad un'altezza di 2.5÷3.2 m dal pavimento.

Gli apparecchi d'illuminazione saranno disposti in fila e distanziati di 2.0÷3.2 m l'uno dall'altro in funzione della lunghezza di ogni locale, come indicato nel piano allegato 6145.2-P-232.

L'ST possiederà anche 2 lampade 2x28 W tipo 5, per illuminare la zona della botola. Con 3 lampade da 1x49W verrà illuminato lo spazio di manovra tra l'ST e la galleria di sicurezza.

Nella sala ventilatori e nei locali corrispondenti delle centrali E ed F saranno installate 9 lampade da 2x28 W e 2 lampade da 1x28 W per ogni centrale, mentre nello spazio di manovra sottostante sono previsti 21 apparecchi con lampade da 1x28W. L'installazione è indicata nell'allegato piano 6145.2-P-236.

### *3.2.5 Condotti aria viziata*

Condotti aria viziata saranno illuminati tramite 12 apparecchi con lampade fluorescenti 1x28W tipo T5. Le lampade saranno posizionate in volta ad un'altezza di ca. 5 m dal pavimento.

Gli apparecchi nel cunicolo d'illuminazione saranno disposti in fila, seguendo l'asse longitudinale del cunicolo, distanziati di ca. 30 m l'uno dall'altro.

### 3.2.6 *By-pass*

Nei by-pass i corpi illuminanti necessari saranno:

- By-pass nr. 1 e 5: 11 corpi illuminanti, 1x49W tipo T5;
- By-pass nr. 2 e 4: 13 corpi illuminanti, 1x49W tipo T5;
- By-pass nr. 3: 30 corpi illuminanti, 1x49W tipo T5.

Gli apparecchi verranno installati ad un'altezza di ca. 4.80 m dal pavimento. Gli apparecchi saranno disposti in fila, seguendo l'asse longitudinale del by-pass, distanziati di ca. 3 m l'uno dall'altro.

La disposizione degli apparecchi nei by-pass è rappresentata nei piani 6145.2-P-233, 6145.2-P-234, 6145.2-P-235.

### 3.2.7 *Stazione tecnica est lato Francia*

La stazione tecnica esterna lato Francia verrà equipaggiata con 3 apparecchi con lampade fluorescenti 2x28W per ciascuno dei 4 locali, mentre nella cantina cavi sono previsti 8 apparecchi da 1x28 W.

## 3.3 **Distribuzione**

### 3.3.1 *Galleria di sicurezza - circuiti normale e di soccorso*

La distribuzione dell'alimentazione ai corpi illuminanti della galleria è suddivisa complessivamente in 18 settori.

Ogni settore è alimentato da una ST; a loro volta, le ST sono alimentate in parte dalla rete EDF (ST dispari) e in parte dalla rete ENEL (ST pari).

I settori alimentati dalle ST dispari si susseguono lungo la galleria in modo alternato con quelli alimentati dalle ST pari. Questa configurazione assicura un'equa ripartizione dei circuiti d'illuminazione su entrambe le reti EDF ed ENEL.

In ogni caso, considerata la ridondanza delle alimentazioni tra le reti EDF e ENEL, l'illuminazione della galleria è comunque assicurata anche in caso di mancanza di tensione da una delle due reti.

Va osservato infine che i settori terminali alle estremità della galleria saranno asserviti da una sola delle due ST ubicate nelle nuove centrali di ventilazione della galleria di sicurezza.

Con buona approssimazione si assume che ogni settore misura mediamente una lunghezza di 720 m, valore che viene preso come riferimento per il dimensionamento delle sezioni dei conduttori.

Il carico di ogni settore, corrispondente a ca. 8 kW, è suddiviso equamente sulla rete normale e sulla rete di soccorso (UPS).

Allo scopo di dare maggiore flessibilità e sicurezza all'installazione, la rete di alimentazione normale è costituita da 2 circuiti caricati equamente, mentre la rete di soccorso costituisce un circuito unico.

Ognuno dei 3 circuiti è costituito da una dorsale trifase che si estende su tutta la lunghezza del settore con derivazione monofase ad ogni corpo illuminante.

I corpi illuminanti della galleria di sicurezza sono alimentati alternativamente dalla rete normale e dalla rete di soccorso (UPS).

### *3.3.2 Galleria di sicurezza - Circuiti di rinforzo*

Considerata l'esigua lunghezza delle zone di rinforzo (70 m sia per le ST, rifugi, by-pass), l'alimentazione ai corpi illuminanti per ognuna di esse avverrà tramite circuito monofase dal quadro elettrico di zona.

I rinforzi in corrispondenza dei rifugi saranno alimentati dai quadri elettrici posti nei rifugi stessi, a loro volta sottesi alla rete di soccorso (UPS) proveniente dalla propria ST o dalla più vicina.

Per quanto concerne i rinforzi delle ST, l'alimentazione sarà derivata dalla rete normale e la distribuzione avverrà dai quadri elettrici installati in ogni ST. I rinforzi dei by-pass 1, 3, 5 saranno alimentati dalla rete di sicurezza (UPS) proveniente dai rifugi più vicini. I by-pass 2, 4 verranno alimentati direttamente dalla rete di soccorso degli ST.

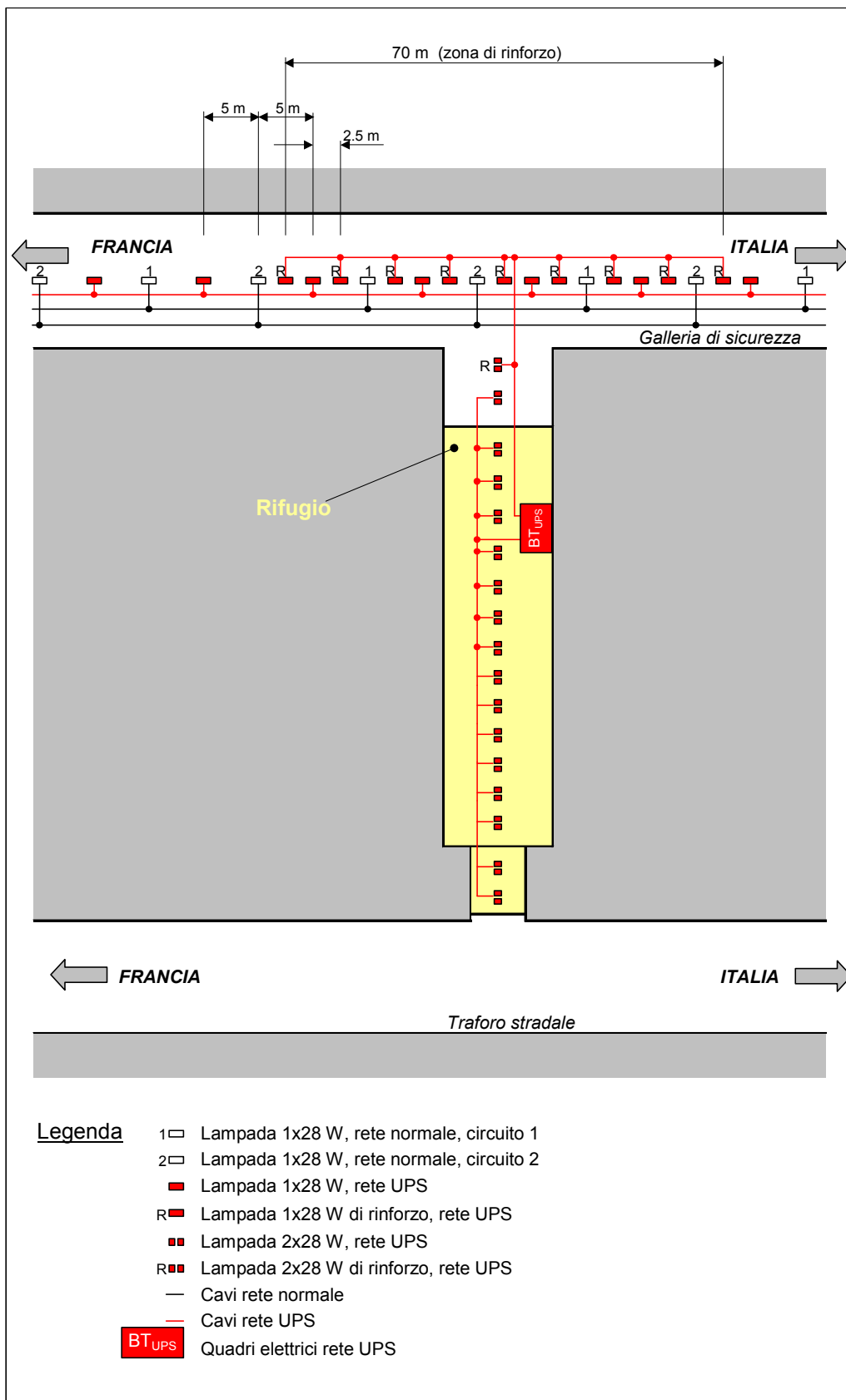


Figura 3 - Distribuzione tipica dei circuiti d'illuminazione in corrispondenza dei rifugi



### *3.3.3 Galleria di sicurezza - Segnalazione luminosa*

Come per i corpi illuminanti descritti al paragrafo 3.2.1, anche la distribuzione dell'alimentazione agli apparecchi di segnalazione luminosa è suddivisa complessivamente in 18 settori, rispettando gli stessi criteri di ripartizione dell'alimentazione da rete EDF e da rete ENEL.

