



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Ufficio federale delle strade USTRA

DIRETTIVA
IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

Edizione 2024 V1.14
ASTRA 13015

Colophon

Autori/Gruppo di lavoro

Joseph Cédric	USTRA N-SFS, presidenza
Berner Marcel	USTRA I-FU
Bregy Valentin	USTRA I-F2-EP
Dousse Francis	USTRA I-FU
Gammeter Christian	USTRA N-SSI
Morisoli Matteo	USTRA I-FU
Wyss Martin	USTRA I-B
Wenger Stefan	Cantone del Vallese
Borremans Yves	UT II, Cantone di Vaud
Chabloz Gregoire	BG Ingénieurs Conseils SA, Losanna
Lehmann Hans	METAS
Prébandier Georges	BG Ingénieurs Conseils SA, Losanna, elaborazione
Rigamonti Alfredo	Officine Rigamonti, Contone
Schneider Cyril	BG Ingénieurs Conseils SA, Losanna, elaborazione

Traduzione

Servizio linguistico USTRA, fa fede l'originale francese.

A cura di

Ufficio federale delle strade USTRA
Divisione Reti stradali N
Standard e sicurezza infrastrutture SSI
3003 Berna

Ordinazione

Il documento può essere scaricato gratuitamente dal sito www.ustr.admin.ch.

© USTRA 2024

Riproduzione consentita, salvo a fini commerciali, con citazione della fonte.

Prefazione

Gli impianti d'illuminazione delle strade nazionali assicurano le condizioni di visibilità necessarie per gli utenti.

L'illuminazione delle gallerie, in particolare, è fra i principali fattori di consumo energetico della rete stradale. A tale proposito e considerate le linee guida di politica energetica adottata in Svizzera, gli impianti devono soddisfare i vincoli di risparmio compatibilmente con le norme di sicurezza. L'illuminazione deve quindi essere progettata secondo gli standard di progettazione specificati in questa direttiva e deve essere controllata in modo da non superare le luminanze prescritte.

La presente direttiva illustra in sintesi i requisiti imposti dalle norme tecniche e fissa i criteri di uniformazione e dotazione standardizzata delle apparecchiature.

La direttiva stabilisce i criteri per le diverse categorie di strutture, che servono a standardizzare e definire i requisiti degli impianti di illuminazione, nonché gli standard da tenere in considerazione per le apparecchiature.

Ufficio federale delle strade

Jürg Röthlisberger
Direttore

Indice

	Colophon	2
	Prefazione	3
1	Introduzione	7
1.1	Scopo della direttiva	7
1.2	Campo di applicazione	7
1.3	Destinatari	7
1.4	Entrata in vigore e aggiornamenti	7
2	Finalità dell'illuminazione	8
3	Elementi e rispettive funzioni	10
3.1	Illuminazione di attraversamento	10
3.2	Illuminazione di adattamento	11
3.3	Illuminazione di emergenza in caso di incendio.....	11
3.4	Guida ottica luminosa	11
3.5	Illuminazione delle vie di fuga	11
3.6	Illuminazione stradale	12
3.7	Interventi di ottimizzazione passivi.....	12
4	Categorie d'opera, classi di equipaggiamento	13
4.1	Categorie d'opera.....	13
4.1.1	Criterio gruppo di oggetti	13
4.1.2	Criterio categoria di traffico	13
4.1.3	Criterio schema di carreggiata	14
4.1.4	Condizioni di esercizio della struttura	14
4.2	Classe di equipaggiamento.....	14
4.2.1	Criterio lunghezza dell'opera.....	14
4.2.2	Criterio visibilità dell'uscita	14
4.2.3	Criterio velocità < 80 km/h	15
4.2.4	Criterio code frequenti	15
4.3	Riepilogo	15
4.3.1	Categorie d'opera: galleria – traffico motorizzato – unidirezionale	16
4.3.2	Categorie d'opera: galleria – traffico motorizzato – bidirezionale	17
4.3.3	Categorie d'opera: galleria – traffico misto – uni e bidirezionale	18
5	Caratteristiche degli impianti d'illuminazione	19
5.1	Informazioni generali	19
5.1.1	Criteri per la scelta dell'impiantistica	19
5.1.2	Progettazione degli impianti	19
5.1.3	Dimensionamento degli impianti	19
5.2	Caratteristiche dell'illuminazione di attraversamento.....	20
5.2.1	Disposizione	20
5.2.2	Requisiti fotometrici	20
5.2.3	Alimentazione elettrica	20
5.2.4	Comando	20
5.3	Caratteristiche dell'illuminazione di attraversamento.....	21
5.3.1	Disposizione	21
5.3.2	Requisiti fotometrici	21
5.3.3	Alimentazione elettrica	22
5.3.4	Comando.....	23
5.4	Caratteristiche dell'illuminazione di emergenza in caso di incendio	24
5.4.1	Disposizione	24
5.4.2	Requisiti fotometrici	24

5.4.3	Alimentazione elettrica	24
5.4.4	Comando	25
5.5	Caratteristiche dell'impianto di guida ottica luminosa	26
5.5.1	Disposizione	26
5.5.2	Requisiti fotometrici	26
5.5.3	Alimentazione elettrica	26
5.5.4	Comando	26
5.6	Caratteristiche dell'illuminazione delle vie di fuga	28
5.6.1	Disposizione	28
5.6.2	Requisiti fotometrici	28
5.6.3	Alimentazione elettrica	28
5.6.4	Comando	28
5.7	Caratteristiche dell'illuminazione stradale	28
5.7.1	Disposizione	28
5.7.2	Requisiti fotometrici	28
5.7.3	Alimentazione elettrica	28
5.7.4	Comando	29
5.8	Interventi di ottimizzazione passivi	29
5.9	Alimentazione dei dispositivi di comando	29
6	Specifiche illuminotecniche	30
6.1	Informazioni generali	30
6.2	Illuminazione di attraversamento	30
6.3	Illuminazione di adattamento	30
6.4	Illuminazione di emergenza in caso di incendio	30
6.5	Dispositivo di guida ottica luminosa	30
6.6	Illuminazione delle vie di fuga	30
6.7	Illuminazione stradale	30
6.8	Sensori	31
6.8.1	Luminanzometro	31
6.9	Rilevamento del traffico e velocità consentita	31
6.9.1	Densità del traffico	31
6.9.2	Velocità consentita	31
7	Esercizio e manutenzione degli impianti	32
7.1	Riparazione e sostituzione	32
7.2	Monitoraggio	32
7.3	Ispezioni (pianificazione manutentiva)	32
	Glossario/Acronimi	33
	Riferimenti normativi e bibliografici	35
	Cronologia redazionale	37

1 Introduzione

1.1 Scopo della direttiva

La presente direttiva stabilisce le regole di progettazione, dimensionamento e gestione degli impianti d'illuminazione realizzati per le strade nazionali.

Essa definisce le tipologie di dotazioni previste, le caratteristiche fotometriche richieste, le modalità di illuminazione in condizioni normali e di emergenza nonché le modalità di alimentazione.

1.2 Campo di applicazione

La direttiva si applica alla realizzazione, manutenzione e gestione degli impianti d'illuminazione delle strade nazionali.

Non riguarda i lavori di manutenzione e i cantieri.

1.3 Destinatari

La direttiva si rivolge a tutti i soggetti e gli enti incaricati di svolgere attività di pianificazione, progettazione, realizzazione e gestione degli impianti d'illuminazione.

1.4 Entrata in vigore e aggiornamenti

La presente direttiva entra in vigore in data 1.2.2016. La cronologia redazionale è riportata a pagina 37.

2 Finalità dell'illuminazione

L'illuminazione assicura condizioni di visibilità sufficienti per garantire la sicurezza degli utenti, che a seconda delle circostanze possono essere:

- conducenti di veicolo a motore (utenti del traffico stradale)
- conducenti di veicolo non motorizzato (utenti del traffico stradale)
- pedoni che si spostano in uno spazio dedicato
- pedoni che si spostano lungo una via di fuga per mettersi in salvo.

Gli spazi di circolazione presentano caratteristiche di illuminazione differenti, a seconda della collocazione in galleria o su tratto a cielo aperto.

I vari elementi del sistema illuminante sono descritti nella figura 2.1.

