

AUTOSTRADA (A14) : BOLOGNA-BARI-TARANTO TRATTO: BOLOGNA BORGO PANIGALE - BOLOGNA SAN LAZZARO

POTENZIAMENTO IN SEDE DEL SISTEMA AUTOSTRADALE E
TANGENZIALE DI BOLOGNA
INTERVENTI DI COMPLETAMENTO DELLA RETE VIARIA DI ADDUZIONE
INTERMEDIA DI PIANURA

PROGETTO DEFINITIVO

INTERSEZIONI E SVINCOLI


IMPIANTI Elettromeccanici

RELAZIONE GENERALE

IMPIANTI

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Enrico Franzese Ord. Ingg. Firenze N. A7706 Responsabile Impianti	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Raffaele Rinaldesi Ord. Ingg. Macerata N. A1068	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Gianluca Salvatore Spinazzola Ord. Ingg. Milano N. A26796 T.A. - Strade
--	---	--

CODICE IDENTIFICATIVO											ORDINATORE 00 SCALA -
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO				
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	W B S	Parte d'opera	Tip.	Disciplina	Progressivo	Rev.	
111443	0001	PD	RQ	IMP	00000	0000	R	OPT	0001	-0	

	ENGINEER COORDINATOR: Arch. Flavio Camboni Ing. Raffaele Rinaldesi		SUPPORTO SPECIALISTICO:		REVISIONE	
					n.	data
					0	DICEMBRE 2021
	REDATTO:		VERIFICATO:			

	VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Fabio Visintin	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e della mobilità sostenibili DIPARTIMENTO PER LA PROGRAMMAZIONE, LE INFRASTRUTTURE DI TRASPORTO A RETE E I SISTEMI INFORMATIVI
--	---	--

INDICE

1	PREMESSE	2
1.1	Accordo 2016	2
1.2	Il progetto di potenziamento proposto	3
1.3	Inquadramento generale dell'intervento	3
1.4	Descrizione generale degli impianti e scopo del lavoro	4
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1	Legislazione italiana e Guide Tecniche	5
2.2	Norme CEI	5
2.3	Norme UNI	6
3	OBIETTIVI	8
3.1	Metodologia	8
4	CRITERI DI PROGETTAZIONE	8
4.1	Caratteristiche illuminotecniche	8
4.2	Scelte progettuali	9
4.2.1	Svincoli in rotatoria	9
4.3	Illuminazione delle intersezioni	9
4.4	Classificazione	10
4.5	Analisi del rischio	10
4.6	Intersezioni	11
4.6.1	Classificazione rotatorie	11
4.6.2	Strade di accesso alla rotatoria non illuminata (bracci di accesso e di uscita)	12
4.6.3	Alimentazione, manutenzione e gestione	12
4.6.4	Dimensionamento linee elettriche di alimentazione	13
5	IMPIANTO RACCOLTA e SOLLEVAMENTO ACQUE METEO SOTTOPASSO	13
6	ALIMENTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI	14
6.1	Caratteristiche generali	14
6.2	Quadri Elettrici	17
6.3	Condutture	17
6.4	Cavi	18
6.5	Derivazioni Elettriche	18
6.6	Sostegni	18
6.7	Apparecchi illuminanti	19
6.8	Risparmio Energetico	21

1 PREMESSE

L'area di Bologna rappresenta la cerniera del sistema dei trasporti nazionali per i collegamenti nord-sud, sia per quanto riguarda la rete ferroviaria che quella autostradale. Il semianello tangenziale-autostradale di Bologna interconnette le principali direttrici di traffico nazionale e regionale ed ha la funzione di raccogliere e smistare i flussi provenienti dall'asse centrale del Paese (attraverso le autostrade A1 e A13), dal confine con l'Austria (attraverso l'autostrada A22 del Brennero) e dalla costa adriatica (mediante l'autostrada A14), nonché di servire il traffico locale proveniente dalle zone limitrofe all'area metropolitana bolognese.