In ogni settore è previsto un circuito alimentato dalla rete di soccorso (UPS), per un carico di ca. 0.14 kW, costituito da una dorsale monofase che si estende su tutta la lunghezza del settore, posata nella passerella della galleria.

In corrispondenza di ogni apparecchio, la dorsale si attesta in modalità "entra-esce" alla cassetta di alimentazione posta in passerella, da cui viene effettuata la derivazione all'apparecchio mediante una discesa con cavo da fissare nella scanalatura predisposta tra due conci di rivestimento consecutivi.

### *3.3.4 Distribuzione nei rifugi e SAS corrispondenti*

I corpi illuminanti dei rifugi e dei SAS corrispondenti sono alimentati dalla rete di soccorso (UPS).

La distribuzione consiste in un circuito monofase unico per entrambi gli ambienti (rifugio + SAS) dal quadro elettrico in loco.

Il carico complessivo installato in un rifugio tipo e nel relativo SAS corrisponde a ca. 0.84 kW ad eccezione del rifugio nr. 18 che impegna una potenza di ca. 0.56 kW, a causa della sua minor lunghezza.

### *3.3.5 Distribuzione nella galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (rifugio nr. 18)*

I corpi illuminanti della galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 sono alimentati dalla rete di soccorso (UPS), in derivazione dal quadro elettrico installato nel rifugio nr. 18.

La distribuzione consiste in un circuito monofase unico per entrambi gli ambienti costituenti la galleria di collegamento.

Il carico complessivo installato corrisponde a ca. 0.98 kW.

### *3.3.6 Distribuzione nelle ST e centrali di ventilazione E ed F*

L'alimentazione ai corpi illuminanti delle ST e centrali di ventilazione E ed F è garantita dalla rete di soccorso (UPS).

Ogni locale della ST è dotato di un proprio circuito luce, separato da quelli degli altri locali; questo consente di gestire indipendentemente l'accensione e lo spegnimento dei corpi illuminanti mediante comandi manuali posti in prossimità delle porte di accesso.

Il carico installato per ogni ST in galleria, ossia dalla ST 03 alla ST 18, è di ca. 1.13 kW.

### *3.3.7 Distribuzione nei condotti aria viziata*

Gli apparecchi illuminanti dei condotti saranno alimentati dalla rete normale, in derivazione dal quadro elettrico TGBT nella stazione tecnica adiacente alla centrale di ventilazione.

La distribuzione consiste in un circuito trifase con un carico complessivo di 0.34 kW.

### *3.3.8 Distribuzione nei by-pass*

I corpi illuminanti dei by-pass sono alimentati dalla rete di soccorso (UPS), in derivazione dal quadro elettrico installato nel rifugio più vicino, mediante un circuito monofase.

I carichi complessivi installati per i by-pass risultano essere:

- By-pass nr. 1 e 5: 0.54 kW ciascuno;
- By-pass nr. 2 e 4: 0.67 kW ciascuno;
- By-pass nr. 3: 1.5 kW.

### 3.4 Dimensionamento

Il dimensionamento dei cavi elettrici è stato eseguito tenendo conto di un fattore di potenza  $\cos\varphi=0.9$  e una caduta di tensione  $\Delta U$  a fondo linea inferiore al 5%.

Dal calcolo si è potuto constatare che l'illuminazione in settori della galleria di sicurezza con tre circuiti trifase, necessita due sezioni. Il circuito di soccorso deve alimentare un numero maggiore di lampade, per questo motivo il cavo avrà una sezione di  $10 \text{ mm}^2$ . Per gli altri due circuiti è prevista una sezione di  $6 \text{ mm}^2$ .

L'illuminazione dei cunicoli di collegamento ai pozzi aria viziata sarà costituita da un circuito trifase della sezione di  $2.5 \text{ mm}^2$ .

Tutti gli altri circuiti monofase che alimentano l'illuminazione, avranno una sezione  $2.5 \text{ mm}^2$ .

### 3.5 Tracciato cavi

#### 3.5.1 Galleria di sicurezza

I cavi dei circuiti d'illuminazione della galleria di sicurezza (circuiti normale, circuiti di soccorso e circuiti di rinforzo) avranno origine dai quadri elettrici posti nelle ST e nei rifugi. La percorrenza è prevista per un primo tratto nei cunicoli e tubi predisposti a pavimento dei locali tecnici, per poi risalire alla passerella prevista lungo tutto la galleria mediante risalita da effettuare nelle zone degli spazi di manovra.

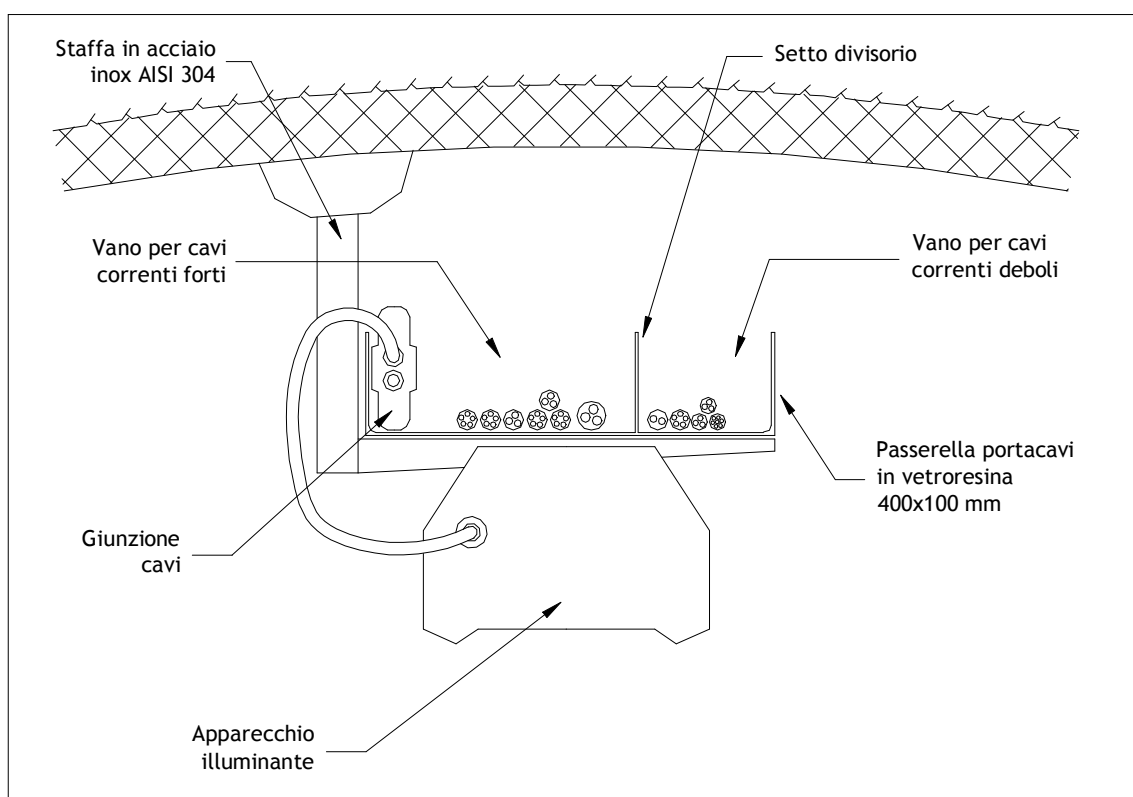
La passerella, di dimensioni  $400 \times 100 \text{ mm}$ , in vetroresina, sarà dotata di un setto divisorio atto a separare i circuiti luce dai cavi di segnale relativi ad altri impianti. Essa verrà installata in volta mediante staffe di supporto in acciaio inox, interdistanti  $2.5 \text{ m}$ .

La passerella proposta garantisce una capacità massima di carico ripartito pari a  $700 \text{ N/m}$ . Considerato che il carico complessivo dato dal peso dei cavi elettrici, degli apparecchi illuminanti e della passerella stessa è calcolato per un massimo di  $250 \text{ N/m}$ , il dimensionamento della passerella è giustificato.