Fig. 2.1 Elementi del sistema illuminante

N. AKS-CH ¹	Acronimo	Elemento	Definizione
202	DB	Illuminazione di attraversamento	Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata lungo tutta la galleria.
203	AB	Illuminazione di adattamento	Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata delle zone di ingresso e di transizione delle gallerie.
204	BN	Illuminazione di emergenza in caso di incendio	Impianto composto da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo le pareti che ospitano le uscite di emergenza. In assenza di queste ultime, le apparecchiature vengono installate su entrambi i lati della galleria.
205	OL	Guida ottica luminosa	Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo i bordi delle banchine, su ambedue i lati della carreggiata.
206	FWB	Illuminazione delle vie di fuga	Impianto costituito da sorgenti luminose installato nei collegamenti trasversali, nei cunicoli di sicurezza e nei cunicoli di fuga.
207	SB	Illuminazione stradale	Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi installato sui tratti a cielo aperto.
-	-	Interventi di ottimizzazione passivi	Provvedimenti aggiuntivi per migliorare le condizioni di visibilità nello spazio di circolazione e per potenziare le prestazioni degli impianti d'illuminazione.

Finalità degli impianti

- B1. Attenuare i fenomeni che ostacolano la visibilità all'ingresso in galleria.
- B2. Assicurare una visibilità sufficiente degli ostacoli.
- B3. Assicurare una visibilità sufficiente dello spazio di circolazione in condizioni di esercizio normale.
- B4. Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga in caso di emergenza
- B5. Assicurare le condizioni di visibilità necessarie per il funzionamento degli impianti di videosorveglianza e di rilevamento automatico di eventi incidentali in galleria.

¹ Cfr. Direttiva ASTRA 13013 "Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH)" [4].

Il contributo di ciascun elemento per le varie finalità degli impianti è illustrato nella figura 2.2. Le funzioni variano a seconda delle condizioni di esercizio (normale o in caso di evento incidentale).

Fig. 2.2 Finalità e funzioni dei vari elementi del sistema illuminante

Finalità	Funzione	Elemento						
		Illuminazione di attraversamento	Illuminazione di adattamento	Illuminazione di emergenza in caso di incendio	Guida ottica luminosa	Illuminazione delle vie di fuga	Illuminazione stradale	Interventi di ottimizzazione passivi
	Esercizio normale							
B1	Assicurare nelle zone di ingresso e di transizione di una galleria un livello di luminanza sufficiente e decrescente basato su quello della zona di accesso.		x					
B1	Attenuare i fenomeni che ostacolano la visibilità all'entrata della galleria per la scarsa luminosità intorno all'imbocco o nella zona di accesso.							x
B2	Permettere di riconoscere per tempo gli ostacoli che potrebbero trovarsi all'interno della galleria.	x						
B2	Riconoscere per tempo le zone di conflitto.						x	x
B3	Assicurare una visibilità sufficiente dello spazio di circolazione in galleria.	x						
B3	Assicurare una visibilità sufficiente all'interno di una galleria in modo tale da riconoscere il tracciato e il limite di carreggiata.				x			
B3	Assicurare una visibilità sufficiente nelle zone di interazione fra pedoni e conducenti.						x	
B3	Migliorare la visibilità all'interno della galleria riducendo il consumo energetico degli impianti d'illuminazione.							x
B5	Assicurare le condizioni di visibilità necessarie per il funzionamento degli impianti di videosorveglianza e di rilevamento automatico degli eventi incidentali all'interno della galleria.	x						
	Esercizio in caso di evento incidentale							
B4	Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga nello spazio di circolazione.	x		x				
B4	Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga al di fuori dello spazio di circolazione (collegamento trasversale, illuminazione delle vie di fuga, cunicolo di sicurezza).					x		
B4	Migliorare la visibilità delle vie di fuga nello spazio di circolazione.							x
B5	Assicurare le condizioni di visibilità necessarie per il funzionamento degli impianti di videosorveglianza e di rilevamento automatico degli eventi incidentali all'interno della galleria.	x						

3 Elementi e rispettive funzioni

Il sistema di illuminazione stradale comprende diversi impianti con funzioni specifiche. I singoli elementi sono illustrati in modo schematico nella figura 3.1.

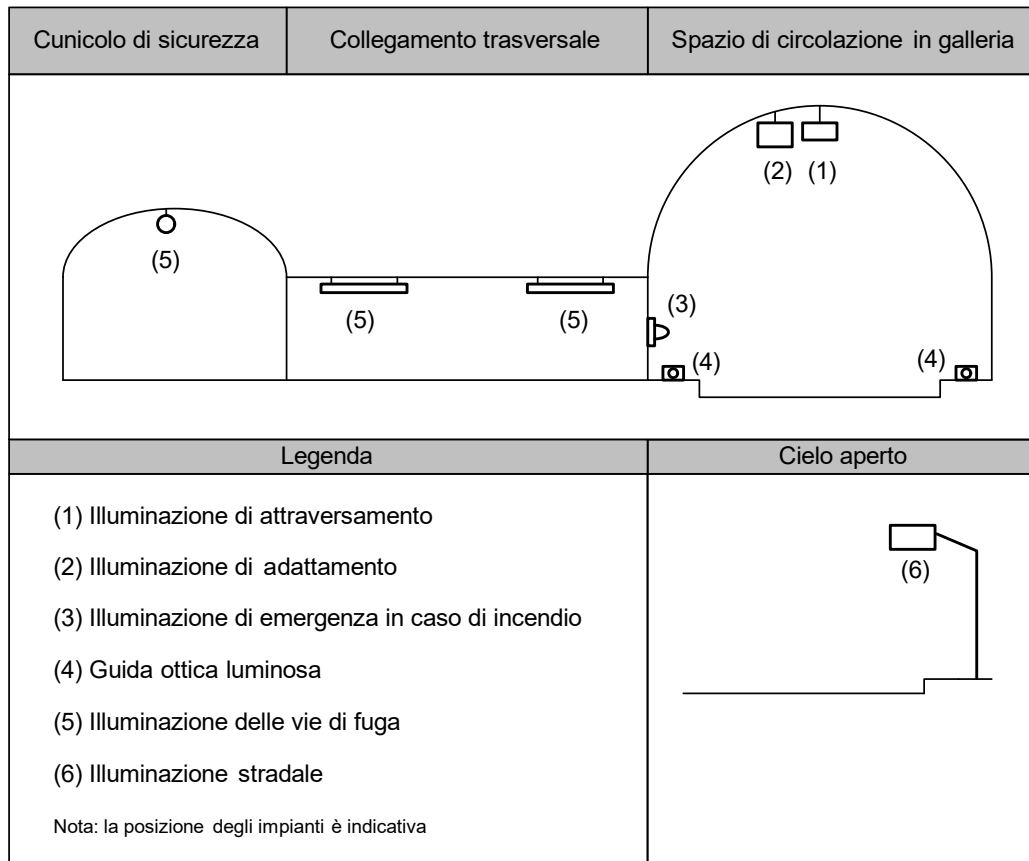


Fig. 3.1 Elementi del sistema illuminante.

3.1 Illuminazione di attraversamento

Definizione

Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata lungo tutta la galleria.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Assicurare una visibilità sufficiente dello spazio di circolazione in galleria.
- Permettere di riconoscere per tempo gli ostacoli che potrebbero trovarsi all'interno della galleria.
- Assicurare le condizioni di visibilità necessarie per il funzionamento degli impianti di videosorveglianza e di rilevamento automatico degli eventi incidentali all'interno della galleria.

Funzione in caso di evento incidentale

- Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga nello spazio di circolazione.
- Assicurare le condizioni di visibilità necessarie per il funzionamento degli impianti di videosorveglianza e di rilevamento automatico degli eventi incidentali all'interno della galleria.

3.2 Illuminazione di adattamento

Definizione

Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata delle zone di ingresso e di transizione delle gallerie.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Assicurare nelle zone di ingresso e di transizione di una galleria un livello di luminosità sufficiente e decrescente basato su quello presente nella zona di accesso.
- Attenuare le discontinuità di adattamento spaziale e temporale permette di evitare brusche reazioni dei conducenti.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Nessuna.

3.3 Illuminazione di emergenza in caso di incendio

Definizione

Impianto composto da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo le pareti che ospitano le uscite di emergenza. In assenza di queste ultime, le apparecchiature vengono installate su entrambi i lati della galleria.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Nessuna.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga nello spazio di circolazione.

3.4 Guida ottica luminosa

Definizione

Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo i bordi delle banchine, su ambedue i lati della carreggiata. Se non è prevista alcuna banchina, le apparecchiature vengono disposte lungo la parte bassa del piedritto.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Assicurare una visibilità sufficiente all'interno di una galleria in modo tale da riconoscere il tracciato e il limite di carreggiata.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga nello spazio di circolazione.

3.5 Illuminazione delle vie di fuga

Definizione

Impianto costituito da sorgenti luminose installato nei collegamenti trasversali, nei cunicoli di sicurezza e nei cunicoli di fuga.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- La prima luce dietro la porta dell'uscita di emergenza è sempre accesa.
- Le altre luci del tunnel di sicurezza sono spente.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Assicurare una visibilità sufficiente della via di fuga al di fuori dello spazio di circolazione (collegamento trasversale, illuminazione delle vie di fuga, cunicolo di sicurezza).
- Quando si apre la porta dell'uscita di emergenza, si accende l'illuminazione del tunnel di sicurezza.

3.6 Illuminazione stradale

Definizione

Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi installato sui tratti a cielo aperto.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Assicurare una visibilità sufficiente nelle zone di interazione fra pedoni e conducenti.
- Riconoscere per tempo le zone di conflitto.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Nessuna.

3.7 Interventi di ottimizzazione passivi

Definizione

Provvedimenti aggiuntivi per migliorare le condizioni di visibilità nello spazio di circolazione e per potenziare le prestazioni degli impianti d'illuminazione.

Funzione in condizioni di esercizio normale

- Attenuare i fenomeni che ostacolano la visibilità all'entrata della galleria per la scarsa luminosità intorno all'imbocco o nella zona di accesso.
- Migliorare la visibilità all'interno della galleria riducendo il consumo energetico degli impianti d'illuminazione.

Funzione Esercizio in caso di evento incidentale

- Migliorare la visibilità delle vie di fuga nello spazio di circolazione.

4 Categorie d'opera, classi di equipaggiamento

La categoria dell'opera serve a determinare la classe di equipaggiamento dell'impianto d'illuminazione necessaria per la struttura in questione.

4.1 Categorie d'opera

Le categorie d'opera vanno determinate in base ai seguenti criteri:

- gruppo di oggetti (elementi di inventario infrastrutturale)
- categoria di traffico
- schema di carreggiata

4.1.1 Criterio gruppo di oggetti

Fig. 4.1 I due gruppi di oggetti da considerare per l'illuminazione sotterranea

gruppo di oggetti ²	tipo di oggetti ²
galleria sotterranea	galleria naturale galleria artificiale
semigalleria	semigalleria

Galleria sotterranea

Dal punto di vista dell'illuminazione è una struttura completamente chiusa, illuminata solo artificialmente.

Semigalleria

Una semigalleria la cui superficie di apertura verso l'esterno sia inferiore a 1 m² per corsia e metro lineare equivale, dal punto di vista dell'illuminazione, a un'opera in sotterraneo (galleria naturale o artificiale). In caso contrario viene considerata una semigalleria a tutti gli effetti.

Dal punto di vista dell'illuminazione è una struttura parzialmente chiusa, in parte illuminata con luce naturale di giorno. L'illuminazione di adattamento secondo lo standard non è necessaria. Un'illuminazione di adattamento ridotta o un potenziamento dell'illuminazione di attraversamento sono necessari solo se la luce diurna disponibile non è sufficiente. In questo caso, è necessario installare solo l'intensità luminosa mancante.

L'illuminazione di attraversamento durante il giorno può essere completamente eliminata.

Opere in sequenza

Nel caso di gallerie che si susseguono a breve distanza l'analisi deve puntare alla coerenza e uniformità tecnico-funzionale delle dotazioni impiantistiche presenti nelle singole strutture.

Nella seconda galleria adiacente, si può rinunciare all'illuminazione di adattamento a seconda della lunghezza della galleria e dell'incidenza della luce diurna.

4.1.2 Criterio categoria di traffico

Si distinguono due categorie di traffico:

- motorizzato (solo veicoli motorizzati)
- misto (veicoli motorizzati e mobilità lenta)

² Cfr. Direttiva ASTRA 1B001 "Inventarobjekte" [6].

4.1.3 Criterio schema di carreggiata

Per il traffico motorizzato si distinguono due schemi di carreggiata:

- unidirezionale (o monodirezionale)
- bidirezionale

In termini temporali si prevedono tre modalità:

- unidirezionale permanente
- bidirezionale temporaneo
- bidirezionale permanente

4.1.4 Condizioni di esercizio della struttura

La viabilità è da considerarsi in funzione delle condizioni operative della struttura:

- Esercizio normale
- Esercizio in caso di evento incidentale

4.2 Classe di equipaggiamento

Una classe di equipaggiamento è una combinazione fra diversi elementi del sistema illuminante descritti al capitolo 3.

Ciascuna categoria d'opera è suddivisa in base ai quattro criteri definiti di seguito:

- lunghezza dell'opera
- visibilità dell'uscita
- velocità < 80 km/h
- code frequenti

Questi criteri indicano le caratteristiche di una galleria e determinano la scelta della tipologia impiantistica.

4.2.1 Criterio lunghezza dell'opera

Fa fede la lunghezza totale della struttura.

Per le gallerie dotate di imbocco a taglio obliquo, la lunghezza dell'opera è misurata a partire dal punto in cui tutte le corsie sono interamente coperte.

Quando la lunghezza risulta inferiore a 25 m rispetto al limite fra due categorie di lunghezza, la classe di equipaggiamento si determina per entrambe le categorie. Se il risultato comporta una modifica della classe di equipaggiamento, occorre giustificare quest'ultima.

4.2.2 Criterio visibilità dell'uscita

Il discrimine è fra visibilità o assenza di visibilità.

L'uscita è considerata visibile se interamente percepibile a una distanza pari a quella di arresto dall'entrata della struttura come illustrato nella figura 4.2.

Invece è considerata non visibile se dalla suddetta stessa posizione è solo parzialmente visibile o interamente fuori dal campo visivo.

I valori indicativi delle distanze di arresto da calcolare in funzione del tipo di strada, della pendenza longitudinale e della velocità di progetto sono specificati nella norma SN 640551-1 [8].

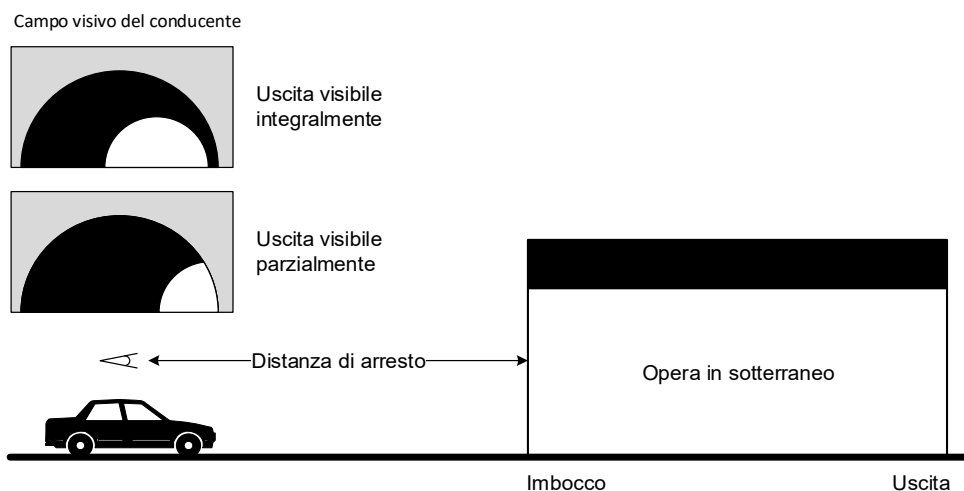


Fig. 4.2 Criterio visibilità dell'uscita.

4.2.3 Criterio velocità < 80 km/h

La velocità ammessa all'interno della struttura è di < 80 km/h o ≥ 80 km/h.

4.2.4 Criterio code frequenti

Sono considerate frequenti le code all'interno della struttura se si verificano ogni giorno o più volte a settimana.

4.3 Riepilogo

Qui di seguito sono illustrate le 5 categorie d'opera da considerare ai fini dell'illuminazione sotterranea.

Fig. 4.3 Le 5 categorie d'opera da considerare per l'illuminazione sotterranea

Categorie d'opera			Classe di equipaggiamento Osservazioni
Gruppo di oggetti	Categoria di traffico	Carreggiata	
Galleria sotterr.	Traffico motorizzato	unidirezionale	cfr. 4.3.1
Galleria sotterr.	Traffico motorizzato	bidirezionale	cfr. 4.3.2
Galleria sotterr.	Traffico misto	uni e bidirezionale	cfr. 4.3.3
Gruppo di oggetti	Superficie d'apertura verso l'esterno		
Semigalleria	< 1 m ² per corsia e per metro lineare		è considerata galleria sotterranea
Semigalleria	> 1 m ² per corsia e per metro lineare		studio specifico

Le caratteristiche delle classi di equipaggiamento sono definite per ciascuna struttura negli schemi seguenti.