Inoltre, l'interdistanza di 2.5 m tra i supporti assicura una freccia equivalente non superiore a 7 mm.

Nella figura 8 è rappresentato un dettaglio tipico della passerella con indicazione della derivazione all'apparecchio illuminante dal circuito dorsale, prevista mediante apposita giunzione.

Per quanto concerne le 2 file di apparecchi supplementari poste ai lati dell'allargamento della galleria in corrispondenza del rifugio nr. 18, sono previste 2 passerelle in vetroresina di dimensioni 200x100 mm.



**Figura 8** - Dettaglio tipico passerella e apparecchio illuminante in galleria

### *3.5.2 Rifugi e SAS corrispondenti*

Nei rifugi, il percorso cavi in partenza dai rispettivi quadri elettrici in loco, è previsto in passerella in vetroresina posta in volta, avente dimensioni di 200x100 mm, mentre nei SAS corrispondenti i cavi saranno posati entro tubo in acciaio inox avente 32 mm di diametro fissato in volta.

### *3.5.3 Galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 (Rifugio Nr. 18)*

Nella galleria di collegamento al laboratorio sotterraneo IN2P3 il tracciato cavi in partenza dal quadro elettrico del rifugio nr. 18 è previsto in passerella in vetroresina installata in volta, avente dimensioni 200x100 mm.

### *3.5.4 Stazioni tecniche (ST) e centrali di ventilazione E ed F*

Nei locali tecnici delle ST i cavi saranno posati entro tubi di 32 mm e si dipartiranno dai rispettivi quadri elettrici.

### *3.5.5 Condotti aria viziata*

I cavi per alimentare i corpi illuminanti installati nei cunicoli di collegamento ai pozzi aria viziata, verranno posati in tubo inox di diametro 32 mm fissato a muro o in volta.

### *3.5.6 By-pass*

Dagli armadi nei rifugi fino ai by-pass il tracciato sarà come descritto ai § 3.5.1 e 3.5.2, mentre all'interno dei by-pass, i cavi saranno posati in canaline 200x100 mm.

## **4 INTERFACCE CON GLI ALTRI IMPIANTI**

### **4.1 Interfacce sul campo**

L'impianto d'illuminazione è interfacciato a livello terreno con i quadri bassa tensione nelle stazioni tecniche e nei rifugi, dai quali è fornita l'alimentazione agli apparecchi illuminanti.

### **4.2 Interfacce a livello alto**

L'impianto d'illuminazione è interfacciato verso il sistema di Gestione Tecnica Centralizzata (GTC) che dovrà gestire l'accensione dei settori di galleria in base alle esigenze richieste dal personale di soccorso e di manutenzione.

## **5 LIMITI DI FORNITURA E D'INTERVENTO**

### **5.1 Limiti di fornitura**

Dalla fornitura sono esclusi i quadri elettrici di alimentazione e protezione dell'impianto di illuminazione, descritti nella relazione 6145.2-R-14 "Relazione tecnica energia".

### **5.2 Limiti di intervento**

Il limite d'intervento riguardante l'impianto d'illuminazione è individuato alla morsettiera di collegamento nei quadri BT delle ST e dei rifugi.

## **6 CALENDARIO DI REALIZZAZIONE PREVEDIBILE**

### **6.1 Generale**

Il tempo a disposizione per i montaggi è previsto in 14 mesi a partire dalla conclusione dei lavori di genio civile previsti nella seconda metà del 2011.

Il programma dettagliato dei lavori sarà definito e concordato in fase esecutiva in coordinamento con la Direzione Lavori e le imprese esecutrici degli altri impianti.

Per l'integrazione e la messa in servizio dei nuovi impianti della galleria di sicurezza e per il trasferimento degli impianti dai PHT esistenti verso le nuove ST sono da coordinare le singole fasi di lavoro per evitare interferenze con la gestione del traforo.

### **6.2 Messa in servizio**

Al termine dell'installazione sarà effettuata la messa in servizio dell'impianto secondo le modalità definite nel disciplinare in un lasso di tempo di 2 mesi, a decorrere dalla scadenza dei 14 mesi previsti per i montaggi.

L'appaltatore dovrà inoltre collaborare all'esecuzione delle prove globali di funzionamento dell'insieme degli impianti della galleria di sicurezza e del traforo che si svolgeranno durante i 3 mesi successivi alla messa in servizio.

La messa in esercizio della galleria di sicurezza è prevista nel 2013.

## 1 INTRODUCTION

### 1.1 Encadrement général

Le Tunnel routier du Fréjus relie le Piémont à la Savoie (Bardonnèche-Modane), sur l'axe Turin - Lyon. La circulation s'y fait de manière bidirectionnelle sur une largeur de chaussée de 9 mètres et sur une longueur de 12'868 mètres.

Le présent projet constitue la mise à jour du projet définitif de la galerie de sécurité. Le projet de base, élaboré en 2005 et donc avant l'incendie du 4 juin 2005, qui a provoqué le décès de deux personnes dans le tunnel, a été réévalué par rapport aux aspects de sécurité par le comité de sécurité, tenant compte de la lettre des ministres concernant la proposition « d'un diamètre adéquat de la galerie de sécurité afin de permettre en toute hypothèse la circulation des véhicules de secours en toute sécurité et commodité ».

Les éléments principaux non compris dans le projet définitif de 2005, résultant de l'étude effectuée et pris en compte dans le projet définitif présent, sont les suivants:

- Adaptation du diamètre de la galerie de sécurité de 5.50 à 8.00 m;
- Adaptation du système de ventilation, les SAS aux portails pour la mise en surpression de la galerie viennent substituer par une série d'accélérateurs en voûte le long de la galerie. En outre des centrales d'extraction massive sont prévues près des usines B & C;
- Réalisation de 5 by-pass pour le passage des véhicules de secours de la galerie au tunnel.

L'ensemble des autres aspects du projet définitif de 2005 n'a pas été modifié, en particulier:

- Les ouvrages externes aux portails ne sont pas modifiés;
- Les installations, à part la ventilation, maintiennent le même standard prévu dans le projet définitif 2005. Ils viennent seulement adaptés pour répondre aux modifications du génie civil;
- Le concept du basculement des installations actuelles des locaux techniques du tunnel (PHT) aux nouvelles stations techniques de la galerie de sécurité;
- La modification de la GTC selon les requises de coordination entre les systèmes de ventilation du tunnel et de la galerie de sécurité.



La galerie de sécurité sera réalisée parallèlement (à une distance d'environ 50 m) au tunnel routier. Des abris, 34 au total, seront réalisés dans les rameaux réalisés environ tous les 367 m entre la galerie et le tunnel routier.

Pendant les travaux de réalisation de la galerie de sécurité, qui commenceront en 2008, l'exploitation du tunnel routier ne devra pas être mise en cause. Tous les travaux, de génie civil comme d'équipements, devront donc être réalisés sans mettre en péril le fonctionnement du tunnel routier.

L'exploitation de la galerie de sécurité, prévue depuis 2013, devra être menée conjointement avec celle du tunnel routier. Un unique système de supervision devra par conséquent coordonner exploitation de l'ensemble galerie - tunnel.

L'équipement d'éclairage de la galerie de sécurité sera complètement indépendant de celui du tunnel, afin de garantir en permanence l'éclairage de la galerie de sécurité, même en cas de défaillance sur le réseau BT d'alimentation du Tunnel.

## 1.2 Objectifs généraux

Le projet prévoit l'installation des appareils d'éclairage et l'implantation des réseaux d'alimentation depuis les tableaux électriques basse tension, dans les emplacements suivants:

- La galerie de sécurité;
- Les abris et les SAS correspondantes;
- La galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3;
- Les stations techniques (ST) intérieures;
- La station technique (ST) extérieur côté France;
- Les by-pass carrossables;
- Le conduit de l'air vicié.

Les sources lumineuses pour les éclairages de la galerie de sécurité, des entrées, des ST, des abris et les SAS correspondent, devront avoir un allumage instantané (pas de temps de préchauffage avant de donner leur pleine puissance), afin de permettre un niveau d'éclairement suffisant au moment de l'allumage.

Dans le but de faciliter l'entretien, on prévoit la même typologie de luminaire pour tous les équipements d'éclairage, indépendamment du lieu d'installation.