4.3.1 Categorie d'opera: galleria – traffico motorizzato – unidirezionale

Fig. 4.4 Categorie d'opera «galleria – traffico motorizzato - unidirezionale»: suddivisione delle gallerie e attribuzione della classe di equipaggiamento

Lunghezza opera [m]	Visibilità uscita	Velocità < 80 km/h	Code frequenti	Classe di equipaggiamento
< 100	-	-	-	11
	sì	-	-	12
100-149	no	sì	-	12
		no	no	12
150-199	-	-	sì	13
			no	14
200-299	-	-	sì	15
			-	16
≥ 300	-	-	-	16

Fig. 4.5 Categorie d'opera «galleria – traffico motorizzato – unidirezionale»: caratteristiche delle classi di equipaggiamento

Elementi del sistema illuminante	Classe di equipaggiamento					
	11	12	13	14	15	16
Illuminazione di adattamento	-	-	-	-	x ¹	x
Illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia ¹	-	-	-	x ²	x ²	x ²
Illuminazione di adattamento ridotta o illuminazione di attraversamento potenziata	-	-	x	x	-	-
Illuminazione di attraversamento diurna e notturna	-	-	-	x	x	x
Illuminazione di attraversamento diurna	-	x	x	-	-	-
Guida ottica luminosa	-	x	x	x	x	x
Illuminazione di emergenza in caso di incendio	-	-	-	-	-	x
	-	-	-	-	-	x

Legenda

x dotazione necessaria

- dotazione non necessaria

1. Verificare la dotazione con proiettori in funzione della lunghezza della galleria di 200-299 metri.

2. L'illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia è simile a quella standard se la modalità bidirezionale è attiva di giorno con una frequenza superiore a 20 giorni all'anno.

4.3.2 Categorie d'opera: galleria – traffico motorizzato – bidirezionale

Fig. 4.6 Categorie d'opera «galleria – traffico motorizzato – bidirezionale»: suddivisione delle gallerie e attribuzione della classe di equipaggiamento

Lunghezza opera [m]	Visibilità uscita	Velocità < 80 km/h	Code frequenti	Classe di equipaggiamento
< 100	-	-	-	21
	sì	-	-	22
100-149	-	sì	-	22
		no	no	22
	no	no	sì	23
		-	-	-
150-199	-	-	-	23
200-299	-	-	no	24
			sì	25
≥ 300	-	-	-	26

Fig. 4.7 Categorie d'opera «galleria – traffico motorizzato – bidirezionale»: caratteristiche delle classi di equipaggiamento

Elementi del sistema illuminante	Classe di equipaggiamento					
	21	22	23	24	25	26
Illuminazione di adattamento	-	-	-	-	x ¹	x
Illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia	-	-	-	-	-	-
Illuminazione di adattamento ridotta o illuminazione di attraversamento potenziata	-	-	x	x	-	-
Illuminazione di attraversamento diurna e notturna	-	-	-	x	x	x
Illuminazione di attraversamento diurna	-	x	x	-	-	-
Guida ottica luminosa	-	x	x	x	x	x
Illuminazione di emergenza in caso di incendio	-	-	-	-	-	x
	-	-	-	-	-	x

Legenda

x dotazione necessaria

- dotazione non necessaria

1. Verificare la dotazione con proiettori in funzione della lunghezza della galleria di 200-299 metri.

4.3.3 Categorie d'opera: galleria – traffico misto – uni e bidirezionale

Fig. 4.8 Categorie d'opera «galleria – traffico misto – uni e bidirezionale»: suddivisione delle gallerie e attribuzione della classe di equipaggiamento

Lunghezza opera [m]	Visibilità uscita	Classe di equipaggiamento
< 25	-	31
25-149	si	32
	no	33
150-199	-	33
200-299	-	34
≥ 300	-	35

Fig. 4.9 Categorie d'opera «galleria – traffico misto – uni e bidirezionale»: caratteristiche delle classi di equipaggiamento

Elementi del sistema illuminante	Classe di equipaggiamento				
	31	32	33	34	35
Illuminazione di adattamento	-	-	-	x ¹	x
Illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia ¹ .	-	-	-	x ²	x ²
Illuminazione di adattamento ridotta o illuminazione di attraversamento potenziata	-	-	x	-	-
Illuminazione di attraversamento diurna e notturna	-	x	x	x	x
Guida ottica luminosa	-	-	x	x	x
Illuminazione di emergenza in caso di incendio	-	-	-	-	x
	-	-	-	-	x

Legenda

x dotazione necessaria

- dotazione non necessaria

1. Verificare la dotazione con proiettori in funzione della lunghezza della galleria di 200-299 metri.

2. L'illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia è simile a quella standard se la modalità bidirezionale è attiva di giorno con una frequenza superiore a 20 giorni l'anno.

5 Caratteristiche degli impianti d'illuminazione

5.1 Informazioni generali

5.1.1 Criteri per la scelta dell'impiantistica

I criteri per la scelta delle apparecchiature, in particolare i corpi illuminanti, vengono definiti in base a un'analisi tecnico-economica condotta sull'arco di 15 anni.

Tale studio deve tenere conto di quanto segue:

- potenza installata
- tipi di proiettori disponibili sul mercato
- caratteristiche fotometriche dei proiettori
- standardizzazione dei componenti dei proiettori
- tipologia di comando dell'impianto
- consumo di energia
- durata di vita
- investimento iniziale
- costi di esercizio
- costi di manutenzione
- costi di gestione del traffico per la manutenzione

5.1.2 Progettazione degli impianti

L'installazione (montaggio e disposizione) deve essere progettata in modo da ridurre al minimo le operazioni di manutenzione e ricambio delle apparecchiature nello spazio di circolazione onde limitare i disagi alla viabilità.

A tal fine occorre realizzare impianti modulari dotati di separazione funzionale e materiale per singola canna e singolo impianto.

5.1.3 Dimensionamento degli impianti

Determinazione della classe di galleria (in base a [7])

- Per determinare la classe di galleria occorre basarsi sulle previsioni del traffico effettuate dall'USTRA per l'insieme della rete.

Luminanza

- L'uniformità longitudinale deve essere garantita per tutte le categorie d'opera.

Fattore di invecchiamento

- Per il fattore di invecchiamento devono essere utilizzati i dati del produttore. Se presente, per la compensazione dell'invecchiamento dei corpi illuminanti (CLO) deve essere utilizzato il valore 1.

Fattore di esercizio (fattore di sporcizia)

- Il fattore di esercizio massimo da utilizzare è il valore di degrado massimo di 0.85.

Fattore di manutenzione

- Il fattore di manutenzione è il prodotto del fattore di invecchiamento e del fattore di esercizio il cui valore deve essere utilizzato per il dimensionamento dell'illuminazione.

5.2 Caratteristiche dell'illuminazione di attraversamento

5.2.1 Disposizione

I proiettori devono essere posizionati in modo da illuminare la carreggiata sull'intera larghezza (corsie di marcia, corsia di emergenza, banchine) e le pareti laterali fino a un'altezza di 2 m, limite oltre il quale non è richiesta una illuminazione, salvo vincoli particolari. Occorre evitare per quanto possibile l'abbagliamento degli utenti, in particolar modo nelle curve. Quando si posizionano i proiettori, si deve tener conto dell'abbagliamento e dei requisiti di esercizio (p. es. la possibilità di accesso con la chiusura di una corsia).

L'illuminazione di attraversamento va installata su tutta la lunghezza della galleria.

5.2.2 Requisiti fotometrici

L'illuminazione di attraversamento deve soddisfare i requisiti fotometrici definiti nella norma SN 640551-1 [7] (zona centrale). Il dimensionamento dell'illuminazione di attraversamento viene effettuato con la velocità massima consentita e il regime di traffico massimo utilizzando la classe della galleria (da 1 a 6).

Le zone centrali, con le pareti laterali molto chiare, di aspetto uniforme e la cui luminanza è pari ad almeno 1,5 volte quella della carreggiata, possono essere gestite con valori inferiori del 30% rispetto a quelli richiesti dalla norma SN 640551-1 [7].