### 1.3 Documentation de référence

Les documents de référence utilisés sont :

a) Le projet préliminaire pour la réalisation de la Galerie de sécurité du Tunnel du Fréjus. Il s'agit des documents suivants:

- Relation explicative (gs 96 RG 01) 27/11/2002, MUSI.NET;
- Définition des hypothèses d'études (gs 06 RT 10) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Programme général des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/1) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Mémoires des équipements courants forts et courants faibles (gs 96 RT 11/2) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Cahier des architectures système courants forts (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET;
- Cahier des schémas d'aménagement courants forts (gs 96 FD 02) 30/09/2002, MUSI.NET.

b) L'avant-projet pour la réalisation de la Galerie de sécurité du Tunnel du Fréjus. Il s'agit des documents suivants :

- Note technique Equipement éclairage (6145.0-R-10) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Plan disposition typique dans la galerie (6145.0-P-52) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Plan profil typique de la galerie (6145.0-P-53) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Plan disposition en correspondance des abris (6145.0-P-54) 12/07/2004, Lombardi SA;
- Plan disposition en correspondance des ST (6145.0-P-55) 12/07/2004, Lombardi SA.

c) Le dossier "Basculement des PHT vers les stations techniques de la galerie de sécurité" (6145.0-R-24 et annexes) 30/09/2004, Lombardi SA.

d) L'avant-projet de la galerie de sécurité élaboré par bureau Lombardi SA ingénieurs conseils.

- 6145.0-R-49a Note technique équipement éclairage;
- 6145.0-R-50a Cahier des charges;

- 6145.0-R-51 Estimation des coûts.
  
- e) Réponses aux questions du comité de sécurité du juin 2005 avec à propos des ouvrages du génie civil, des équipements et des ouvrages externes.
- Equipements - note 6145.0-R-103B 06.06.2005 Lombardi SA.
  
- f) Optimisation du diamètre interne de la galerie pour garantir l'accès des véhicules des secours en sécurité et confort, élaboré de l'étude Lombardi Sa ingénieurs conseil en février 2006.
- Note 6145.0-R-112 09.03.2006 Lombardi SA.

## 1.4 Références normatives

### 1.4.1 Italiennes

- D.P.R. 24-04-55 n.547 "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 01-03-68 n.186 "Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed affini";
- Legge 05-03-90 n.46 "Norme per la sicurezza degli impianti" e successivo D.P.R. 06-12-91 n.447 "Regolamento di attuazione della Legge 5 Marzo 1990 n.46 in materia di sicurezza degli impianti";
- Norme CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua".

### 1.4.2 Françaises

- Décret n° 88-1056 du 14 novembre 1988;
- Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000 relative à la Sécurité dans les Tunnels du réseau routier national, pour les abris et la Galerie de sécurité;
- Recommandations du dossier pilote partie éclairage de novembre 2000 du CETU pour la Galerie de sécurité et le SAS.
- Recommandations de l'Association Française d'Eclairage (AFE) pour l'éclairage public.
- Normes NF C 12-100, NF C15-100, NFC 17 200, NF C32 et C33.

## **1.5 Analyse en suite de l'augmentation du diamètre de la galerie de sécurité**

Les solutions proposées dans l'avant-projet sont confirmées, en particulier:

- L'éclairage de la galerie sera normalement éteint; l'allumage s'allumera par secteurs en fonction de la présence du personnel d'entretien;
- Les alimentations des circuits seront subdivisées entre réseau EDF et réseau ENEL;
- L'éclairage des abris et des SAS correspondants sera normalement allumé;
- L'écart de 16 m entre les LED du balisage lumineux est confirmé et justifié (voir paragraphe 6.1);
- Les câbles électriques seront de type flexible.

L'augmentation du diamètre de la galerie ne comporte aucun changement significatif des équipements, à exception de l'augmentation de la puissance des appareils d'éclairage dans la galerie de sécurité, nécessaire à garantir les caractéristiques photométrique établies.

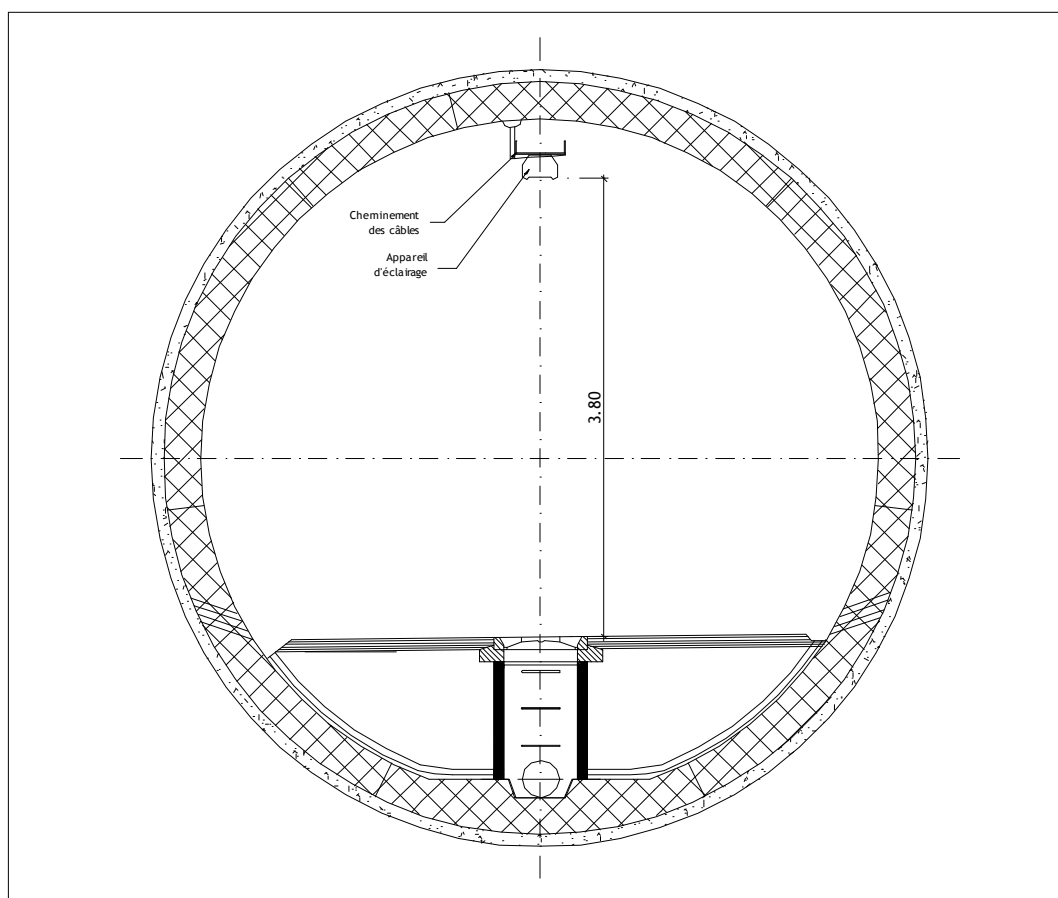
## **2 PRINCIPES GENERAUX**

### **2.1 Galerie de sécurité**

La Galerie de sécurité sera éclairée par une file d'appareils placés en voûte le long de l'axe longitudinal (voir plan annexe 6145.2-P-229).

Dans la chambre de démontage TBM (abris nr. 18) et dans les chambres de montage des TBM situées à environ 1'500 m des têtes, sont prévues 2 files supplémentaires d'appareils installées en voûte latéralement à la file principale (voir plan annexe 6145.0-P-235).

Les appareils d'éclairage seront fixés au dessous du cheminement des câbles au moyen d'étriers.



**Fig. 1** -Eclairage de la Galerie de Sécurité - Coupe type

La distribution électrique de l'éclairage dans la Galerie de sécurité sera subdivisée en trois réseaux: Un luminaire sur deux de façon intercalée sera alimenté par le réseau secouru (UPS), les autres seront alimentés par deux réseau de basse tension normal.

En conditions normales tous les luminaires seront éteints.

L'allumage se fera par secteurs en fonctions de la présence du Personnel d'entretien sur détection d'ouverture d'un quelconque accès à la galerie ou via le système de GTC (Gestion Technique Centralisée) selon les scénarios établie d'avance (par ex. en modalité incendie).

Par conséquence, l'extinction aussi sera réalisée par le système de GTC.

En supplément à l'éclairage normal et de secours, il est aussi prévu une illumination de renfort, limitée à de brefs tronçons de la galerie, c'est-à-dire en correspondance des ST, des abris, des by-pass et des entrées de la galerie de sécurité.

Cet éclairage sera constitué par des appareils supplémentaires, installés de façon intercalé par rapport à ceux qui ont été prévus pour l'éclairage normal et de secours.

Ce concept est rapporté aussi sur les 2 files supplémentaires d'appareils disposées à l'intérieur de la chambre de démontage TBM, ce dernier étant partie intégrante de la zone de renfort de l'abris nr. 18.

L'allumage des luminaires de renfort sera réalisé par secteurs via le système de GTC.