Nelle gallerie che presentano ostacoli o zone di conflitto i livelli possono essere aumentati (di regola del 30%).

L'illuminazione di attraversamento diurna deve essere progettata e dimensionata in base alle disposizioni della norma SN 640551-1 [7].

I metodi di misurazione e valutazione dei requisiti di qualità sono descritti nella norma SN 640551-3 [9].

5.2.3 Alimentazione elettrica

I corpi illuminanti collegati alla rete di emergenza costituiscono l'illuminazione di emergenza, il cui livello di luminosità corrisponde ad almeno il 10% dell'illuminazione installata. Per le strutture di lunghezza inferiore ai 600 m, i proiettori possono essere collegati alla rete ordinaria.

5.2.4 Comando

L'illuminazione di attraversamento ha fondamentalmente le seguenti modalità operative, con diversi livelli di luminosità di giorno e di notte, che tengono conto della «riclassificazione»:

- 1) spento
- 2) illuminazione di emergenza (minima)
- 3) notte con 2 livelli di luminosità secondo la riclassificazione
- 4) giorno con 3 livelli di luminosità in base alla riclassificazione e alla velocità massima possibile (commutazione automatica e manuale)
- 5) illuminazione in caso di evento incidentale (massima).

Inoltre, il fattore di invecchiamento e di funzionamento (sporcizia) deve essere previsto nel sistema di controllo, ad esempio mediante una semplice commutazione/programmazione da parte del personale operativo. Il livello di illuminazione di emergenza (minima) è attivato in modo permanente ed entra in funzione in caso di guasto alla rete ordinaria (modalità di funzionamento degradato). L'intensità viene regolata per livello o dimmerazione.

Esercizio normale

La classe di galleria definita nella norma SN 640551-1 [7] dipende da più parametri, in particolare l'intensità di traffico, che determina la riclassificazione in base alle tre soglie di cui alla tabella 1 (cap 9.4) della norma [7] (Livelli di luminosità). Anche la velocità consentita è un parametro per determinare il livello di luminanza.

La commutazione giorno e notte avviene tramite la misurazione della luminanza, un timer

astronomico o il segnale di controllo dell'operatore di rete. La riduzione notturna tramite il timer può dipendere anche dal traffico intenso.

I livelli di luminosità durante il giorno e la notte sono controllati dalla misurazione dell'intensità del traffico e/o da un timer secondo una curva di velocità standard e individualmente per ogni canna.

In caso di guasto a uno dei luminanzometri l'illuminazione di attraversamento è regolata tramite quello ancora funzionante.

Esercizio in caso di evento incidentale

Il livello d'illuminazione massimo viene attivato in tutte le canne, in base alla cosiddetta matrice dei riflessi. La riclassificazione e la modifica del livello di luminanza in base alla velocità non si applica al caso di evento critico.

Esercizio in caso di carenza elettrica (OSTRAL)

In situazioni di carenza di elettricità e in caso di contingentamento sulle strade nazionali in galleria devono essere attivati due scenari (GP 4) come prevede la normativa [1]:

1) Riduzione di velocità (80 km/h) e illuminazione

Il limite di velocità viene ridotto a scalare (p. es. da 100 km/h a 80 km/h). L'illuminazione di attraversamento durante il giorno è dimezzata

2) Velocità minima (60 km/h) e illuminazione ridotta

Il limite di velocità viene impostato su 60 km/h o segnalato sul posto. L'illuminazione di attraversamento è attivata in modalità notturna sia di giorno che di notte.

5.3 Caratteristiche dell'illuminazione di attraversamento

5.3.1 Disposizione

I corpi illuminanti devono essere posizionati in modo da illuminare esclusivamente le corsie. L'illuminazione di adattamento è installata all'entrata della galleria.

L'illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia può essere installata anche nelle gallerie monodirezionali, se il numero di giorni con traffico bidirezionale temporaneo è superiore a 20 su base annuale.

Le gallerie brevi possono essere munite di un'illuminazione di adattamento ridotta o di un'illuminazione di attraversamento potenziata.

La disposizione delle zone di illuminazione di adattamento in funzione dello schema di carreggiata è illustrata nella figura 5.1.

Nel caso di una galleria con una galleria semiaperta antistante, si può rinunciare all'illuminazione adattiva a seconda della lunghezza della galleria e dell'incidenza della luce diurna.

5.3.2 Requisiti fotometrici

L'illuminazione di adattamento deve soddisfare i requisiti fotometrici definiti nella norma SN 640551-1 [7]. Il dimensionamento dell'illuminazione di adattamento viene effettuato con la velocità massima consentita, il regime di traffico massimo utilizzando la classe della galleria (da 1 a 5) e del tipo di illuminazione (simmetrica, asimmetrica, controflusso).

L'impianto deve essere progettato in conformità alla norma SN 640551-2[8].

Per ridurre il consumo di energia si deve optare per la cosiddetta illuminazione a controflusso.

Il livello di luminanza massimo da installare è determinato dalle curve di frequenza cumu-

late L_{20} calcolate all'imbocco durante l'anno. Il risultato deve essere confrontato con le misurazioni di luminanza effettive all'imbocco nel corso delle stagioni. È necessario analizzare le divergenze più significative e definire le misure necessarie a garantire un controllo corretto dell'illuminazione di adattamento che comprenda la verifica di posizione, orientamento e calibratura del sensore.

La misurazione di questo livello va effettuata da un organo indipendente.

I metodi di misurazione e valutazione dei requisiti di qualità sono descritte nella norma SN 640551-3 [9].

5.3.3 Alimentazione elettrica

L'illuminazione di adattamento è alimentata tramite la rete ordinaria.

Nel funzionamento normale, l'illuminazione di adattamento viene controllata in base alla misura L_{20} dell'imbocco corrispondente, rispetto al livello di luminanza della zona di ingresso da rispettare, che varia in base alla classe della galleria e alla velocità effettiva consentita.

In caso di traffico bidirezionale temporaneo l'illuminazione dell'imbocco interessato per il senso opposto di marcia viene regolata in base al luminanzometro installato per la canna senza traffico.

In presenza di guasto a uno dei luminanzometri l'illuminazione dell'imbocco interessato viene regolata in base ai valori dell'altro imbocco.

In caso di guasto di entrambi i luminanzometri l'illuminazione viene regolata in base ai criteri «giorno/notte» o in funzione dell'orario.

L'intensità viene regolata per livello o dimmerazione.

Esercizio in caso di evento incidentale

L'intensità luminosa dell'illuminazione di adattamento attuale non viene modificata durante un evento critico.

Esercizio in caso di carenza elettrica (OSTRAL)

In situazioni di carenza di elettricità e in caso di contingentamento sulle strade nazionali in galleria devono essere attivati due scenari (BG 4) come da normativa [2]:

1) Riduzione di velocità (80 km/h) e illuminazione:

Il limite di velocità viene ridotto a scalare (p. es. da 100 km/h a 80 km/h). L'illuminazione di adattamento viene bloccata al 50% in modo che i livelli superiori non possano essere attivati.

2) Velocità minima (60 km/h) e illuminazione ridotta:

Il limite di velocità viene impostato su 60 km/h o segnalato sul posto. L'illuminazione di adattamento viene completamente disattivata.

5.4 Caratteristiche dell'illuminazione di emergenza in caso di incendio

5.4.1 Disposizione

Gli impianti di illuminazione di emergenza in caso di incendio sono posizionati ogni 50 m sul lato delle uscite di emergenza. Se queste mancano o sono distribuite su entrambi i lati, le apparecchiature vengono installate su ambedue i lati della carreggiata.

I proiettori per questo tipo di illuminazione sono installati a un'altezza di circa 0,5 m al di sopra della banchina.

Le gallerie di lunghezza inferiore ai 300 m non sono dotate di illuminazione di emergenza in caso di incendio.

È possibile rinunciare all'installazione del sistema se l'impianto di guida ottica luminosa Guida ottica luminosa (vedi cap. 5.5) garantisce una visibilità sufficiente delle vie di fuga e un livello di sicurezza invariato (ad esempio, se i moduli luminosi combinano entrambi i tipi di illuminazione).

5.4.2 Requisiti fotometrici

Vedi capitolo 6.4.

5.4.3 Alimentazione elettrica

L'alimentazione è assicurata tramite la rete di emergenza e deve garantire il funzionamento

del resto dell'impianto in caso di guasto a un proiettore.

5.4.4 Comando

Esercizio normale

L'illuminazione di emergenza in caso di incendio è disattivata.

Esercizio in caso di evento incidentale

L'illuminazione di emergenza in caso di incendio viene attivata solo in presenza di un evento incidentale in base alla cosiddetta matrice dei riflessi.

5.5 Caratteristiche dell'impianto di guida ottica luminosa

5.5.1 Disposizione

L'impianto di guida ottica luminosa è composto da sorgenti luminose puntiformi, chiamate moduli luminosi.

Tali moduli vanno previsti su entrambi i lati della carreggiata sulle banchine o sul cordolo il più vicino possibile alla carreggiata e devono essere montati separatamente per ciascuna banchina. L'impianto deve estendersi su tutta la lunghezza della galleria.

La disposizione a seconda della configurazione dell'opera è illustrata nella figura 5.2.

Per le strutture di lunghezza inferiore ai 300 m, i moduli luminosi vengono installati ogni 12,5 m su tutta la lunghezza dell'opera.

I moduli devono essere visibili da entrambi i sensi di marcia.

Se l'impianto sostituisce l'illuminazione di emergenza in caso di incendio (ad esempio, se i moduli luminosi combinano entrambi i tipi di illuminazione), occorre garantire la continuità di funzionamento del sistema in caso di guasto a un singolo modulo.

5.5.2 Requisiti fotometrici

L'impianto deve presentare una luminanza sufficiente per essere visibile dall'esterno della galleria ed impedire nel contempo effetti abbaglianti all'interno della struttura.

5.5.3 Alimentazione elettrica

L'impianto è alimentato tramite la rete di emergenza. Nel caso di gallerie con lunghezze inferiori ai 300 m, è possibile alimentare i proiettori tramite la rete ordinaria.

5.5.4 Comando

Nelle gallerie l'impianto è attivato in modo permanente in base a due livelli di luminosità:

- 1) ridotta
- 2) massima

Esercizio normale

Il livello ridotto è attivo in permanenza.

Esercizio in caso di evento incidentale

L'impianto è impostato sul livello massimo in base alla matrice dei riflessi.

In caso di perdita del segnale di comando, il livello di illuminazione massimo viene attivato per il settore interessato.

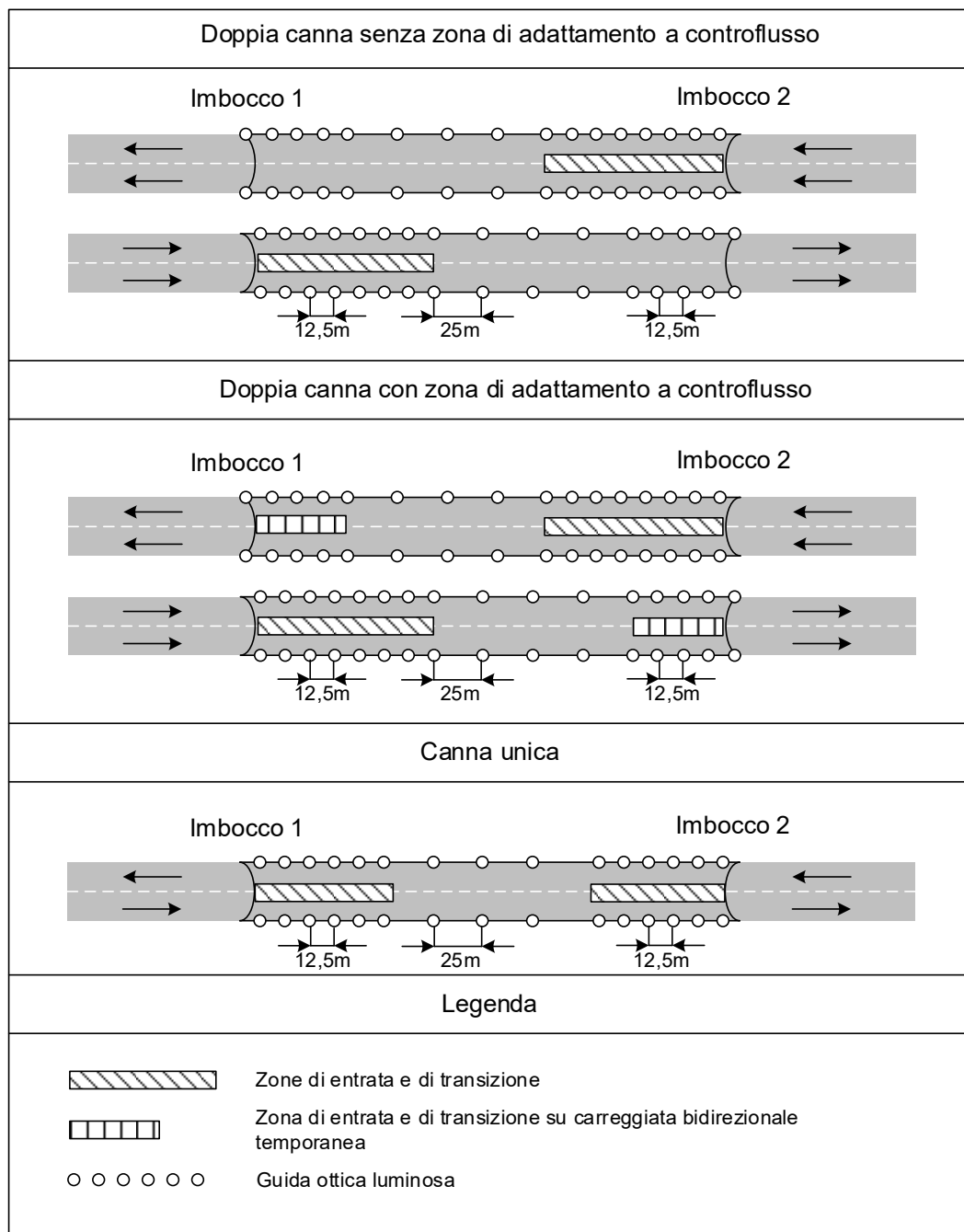


Fig. 5.2 Disposizione dell'impianto di guida ottica luminosa in funzione della configurazione della galleria.

5.6 Caratteristiche dell'illuminazione delle vie di fuga

5.6.1 Disposizione

Le vie di fuga collegano le uscite di emergenza dello spazio di circolazione con l'area di ammassamento soccorsi tramite collegamenti trasversali, cunicoli di sicurezza o cunicoli di fuga.

L'impianto installato deve consentire un'illuminazione sufficiente al suolo lungo tutta la via di fuga e per la rispettiva larghezza di regolazione.

5.6.2 Requisiti fotometrici

L'intensità orizzontale media dell'illuminazione sulla larghezza minima della via di fuga deve essere di 3 lux nei cunicoli di sicurezza e di 20 lux nei collegamenti trasversali e nei cunicoli di fuga. Il valore deve essere misurato a 80 cm dal suolo a metà della via di fuga.

5.6.3 Alimentazione elettrica

L'alimentazione è assicurata tramite la rete ordinaria e la rete di emergenza. In caso di guasto alla rete ordinaria si deve garantire un'illuminazione minima di 1 lux alle stesse condizioni sopra descritte.

La prima lampada dietro le porte delle uscite di emergenza (in direzione della via di fuga) deve essere raccordata alla rete di emergenza ed essere sempre accesa.

5.6.4 Comando

La parte dell'impianto allacciata alla rete di emergenza nei collegamenti trasversali è attivata in modo permanente.

La parte allacciata alla rete ordinaria nei collegamenti trasversali è attivata in caso di evento incidentale in base alla matrice dei riflessi o manualmente in loco.

L'illuminazione nei cunicoli di sicurezza e nei cunicoli di esodo è attivata in caso di evento incidentale in base alla matrice dei riflessi o manualmente in loco.

5.7 Caratteristiche dell'illuminazione stradale

5.7.1 Disposizione

Di norma gli impianti per l'illuminazione stradale non sono autorizzati. Possono tuttavia essere installati nei tratti a cielo aperto che presentano zone di conflitto come svincoli, scambi di carreggiata, strisce pedonali e nelle aree con traffico pedonale (aree di sosta, aree di servizio, area di attesa e aree di stazionamento per i mezzi pesanti).

Nelle zone urbane già illuminate, l'installazione di impianti in prossimità di svincoli deve essere coordinata con gli enti locali per l'inserimento coerente in un piano generale.