Par contre aucun renfort n'est prévu sur les 2 files supplémentaires d'appareils installées dans les chambres de montage des TBM.

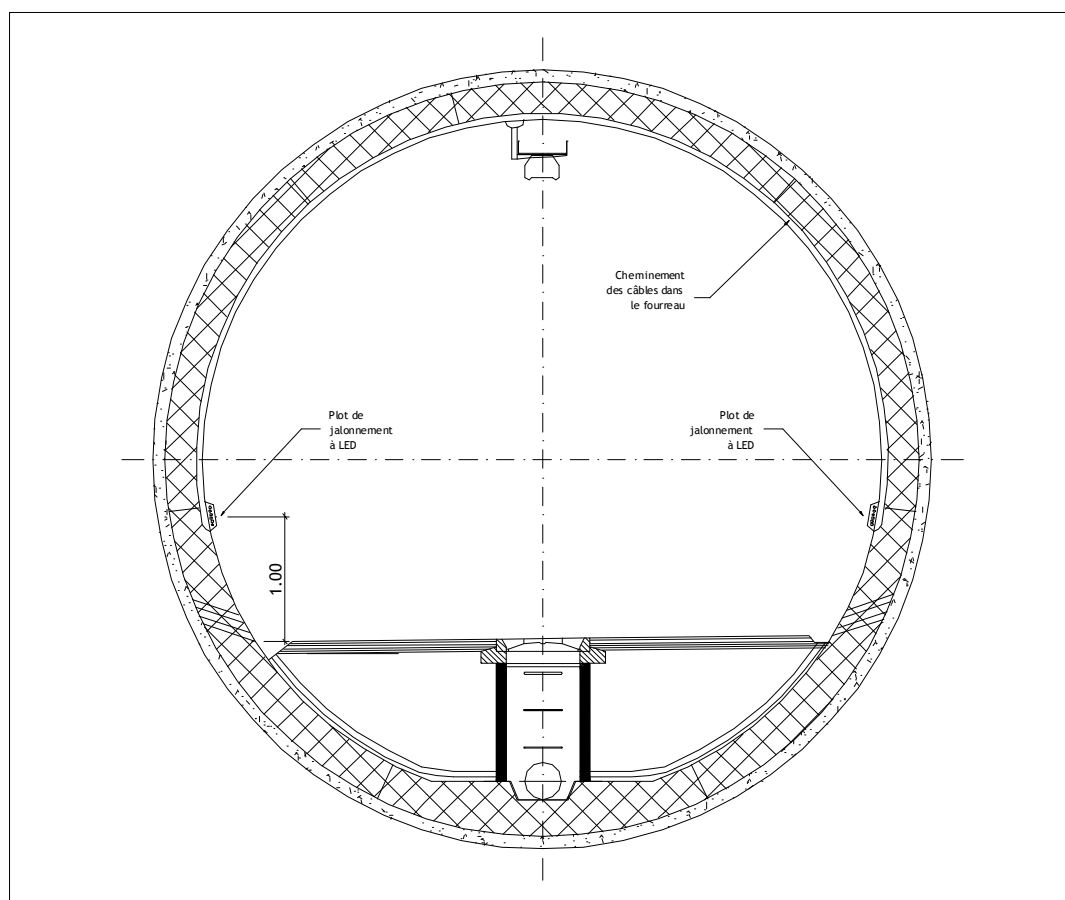
L'installation d'éclairage sera complétée par un balisage lumineux permettant d'assurer un jalonnement tout le long de la galerie de sécurité.

Le balisage lumineux sera réalisé par des plots de jalonnement LED, placés sur chaque piédroit à 1 m de hauteur.

Les plots de jalonnement LED seront installés avec un écart de 32 m sur les deux côtés et disposés en quinconce, afin d'obtenir un écart de 16 m entre chaque plot. Cet écart garanti un niveau de visibilité suffisamment confortable même en cas d'absence de l'éclairage principale, compte tenu qu'il s'agit plutôt d'une signalétique active que d'un véritable éclairage.

De plus, la longueur des voussoirs de boisage de la galerie (1.60 m) justifie aussi l'écart des appareils LED: cette solution permet de réaliser les remontées des câbles, entre le cheminement des câbles en voûte et chaque plot, dans les coulisses prévues chaque 10 voussoirs, en obtenant une économie d'installation et un meilleur impact esthétique.

Le balisage lumineux sera alimenté par le réseau secouru (UPS) et sera toujours allumé. Le balisage lumineux pourra être géré par le système de GTC.



**Fig. 2 - Balisage lumineux - Coupe type**

## 2.2 Les entrées de la galerie

Les entrées devront disposer d'un nombre de luminaires adéquat dans le but de garantir un niveau d'éclairage équivalent à celui des endroits avec renfort. Les luminaires seront alimentés par le réseau secouru (UPS) local et seront toujours allumés.

L'éclairage des entrées pourra être géré soit par le système de GTC, soit localement par des interrupteurs manuels installés dans les tableaux électriques des ST correspondantes.

Les appareils d'éclairage seront installés en voûte et disposés comme indiqué dans le plan annexe 6145.2-P-229.

### **2.3 Abris et SAS correspondantes**

Les luminaires des abris et des SAS correspondants seront alimentés par le réseau secouru (UPS) et seront toujours allumés.

Les appareils d'éclairage seront fixés en voûte, selon la disposition indiquée dans le plan annexe 6145.2-P-231.

L'éclairage des abris et des SAS sera géré via le système de GTC et localement pour la manutention.

### **2.4 Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)**

Les luminaires de la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 seront alimentés par le réseau secouru (UPS) et seront toujours allumés, afin de garantir l'éclairage nécessaire à l'évacuation du laboratoire en cas d'urgence.

Les appareils d'éclairage seront installés en voûte, selon la disposition indiquée dans le plan annexe 6145.0-P-235.

L'éclairage de la galerie de liaison sera géré via le système de GTC et localement avec des temporisateurs.

### **2.5 Stations techniques (ST) et usines de ventilation E et F**

Les luminaires des locaux techniques de chaque ST et des usines de ventilation E et F seront alimentés par le réseau secouru (UPS) correspondant et commandés localement par des interrupteurs manuels.

En conditions normales, tous les luminaires seront éteints.

Les appareils d'éclairage seront installés en voûte selon la disposition indiquée dans le plan annexe 6145.0-P-232.

### **2.6 Conduit air vicié**

Les nouvelles usines de ventilation E et F de la galerie seront reliées au puits de l'air vicié des usines de ventilation B et C du tunnel par un conduit air vicié. Pour raisons de manutention et d'inspection, les caniveaux seront illuminés avec des



appareils d'éclairage que seront branchés au réseau d'alimentation normal et ils seront normalement éteint et géré localement avec des commandes manuels.

## 2.7 By-pass

Les appareils d'éclairage des by-pass verront alimentés du réseau de secours (UPS) qui provient des abris les plus proches et ils seront normalement éteint.

Les appareils d'éclairage seront installés en voûte, le long des entiers by-pass. Les plans 6145.2-P-233, 6145.2-P-234 et 6145.2-P-235 montrent la disposition typique des appareils d'éclairage dans les by-pass.

L'éclairage des by-pass sera géré par le système GTC et localement à travers des commandes manuels.

## 3 PRINCIPES CONSTRUCTIFS

### 3.1 Caractéristiques photométriques de l'éclairage

#### 3.1.1 *Caractéristiques photométriques de l'éclairage dans la galerie de sécurité*

Le document de référence pour le dimensionnement de l'éclairage est la Circulaire interministérielle n° 2000-63 du 25 août 2000.

Le dimensionnement sera réalisé en fonction d'une chaussée de goudron avec un coefficient d'éclairement  $C=0.13$  et des parois en béton brut non peint avec même coefficient d'éclairement.

Comme mentionné précédemment, les luminaires seront installés en voûte et disposés sur une file en suivant l'axe longitudinal de la galerie de sécurité.

Le rendement moyen des luminaires (coefficient qui tient compte du vieillissement des luminaires et des dépôts de poussière sur ceux-ci) sera de 0.8.

En cas d'incendie ou pendant les travaux d'entretien, l'éclairage ( $E_{moyen}$ ) sur la chaussée sera d'au moins 40 lux, tandis que l'éclairage de renfort prévu aux entrées de la galerie de secours, des abris, des by-pass et des ST sera d'au moins 70 lux.

Les valeurs de l'uniformité transversale ( $U_T$ ) et de l'uniformité longitudinale ( $U_L$ ) sur la chaussée seront  $U_T \geq 0.5$  et  $U_L \geq 0.6$ .