5.7.2 Requisiti fotometrici

Gli impianti di illuminazione sui tratti a cielo aperto devono essere conformi alle norme sull'illuminazione stradale (CEN/TR 13201-1 [11], SN EN 13201-2 [12], SN EN 13201-3 [13], SN EN 13201-4 [14], SN EN 13201-5 [15]), SN EN 60598-2-3 e ESTI 244.

Per le strisce pedonali si applica la direttiva SLG 202 [16].

5.7.3 Alimentazione elettrica

L'illuminazione stradale è alimentata tramite la rete ordinaria.

5.7.4 Comando

L'illuminazione stradale viene attivata solo nelle ore notturne, tramite gli impianti delle strade nazionali o da parte di terzi.

Nelle zone urbane già illuminate, l'attivazione deve essere coordinata con gli enti locali per coerenza con un piano generale di illuminazione.

5.8 Interventi di ottimizzazione passivi

Esempi di interventi specifici per attenuare i fenomeni che ostacolano la visibilità all'entrata in galleria:

- soffitto semiaperto
- piantumazione
- tinteggiatura scura

Esempio di intervento per aumentare la visibilità all'interno della struttura:

- tinteggiatura delle pareti laterali

Esempio di intervento per aumentare la visibilità delle vie di fuga nello spazio di circolazione:

- tinteggiatura delle pareti laterali e dei dispositivi di sicurezza

5.9 Alimentazione dei dispositivi di comando

I dispositivi di comando di tutti gli impianti di illuminazione sono allacciati alla rete di emergenza.

6 Specifiche illuminotecniche

6.1 Informazioni generali

- Grado di protezione: IP65
- Un guasto alla sorgente luminosa non deve comportare la sostituzione del proiettore.

6.2 Illuminazione di attraversamento

- Colore della luce: min. 4000 K
da intonare con il colore dell'illuminazione di adattamento
- Efficienza luminosa: min. 100 lm/W
- Durata di vita: min. 80 000 ore di vita utile senza sfarfallio

6.3 Illuminazione di adattamento

- Colore della luce: min. 4000 K
da intonare con il colore dell'illuminazione di attraversamento
- Efficienza luminosa: min. 100 lm/W
- Durata di vita: min. 80 000 ore di vita utile senza sfarfallio

6.4 Illuminazione di emergenza in caso di incendio

- L'attivazione dei proiettori deve funzionare in modo affidabile e garantire subito (in meno di un secondo) l'erogazione massima.
- Flusso luminoso: > 1000 lm/W

6.5 Dispositivo di guida ottica luminosa

- Colore della luce: bianco, min. 4000 K
- Intensità luminosa: $\geq 25 \text{ cd} \leq 100 \text{ cd}$ (100%)
- Durata di vita: min. 80 000 ore di vita utile senza sfarfallio
- Grado di protezione: IP68

6.6 Illuminazione delle vie di fuga

- Durata di vita: min. 80 000 ore di vita utile senza sfarfallio

6.7 Illuminazione stradale

- Colore della luce: max. 4000 K
da intonare con il colore dell'illuminazione stradale adiacente
- Efficienza luminosa: min. 100 lm/W
- Durata di vita: min. 80 000 ore di vita utile senza sfarfallio

6.8 Sensori

6.8.1 Luminanzometro

Informazioni generali

I sensori dell'intensità luminosa (luminanzometri) devono essere posizionati davanti a ogni imbocco in modo da garantire una visibilità ottimale dell'imbocco (cfr. [7]). L'intensità luminosa misurata agli imbocchi consente alle centraline locali di regolare l'illuminazione di adattamento, di attraversamento e stradale.

- Nelle gallerie semiaperte con luce naturale che necessitano di illuminazione si provvede a montare un sensore interno per ottimizzare la regolazione della luce (risparmio di energia).
- I sensori sono allacciati alla rete di emergenza 230/400 VAC.

Campo di misura

I sensori esterni sono realizzati con il seguente campo di misura:

- 0 - 10 000 cd/m²

I sensori interni sono realizzati con il seguente campo di misura:

- 0 - 500 cd/m²

Precisione di misura: +/- 10%.

6.9 Rilevamento del traffico e velocità consentita

Per ottenere dei risparmi energetici il dispositivo di ottimizzazione dell'illuminazione impiega la funzione di riclassificazione della galleria e la variazione della velocità consentita.

6.9.1 Densità del traffico

La classe di galleria dipende da un parametro variabile: l'intensità di traffico. Più bassa è la classe, inferiore sarà il grado di luminanza richiesto.

La riclassificazione dipende dall'intensità di traffico. A seconda del progetto può basarsi su valori statistici o su misurazioni reali.

La misurazione deve fornire un valore rappresentativo per singola canna.

6.9.2 Velocità consentita

La soglia di luminanza definita nella norma SN 640551-1 [7] per l'illuminazione di attraversamento e adattamento delle gallerie dipende non solo dalla classe della galleria, ma anche dalla velocità consentita. Per la progettazione è decisiva la velocità massima consentita. Per il funzionamento (controllo), si deve tenere conto della variazione della velocità consentita nella canna e correggere di conseguenza la soglia che definisce il livello di luminanza.

Il valore di velocità consentito deve essere fornito al sistema di illuminazione.

7 Esercizio e manutenzione degli impianti

Esercizio e pianificazione manutentiva si svolgono in conformità con la normativa [5]. Si dovrà inoltre tenere conto dei seguenti aspetti.

7.1 Riparazione e sostituzione

In caso di avaria di un componente dell'impianto si deve valutare se gestire la viabilità con o senza limitazioni in base ai requisiti minimi descritti nella Documentazione ASTRA 86053 [17].

7.2 Monitoraggio

L'USTRA offre la possibilità al gestore di verificare lo stato degli impianti attraverso la misurazione dinamica dell'illuminazione in galleria oppure dell'andamento L_{20} nell'arco di un anno. Le specifiche sono descritte nella documentazione [18].

Il gestore deve inoltre confrontare le misurazioni L_{20} con i valori programmati del controllo che comprende inoltre la verifica di posizione, orientamento e calibratura del sensore L_{20} .

Se i valori misurati differiscono dai parametri richiesti occorre studiare soluzioni adatte d'intesa con l'USTRA per definire le correzioni necessarie. Si tratta in particolare di quanto segue:

- correzione dei livelli di luminosità,
- adeguamento della frequenza di pulizia delle pareti,
- modifica dei parametri dell'illuminazione di adattamento in base ai valori L_{20} .

7.3 Ispezioni (pianificazione manutentiva)

Le illuminazioni di adattamento e di attraversamento devono essere sottoposte a misurazioni dinamiche³ a cura di un organo indipendente. L'ispezione si svolge in sede di collaudo di un nuovo impianto, dopodiché a intervalli regolari per verificare le prestazioni, i consumi e l'impostazione dell'impianto, una volta entrato a regime.

All'occorrenza è necessario confrontare i valori programmati del controllo con i risultati e le misurazioni L_{20} effettive nonché definire misure correttive in caso di divergenze.

³ Misurazione dinamica dell'illuminazione in galleria.