En cas de panne sur le réseau d'alimentation normal, la galerie de sécurité sera éclairée par le seul réseau secouru (UPS). En ce cas le niveau d'éclairage au niveau de la chaussée assurera un niveau de:

- $E_{\text{moyen}} \geq 10$  lux ;
- $E_{\text{minimum}} \geq 2$  lux.

### *3.1.2 Caractéristiques photométriques éclairage SAS aux têtes de la galerie*

L'éclairage des SAS de tête assurera un niveau  $E_{\text{moyen}} \geq 70$  lux.

### *3.1.3 Caractéristiques photométriques éclairage abris et SAS correspondantes*

L'éclairage des abris et des SAS correspondants assurera un niveau  $E_{\text{moyen}} \geq 150$  lux.

### *3.1.4 Caractéristiques photométriques de l'éclairage de la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)*

L'éclairage de la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 en correspondance de l'abri nr. 18 assurera un niveau  $E_{\text{moyen}} \geq 70$  lux.

### *3.1.5 Caractéristiques photométriques de l'éclairage des ST et usines de ventilation E et F*

L'éclairage des ST assurera un niveau  $E_{\text{moyen}} \geq 150$  lux dans chaque local technique.

### *3.1.6 Caractéristique photométrique des conduits air vicié*

Les appareils d'éclairage des caniveaux de liaison aux puits de l'air vicié, assureront une illumination suffisante pour garantir des travaux de manutention et d'inspection.

### 3.1.7 *Caractéristique photométrique des by-pass*

L'éclairage des by-pass assurera un niveau  $E_{\text{moyen}} \geq 60$  lux.

## 3.2 Implantation

### 3.2.1 *Galerie de sécurité*

La galerie de sécurité sera éclairée à partir d'appareils d'éclairage avec luminaires fluorescents 1x49W type T5, implantés à une hauteur d'environ 5.2 m de la chaussée le long de l'axe longitudinal de la galerie.

On prévoit environ 1'300 appareils pour les circuits alimentés par le réseau normal subdivisé en 2 circuit, environ 1'300 appareils pour les circuits alimentés du réseau secouru et environ 620 appareils pour les circuits de renfort (dont environ 66 de type 2x28W).

Les appareils d'éclairage seront espacés de 5 m l'un l'autre de façon à assurer un niveau d'éclairage d'environ 40/45 lux.

L'éclairage de renfort des abris, des by-pass, des entrées et des ST sera réalisé en réduisant la distance entre les luminaires à 2.5 m par l'installation d'appareils d'éclairage supplémentaires (renfort), de façon à ce que l'on garantisse un éclairage d'environ 70 lux.

En correspondance des chambres de montage et démontage TBM les 2 files supplémentaires d'appareils seront placées à la même hauteur que la file principale et espacées, sur les deux côtés, de 2.5 m.

Chaque file comptera 4 appareils d'éclairage alimentés de façon alternée par le réseau normal et secourue par des luminaires fluorescents 1x49W type T5 éloignés de 5 m l'un de l'autre, de façon à assurer un éclairage équivalent à environ 40/45 lux sur toute la surface de la chaussée.

Pour pouvoir garantir un éclairage d'environ 70 lux, chacune des deux files latérales sera équipée d'un éclairage de renfort par l'installation de 3 appareils supplémentaires en réduisant à 2.5 m l'écart entre les appareils (voir plan annexe 6145.2-P-325).

Selon les endroits, l'éclairage de renfort, sera défini comme il suit:

- ST: s'étendra sur une longueur d'environ 70 m, distribuée équitablement en amont et en aval en partant de l'axe de chaque ST;
- Abris: s'étendra sur une longueur d'environ 70 m, distribuée équitablement en amont et en aval en partant de l'axe de chaque abri;
- By-pass: s'étendra sur une longueur d'environ 70 m, distribuée équitablement en amont et en aval en partant de l'axe de chaque by-pass;
- Entrées: s'étendra sur une longueur de 50 m avant le SAS même.

### *3.2.2 Abris et SAS correspondants*

Chaque abri verra illuminé par 13 appareils d'éclairage par des luminaires fluorescents 1x49W type T5, installés en voûte à une hauteur d'environ 3.5 m du sol. Les appareils seront disposés sur 1 file en suivant l'axe longitudinal de l'abri et éloignés de 2.1 m l'un de l'autre.

Exception faite pour l'abri nr. 18 dont les appareils, en considération de sa longueur diminuée, seront de 8 unités (voir plan annexe 6145.2-P-235).

Chaque SAS sera éclairé par 2 appareils d'éclairage avec luminaires fluorescents 2x28W type T5, implanté en voûte à une hauteur d'environ 3.0 m du sol. L'appareil sera installé sur l'axe longitudinal des SAS.

La disposition des appareils est représentée dans le plan annexe 6145.2-P-231.

### *3.2.3 Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)*

Les deux rameaux qui constituent la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 seront globalement éclairés par 35 appareils avec lampes fluorescentes 1x28W type T5, installés en voûte à une hauteur d'environ 3.0 m de la chaussée.

Les appareils d'éclairage seront disposés en file, en suivant l'axe longitudinal de la galerie de liaison, espacés d'environ 2.5 m l'un de l'autre.

La disposition des appareils est représentée dans le plan annexe 6145.2-P-235.

### 3.2.4 Stations techniques et usines de ventilation E et F

La ST sera équipée de 29 appareils d'éclairage fluorescent 1x28W type T5, implantés en voûte, à une hauteur de 2.5÷3.2 m du sol.

Les appareils d'éclairage seront placés en file et éloignés de 2.0÷3.2 m l'un l'autre en fonction de la longueur de chaque local, selon les indications du plan annexe 6145.2-P-232.

La ST aura aussi 2 appareils d'éclairage fluorescent 2x28W type 5, pour l'illumination de la zone de l'ouverture pour le déplacement des dispositifs électriques. Avec trois appareils d'éclairage fluorescent 1x49W il sera éclairé la niche de retournement entre la ST et la galerie de sécurité.

Dans la salle ventilateurs et dans les locaux à côté des usines E et F il seront installée 9 appareils d'éclairage de 2x28W et 2 de 1x28W pour chaque usine. Par contre dans la niche de retournement il seront installée 21 appareils d'éclairage de 1x28W. L'installation est montrée dans le plan 6145.2-P-236.

### 3.2.5 Conduits air vicié

Les conduits de l'aire vicié seront illuminés avec 12 appareils d'éclairage fluorescent 1x28W type T5. Les appareils seront implantés en voûte, à une hauteur de ca. 5 m du sol.

Les luminaires dans les caniveaux seront placés en file, suivant l'axe longitudinal du caniveau et éloignés de 30 m l'un de l'autre.

### 3.2.6 By-pass

Dans les by-pass les appareils d'éclairage nécessaires seront:

- By-pass nr. 1 et 5: 11 appareils d'éclairage, 1x49W type T5;
- By-pass nr. 2 et 4: 13 appareils d'éclairage, 1x49W type T5;
- By-pass nr. 3: 30 appareils d'éclairage, 1x49W type T5.

Les appareils seront implantés à une hauteur de ca. 4.80 m du sol. Les luminaires seront placés en file, suivant l'axe longitudinal du by-pass et éloignés de ca. 3 m l'un de l'autre.

La disposition des appareils dans les by-pass est représentée dans les plans 6145.2-P-233, 6145.2-P-234 et plans 6145.2-P-235.

### *3.2.7 Station technique est côté France*

La station technique externe côté France sera équipé avec 3 appareil d'éclairage de 2x28W pou chacun des 4 locaux, alors que dans la cave des câbles sont prévues 8 appareils de 1x28W.

## **3.3 Distribution**

### *3.3.1 Galerie de sécurité - circuits normaux et secourus*

La distribution de l'alimentation des appareils d'éclairage de la galerie est subdivisée en 18 secteurs.

Chaque secteur est alimenté par une ST; de même, les ST sont alimentées en partie par le réseau EDF (ST impaires) et en partie par le réseau ENEL (ST paires).

Les secteurs alimentés par les ST impaires se succèdent le long de la galerie de façon alternée avec ceux alimentés par les ST paires.

Cette disposition assure une répartition équivalente des circuits d'éclairage sur les deux lignes EDF et ENEL.

En tout cas, en considération de la redondance des alimentations entre les réseaux EDF et ENEL, l'éclairage de la galerie est assurée aussi en cas de chute de tension sur un des deux réseaux.

Enfin il faut aussi noter que les secteurs terminaux aux extrémités de la galerie seront desservis par une seule alimentation entre les deux ST situées dans les nouvelles usines de ventilation de la galerie de sécurité.

Avec une bonne approximation on note que chaque secteur mesure en moyenne une longueur de 720 m, valeur qui a été prise comme référence pour le dimensionnement des sections des conducteurs.

La charge de chaque secteur, correspondant à environ 8 kW, est partagée équitablement entre le réseau normal et le réseau secouru (UPS).

Dans le but de donner plus de flexibilité et sécurité à l'installation, le réseau d'alimentation normal est constitué par 2 circuits chargés équitablement, tandis que le réseau secouru n'est constitué que d'un seul circuit.

Chacun des 3 circuits est constitué par une dorsale triphasée qui s'étend sur toute la longueur du secteur avec dérivation monophasée en correspondance de chaque appareil d'éclairage.

Les appareils d'éclairage de la galerie de sécurité sont alimentés de façon alternée par le réseau normal et par le réseau secouru (UPS).

La représentation schématique unifilaire est illustrée aux figures 3 et 4.

### *3.3.2 Galerie de sécurité - Circuits de renfort*

En considération de la longueur modeste des zones de renfort (70 m pour les ST et comme pour les abris), l'alimentation des appareils d'éclairage pour chacune d'entre elles se fera par circuit monophasé depuis le tableau électrique de zone. Les renforts en correspondance des abris seront alimentés par les tableaux électriques installés dans les abris mêmes, et également reliés au réseau secouru (UPS) de la propre ST ou la plus proche. Les by-pass seront branchés au réseau secouru (UPS) de l'abri plus proche. Pour ce qui concerne les renforts en correspondance des ST, l'alimentation sera dérivée depuis le réseau normal et la distribution arrivera depuis les tableaux électriques installés en chaque ST.

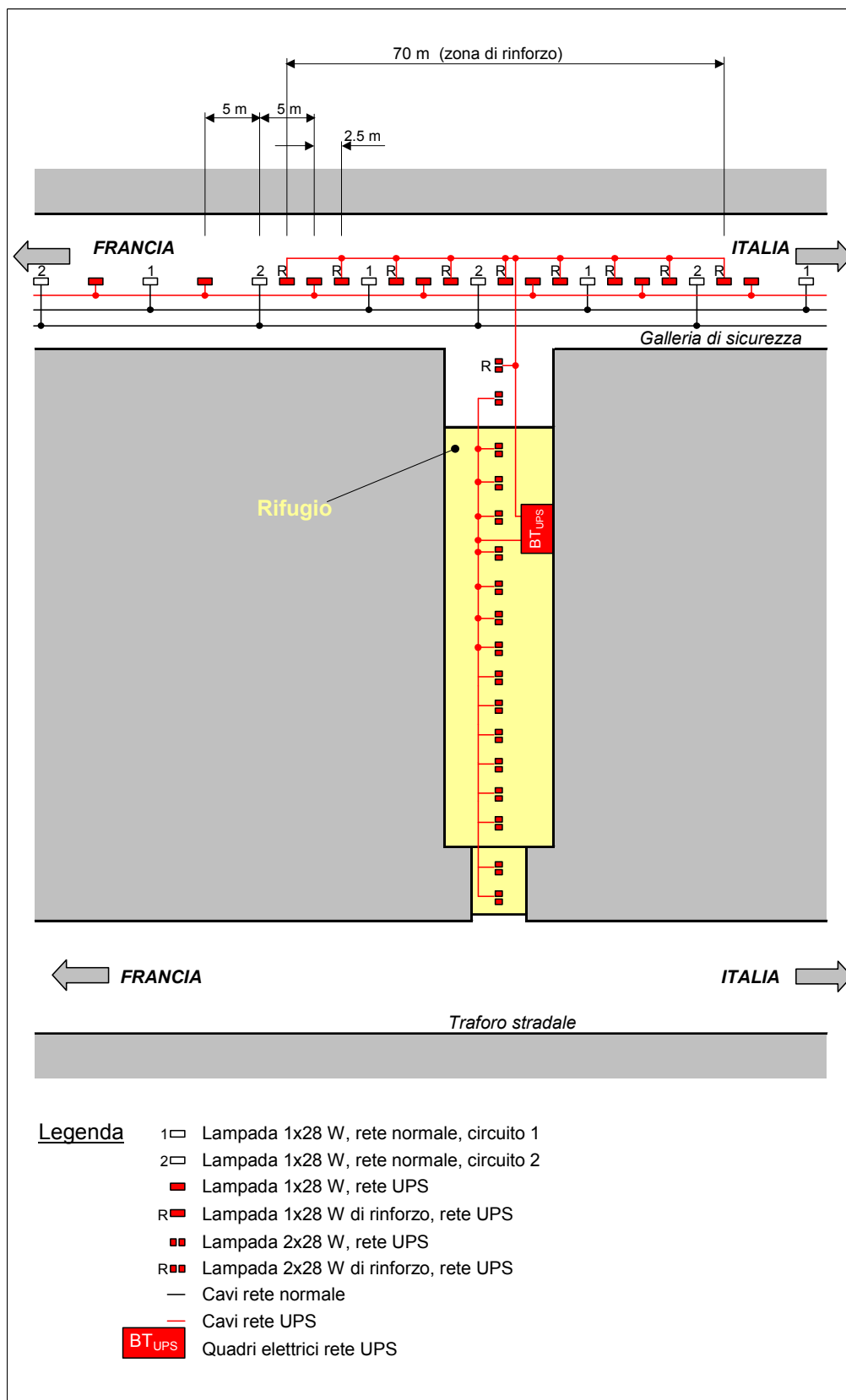


Figure 4 - Distribution type du circuit de renfort alimenté par les abris



### *3.3.3 Galerie de sécurité - Balisage lumineux*

De la même façon que pour les appareils d'éclairage décrits au paragraphe 3.3.1, la distribution de l'alimentation aux plots du balisage lumineux est subdivisée aussi en 18 secteurs, en gardant les mêmes critères de répartition de l'alimentation du réseau EDF et du réseau ENEL.

Dans chaque secteur il est prévu un circuit alimenté par le réseau secouru (UPS), pour une charge d'environ 0.14 kW, constitué par une dorsale monophasée qui s'étend sur toute la longueur du secteur, installée dans le chemin de câbles de la galerie.

En correspondance de chaque plot, la dorsale entre et sort dans la boîte d'alimentation installée dans le chemin de câbles, depuis laquelle sera effectuée la dérivation au plot, en descendant avec le câble fixé dans la coulisse prédisposée entre les deux voussoirs de boisage.

### *3.3.4 Distribution dans les abris et SAS correspondants*

Les appareils d'éclairage des abris et des SAS correspondants sont alimentés par le réseau secouru (UPS).

La distribution se fait par un circuit monophasé commun aux deux pièces (abri + SAS) depuis le tableau électrique installé sur place.

- La charge totale installée dans un bloc type composé par un abri et son SAS correspond à environ 0.84 kW, exceptions faites pour le bloc nr. 18 (abri 18+ SAS 18) qui dissipe une puissance d'environ 0.56 kW, à cause de la longueur diminuée de l'abri.

### *3.3.5 Distribution dans la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)*

Les appareils d'éclairage de la galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 sont alimentés par le réseau secouru (UPS), en dérivation du tableau électrique installé dans l'abri nr. 18.

La distribution est réalisée par un circuit monophasé en commun pour les deux rameaux qui constituent la galerie de liaison.

La charge globale installée correspond à environ 0.98 kW.

### *3.3.6 Distribution dans les ST et usines de ventilation E et F*

L'alimentation des appareils d'éclairage des ST et usines de ventilation E et F est garantie par le réseau secouru (UPS).

Claque local de la ST est équipé de son propre circuit lumière, séparé de ceux des autres locaux afin de gérer de façon indépendante l'allumage et l'extinction des appareils d'éclairage par interrupteurs manuels installés en proximité des portes d'accès.

La charge installée dans chaque ST en galerie, c'est-à-dire depuis la ST 03 jusqu'à la ST 18 est d'environ 1.13 kW.

### *3.3.7 Distribution dans les conduits de l'air vicié*

Les appareils d'éclairage des conduits de l'air vicié seront alimenté par le réseau normal, en dérivation du tableau électrique TGBT installé dans l'ST de l'usine de ventilation.

La distribution est réalisée par un circuit triphasé avec un charge globale installée correspond à environ 0.34 kW.

### *3.3.8 Distribution dans les by-pass*

L'alimentation des appareils d'éclairage des by-pass est garantie par le réseau secouru (UPS), en dérivation du tableau électrique installée dans l'abri le plus proche. Les circuits seront monophasé avec les charges suivantes:

- By-pass nr. 1 et 5: environ 0.54 kW chacun;
- By-pass nr. 2 et 4: environ 0.67 kW chacun;
- By-pass nr. 3: environ 1.5kW.

### 3.4 Dimensionnement

Le dimensionnement des câbles électriques a été exécuté en considérant un facteur de puissance  $\cos\varphi=0.90$  et une chute de tension  $\Delta U$  à terminaison de la ligne plus petite que 5%.