Glossario/Acronimi

Voce	Significato
Autosalvataggio	Fuga da una zona o situazione di pericolo con mezzi propri, senza l'aiuto di professionisti (pompieri, soccorsi ecc.) [AIPCR]
Canale tecnico) <i>Werkleitungskanal (WELK)</i>	Cunicolo che corre sotto o lateralmente alla sede stradale, destinato a ospitare cavi/tubi e servizi vari. (Può fungere da cunicolo di sicurezza se è sufficientemente percorribile e comunicante con lo spazio di circolazione e l'ambiente esterno).
Categoria d'opera	La categoria dell'opera serve a determinare la classe di equipaggiamento dell'impianto d'illuminazione necessaria per la struttura in questione.
CEN	Comitato europeo di standardizzazione
Classe di equipaggiamento	Una classe di equipaggiamento è una combinazione fra diversi elementi del sistema illuminante.
Collegamento trasversale	Collegamento tra due canne o tra una canna e un cunicolo di sicurezza.
Cunicolo di fuga	Cunicolo che da una porta di uscita di emergenza conduce direttamente all'esterno.
Cunicolo di sicurezza <i>Sicherheitsstollen (SiSto)</i>	Cunicolo che generalmente corre parallelo alla galleria principale, comunica con la stessa tramite collegamenti trasversali e termina con due chiuse a ciascuna delle estremità.
Gap di adattamento spaziale (effetto «buco nero»)	Fenomeno che si verifica in fase di avvicinamento all'imbocco della galleria. Questo effetto appare nel campo visivo del conducente come un buco nero nell'ambiente circostante chiaro.
Gap di adattamento temporale	Fenomeno che si verifica in fase di ingresso in galleria. Si tratta del tempo necessario per adattare l'occhio alle condizioni di illuminazione ridotta all'interno della struttura.
Flusso luminoso	Il flusso luminoso rappresenta la quantità di luce emessa per unità di tempo (unità: lumen [lm]).
Guida ottica luminosa	Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo i bordi delle banchine, su ambedue i lati della carreggiata.
Illuminamento	L'illuminamento definisce il flusso luminoso ricevuto per unità di superficie (unità: lux [lx]).
Illuminazione delle vie di fuga	Impianto costituito da sorgenti luminose installato nei collegamenti trasversali, nei cunicoli di sicurezza e nei cunicoli di fuga.
Illuminazione di adattamento	Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata delle zone di ingresso e di transizione delle gallerie.
Illuminazione di adattamento in senso opposto di marcia	Un'illuminazione di adattamento in senso temporaneamente opposto alla direzione di marcia normale («contromano») può essere installata agli imbocchi delle gallerie a carreggiata unidirezionale, se il numero di giorni con traffico bidirezionale temporaneo è superiore a 20 in un anno.
Illuminazione di attraversamento	Impianto costituito da sorgenti luminose destinate a illuminare la carreggiata lungo tutta la galleria.
Illuminazione di emergenza	L'illuminazione di emergenza deve raggiungere in tutte le zone del tunnel un livello pari ad almeno il 10% della luminanza installata nel tratto interno. Deve essere assicurata da gruppi elettrogeni in modo che non vi siano interruzioni in caso di guasto alla rete del settore. Non è necessaria per l'illuminazione di adattamento. [8]
Illuminazione di emergenza in caso di incendio	Impianto composto da sorgenti luminose puntiformi disposte lungo le pareti che ospitano le uscite di emergenza. In assenza di queste ultime, le apparecchiature vengono installate su entrambi i lati della galleria.
Illuminazione stradale	Impianto costituito da sorgenti luminose puntiformi installato sui tratti a cielo aperto.
Intensità luminosa	L'intensità luminosa corrisponde al flusso luminoso emesso da un'unità d'angolo solido in una data direzione (unità: candela [cd]).
Interventi di ottimizzazione passivi	Provvedimenti aggiuntivi per migliorare le condizioni di visibilità nello spazio di circolazione e per potenziare le prestazioni degli impianti d'illuminazione.
Luminanza	Grandezza fotometrica vettoriale definita come il rapporto tra l'intensità luminosa emessa da un oggetto o una sorgente nella direzione dell'osservatore e l'area apparente della superficie emittente, così come vista dall'osservatore (unità: candela/m ² [cd/m ²]).

Voce	Significato
Matrice dei riflessi (reattività impianti)	I riflessi (che si producono unicamente a livello di gestione sezione) sono elementi predefiniti di interazione tra gli impianti di esercizio e sicurezza, che in caso di emergenza comunicano perlopiù in modo diretto, senza l'intervento di operatori.
Misurazione dinamica dell'illuminazione in galleria	Metodo di misurazione delle caratteristiche fotometriche dell'illuminazione che prevede l'impiego di un veicolo circolante nella galleria in presenza di traffico.
Mobilità lenta	La mobilità lenta include tutte le forme di locomozione basate sull'impiego della forza muscolare: pedoni, ciclisti, escursionisti ecc.
SIA	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti
SLG	Associazione svizzera per la luce
Uscita di emergenza	Uscita che conduce a un percorso protetto o un luogo sicuro [AIPCR].
Via di fuga	Percorso segnalato che conduce allo spazio di circolazione esterna [SIA 197/2]. Uscita di emergenza (termine utilizzato nella direttiva europea 2004/54/CE relativa ai requisiti minimi di sicurezza per le gallerie della rete stradale trans-europea).
Via di fuga per l'autosalvataggio	Percorso che va dal luogo in cui si trova l'utente fino alla porta dell'uscita di sicurezza.
Zona di conflitto	Vedi direttiva SLG 202 – Öffentliche Beleuchtung (Illuminazione pubblica, disponibile solo in tedesco e in francese)

Riferimenti normativi e bibliografici

Istruzioni e direttive USTRA

- [1] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Strommangellage Strategie und Umsetzung Nationalstrassen**" Istruzioni ASTRA 73007, www.astra.admin.ch.
- [3] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Segnaletica per gli impianti di sicurezza nelle gallerie stradali**", Direttiva ASTRA 13010, www.astra.admin.ch.
- [4] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Struttura e codificazione degli equipaggiamenti di esercizio e sicurezza (AKS-CH)**", Direttiva ASTRA 13013, www.astra.admin.ch.
- [5] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Kontrollen und Tests der BSA**", Direttiva ASTRA 13028, www.astra.admin.ch.
- [6] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Inventarobjekte**", Direttiva ASTRA 1B001, www.astra.admin.ch.

Norme

- [7] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2012), "**Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen**"; Teil 1: Lichttechnische Anforderungen, Begriffe und Gütemerkmale", SN 640551-1.
- [8] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2012), "**Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen**"; Teil 2: Planung und Bemessung der Beleuchtungsanlage", SN 640551-2.
- [9] Associazione svizzera dei professionisti della strada e dei trasporti VSS (2012), "**Öffentliche Beleuchtung in Strassentunneln, Galerien und Unterführungen**"; Teil 3: Methoden zur Messung und Beurteilung der Gütemerkmale", SN 640551-3.
- [10] Società svizzera degli ingegneri e degli architetti SIA (2004), "**Projektierung Tunnel - Strassentunnel**", norma SIA 197/2.
- [11] Comitato europeo di normazione CEN (2004), "**Strassenbeleuchtung – Teil 1: Auswahl der Beleuchtungsklassen**", rapporto tecnico CEN/TR 13201-1.
- [12] Comitato europeo di normazione CEN (2004), "**Strassenbeleuchtung – Teil 2: Gütemerkmale**", SN EN 13201-2.
- [13] Comitato europeo di normazione CEN (2004), "**Strassenbeleuchtung Teil 3: Berechnung der Gütemerkmale**", SN EN 13201-3.
- [14] Comitato europeo di normazione CEN (2004), "**Strassenbeleuchtung Teil 4: Berechnung der Gütemerkmale**", SN EN 13201-4.
- [15] Comitato europeo di normazione CEN (2004), "**Strassenbeleuchtung Teil 5: Energieeffizienzindikatoren**", SN EN 13201-5.
- [16] Associazione svizzera per la luce (2005), "**Strassenbeleuchtung – Ergänzungen zu SN TR 13201-1 und SN EN 13201-2 bis -4**", direttiva SLG 202:11-2005.

Documentazione

- [17] Ufficio federale delle strade USTRA, "**Condizioni minime d'esercizio – Tratta e galleria. Guida introduttiva alla sicurezza operativa d'esercizio**", Documentazione ASTRA 86053, www.astra.admin.ch.
- [18] Istituto federale di metrologia METAS, "**Freie Fahrt für die Dynamische Tunnel-Licht-Messung**", METInfo, edizione speciale di METInfo 1/2014, marzo 2015.

Cronologia redazionale

Edizione	Versione	Data	Operazione
2024	1.14	13.02.2024	Modifica delle figure 4.5, 4.7 e 4.9. Chiarimenti nei capitoli 5.2.4, 5.3.2, 5.3.4 e 7. Modifica del seguente termine: <ul style="list-style-type: none"> Dispositivo di guida luminosa → Guida ottica luminosa
2022	1.13	6.12.2022	Chiarimenti nei capitoli Prefazione, 3.5, 4.1.1, 5.2.4, 5.3.1, 5.3.2, 5.3.4 e 6.9.
2017	1.12	20.3.2021	Modifica dei seguenti termini: <ul style="list-style-type: none"> • Illuminazione permanente → Illuminazione di attraversamento • Illuminazione di rinforzo → Illuminazione di adattamento • Impianto di guida luminosa → Dispositivo di guida luminosa Modifica ai capitoli 5.1.3, 5.2.1, 5.5.3, 5.6.2, 5.6.3, 5.7.1, 6.7 e 6.8.1.
2017	1.11	20.3.2018	Modifica al capitolo 6, colore della luce.
2017	1.10	2.11.2017	Riorganizzazione e modifiche capitoli 4, 5, 6 e 7 dell'edizione 2016 (versione originale in francese).
2016	1.00	1.2.2016	Entrata in vigore edizione 2016 (versione originale in francese).