Les calculs ont permis de constater que l'illumination par secteurs de la galerie de sécurité avec des circuit triphasés, nécessite deux sections. Le circuit se secouru (UPS) devra alimenter un nombre majeur d'appareil d'éclairage, pour cette raison le câble aura une section de  $10 \text{ mm}^2$ . Pour les autre deux circuits le câble prévue aura une section de  $6 \text{ mm}^2$ .

L'illumination des caniveaux de liaison aux puits de l'air vicié aura un circuit triphasé avec une section de  $2.5 \text{ mm}^2$ .

### 3.5 Tracé des câbles

#### 3.5.1 Galerie de sécurité

Les câbles des circuits d'éclairage de la galerie de sécurité (circuits normaux, circuits secourus et circuits de renfort) auront leur origine depuis les tableaux électriques installés dans les ST et dans les abris. Le cheminement des câbles est d'abord prévu dans les caniveaux et multitubulaires installés sous le sol des locaux techniques, pour remonter ensuite au chemin de câbles prévu le long de la galerie dans les baies de manoeuvre.

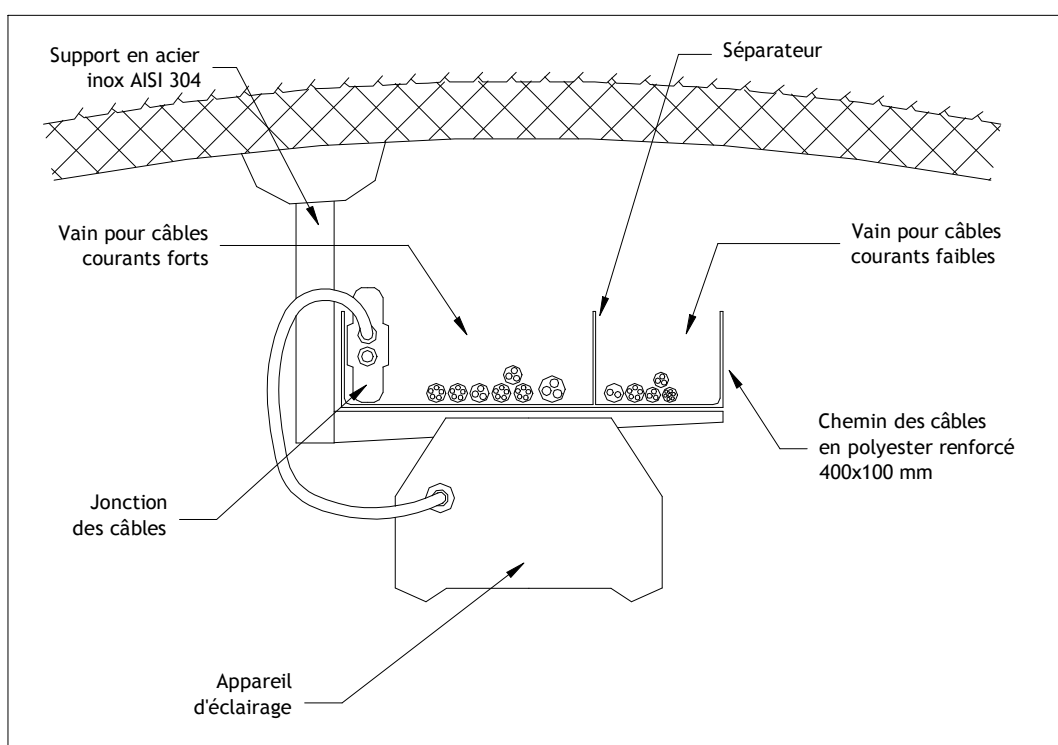
Le chemin de câbles le long de la galerie aura pour dimension  $400 \times 100 \text{ mm}$ , il sera en polyester renforcé, et sera équipé d'une cloison séparatrice dont le but sera la subdivision entre les circuits d'éclairage et les câbles d'alimentation des petits signaux et des autres équipements. Le chemin de câbles sera installé en voûte par des étriers de support en acier inox, avec un écart de 2.5 m.

Le chemin de câbles proposé garantit une capacité maximale de charge répartie de  $700 \text{ N/m}$ . Compte tenu que la charge totale donnée par le poids des câbles électriques, des appareils d'éclairage et du chemin de câbles même est calculée pour un maximum de  $250 \text{ N/m}$ , le dimensionnement du chemin des câbles est justifié.

De plus, l'écart de 2.5 m entre les supports assure une flèche équivalente inférieure à 7 mm.

A la figure 8 est représenté un détail type du chemin de câbles avec indication de la dérivation à l'appareil d'éclairage depuis le circuit principal.

Pour ce qui concerne les 2 files d'appareils supplémentaires installées sur les côtés de l'élargissement de la galerie en correspondance de l'abri nr. 18, sont prévus 2 chemin de câbles en polyester renforcé ayant pour dimensions 200x100 mm.



**Figure 8** - Detail type chemin des câbles et appareil d'éclairage dans la galerie

### 3.5.2 Abris et SAS correspondants

Dans les abris le cheminement des câbles qui partent du tableau électrique installé sur place, est prévu dans un chemin de câbles en voûte ayant pour dimensions 200x100 mm, tandis que dans les SAS correspondants les câbles seront installés dans un tuyau en acier inox ayant un diamètre de 32 mm, fixé en voûte.

### 3.5.3 *Galerie de liaison au laboratoire souterrain IN2P3 (abri nr. 18)*

Depuis la galerie de sécurité jusqu'au laboratoire souterrain IN2P3 le cheminement des câbles qui partent du tableau électrique installé dans l'abri nr. 18, est prévu dans un chemin des câbles en polyester renforcé installé en voûte, ayant pour dimensions 200x100 mm.

### 3.5.4 *Stations techniques (ST) et usines de ventilation E et F*

Dans les locaux techniques des ST le cheminement des câbles est prévu dans des tubes de 32 mm, et ils partent depuis les respectifs tableaux électriques.

### 3.5.5 *Conduits de l'air vicié*

Les câbles pour l'alimenter les appareils d'illumination installées dans les caniveaux de liaison aux puits de l'air vicié, seront mis dans des tubes de diamètre 32 mm fixé aux murs ou en voûte.

### 3.5.6 *By-pass*

Depuis les armoires dans les abris jusqu'aux by-pass les tracés des câbles est décrite aux § 3.5.1 et 3.5.2. Dans le by-pass les câbles seront mis dans un chemin des câbles de 200x100 mm.

## **4 INTERFACES AVEC LES AUTRES EQUIPEMENTS**

### **4.1 Interfaces terrain**

L'installation d'éclairage est interfacée au niveau terrain avec les tableaux de basse tension dans les stations techniques et dans les abris, par lesquelles on fournit l'alimentation aux appareils d'éclairage.

## **4.2 Interfaces à niveau supérieur**

L'installation d'éclairage est interfacée avec le système de Gestion Technique Centralisée (GTC) qui devra gérer l'allumage des secteurs de la galerie selon les exigences requises par le Personnel de secours et de l'entretien.

## **5 LIMITE DE FOURNITURE ET D'INTERVENTION**

### **5.1 Limites de la fourniture**

Sont exclus de la fourniture, les tableaux électriques d'alimentation et protection de l'équipement d'éclairage, décrits dans la relation 6145.0-R-46a "Note technique énergie".

### **5.2 Limitation d'intervention**

La limite d'intervention concernant l'équipement d'éclairage prendra fin aux bornes des tableaux d'alimentation BT, des ST et des abris.

## **6 CALENDRIER DE REALISATION PREVISIBLE**

### **6.1 Général**

Le délai pour les installations est prévu de 14 mois à partir de la fin des travaux de génie civil prévues dans la deuxième partie du 2011.

Le programme détaillé des travaux sera défini en phase exécutive en coordination avec la Maitrise d'Ouvrage et les Entreprises exécutrices des autres équipements.

Pour

Pour l'intégration et la mise en œuvre des neufs équipements de la galerie de sécurité et pour le transfert des équipements des PHT existants vers les neuves ST, il est nécessaire une coordination des singles phases pour éviter des interférences avec la gestion du tunnel.

### **6.2 Mise en service**

La mise en service de l'équipement sera effectuée à la fin de l'installation selon les modalités définies dans le cahier des charges dans un délai de 2 mois, à partir de l'échéance des 14 mois prévus pour les installations.

L'entrepreneur devra de plus collaborer à l'exécution des essais globaux de fonctionnement de l'ensemble des équipements de la galerie de sécurité et du tunnel qui se dérouleront pendant les 3 mois suivants à la mise en service.

La mise en exercice de la galerie de sécurité est prévue en 2013.