Tale sistema viario è formato dalla sede dell'autostrada A14 e dalle due carreggiate della "tangenziale" che si sviluppano in complanare su ambo i lati della stessa autostrada nel tratto compreso fra Bologna Casalecchio e Bologna S. Lazzaro.

Nel corso degli anni il sistema è stato potenziato ed attualmente la sezione trasversale dell'Autostrada presenta 3 corsie per senso di marcia più emergenza fra l'allacciamento A1/A14 Nord - Bologna Borgo Panigale ed l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio, 2 corsie per senso di marcia con terza corsia dinamica (aperta nel 2008) fra l'allacciamento A14/raccordo di Casalecchio e Bologna San Lazzaro, 2 corsie per senso di marcia più emergenza sul Raccordo Autostradale di Casalecchio. La sezione trasversale delle complanari presenta 2 corsie per senso di marcia più emergenza.

I livelli di servizio, valutati nelle ore di punta di un giorno feriale medio, mostrano l'adeguatezza del sistema autostradale nella sua configurazione attuale, mentre evidenziano lo stato di criticità in cui si trovano le complanari.

Al fine di risolvere queste criticità e stante la sua importanza e strategicità di carattere internazionale, nazionale e metropolitano, è stato sottoscritto in data 15 Aprile 2016 l'Accordo tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Emilia Romagna, la Città Metropolitana di Bologna, il Comune di Bologna e Autostrade per l'Italia per il potenziamento in sede del sistema autostradale/tangenziale nodo di Bologna, che prevede la realizzazione del cosiddetto "Passante di mezzo".

Il progetto di potenziamento consiste nel portare a tre corsie più emergenza il tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza il tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, nel potenziare le rampe degli svincoli della complanare che mostrano problematiche trasportistiche. Per l'A14 il progetto porta a tre corsie di marcia più emergenza il tratto su cui oggi è funzionante la terza corsia dinamica così da permetterne l'eliminazione.

Inoltre, in tale accordo, al fine di migliorare l'accessibilità al sistema tangenziale ed autostradale, si sono individuati alcuni importanti interventi di completamento della rete viaria a scala urbana – metropolitana che vanno a fluidificare il sistema infrastrutturale stradale nel suo complesso, portando benefici in termine trasportistici e conseguentemente di sicurezza e di tipo ambientale.

1.1 Accordo 2016

In data 15 Aprile 2016 è stato quindi sottoscritto un accordo ("Accordo 2016") che si pone come obiettivo la definizione di un progetto che, a partire dall'analisi del contesto insediativo esistente, sviluppi il tema del potenziamento in sede con un approccio che veda nell'infrastruttura anche l'opportunità di

riorganizzare, con particolare attenzione alla mitigazione ed all'inserimento ambientale, lo spazio ed il territorio adiacente già fortemente urbanizzato in un'ottica di minor occupazione del territorio, anche con un coerente sviluppo delle infrastrutture di adduzione al sistema autostradale/tangenziale.

L'accordo si pone quindi l'obiettivo di risolvere una criticità trasportistica di livello nazionale e di migliorare l'accessibilità viaria di livello metropolitano stabilendole condizioni e gli impegni delle Parti.

1.2 Il progetto di potenziamento proposto

Il progetto di potenziamento del sistema autostradale e tangenziale di Bologna prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- A. Ampliamento in sede del sistema autostradale e tangenziale di Bologna a partire dallo svincolo 3 del "ramo verde" della complanare fino allo svincolo 13 di Bologna S. Lazzaro con le seguenti specifiche:
 - realizzazione di tre corsie con emergenza per senso di marcia sull'A14, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
 - realizzazione di tre corsie più emergenza per senso di marcia sul tratto delle complanari che va dallo svincolo 3 allo svincolo 6 e dallo svincolo 8 allo svincolo 13 e a quattro corsie più emergenza sul tratto che collega lo svincolo 6 allo svincolo 8, fatta eccezione per i punti singolari di cui si dirà nel seguito;
- B. Interventi di completamento della rete viaria di adduzione a scala urbana - metropolitana:
 - **Intermedia di Pianura: completamento dei tratti mancanti per circa 8,6 km, adeguamento in sede per circa 5,3 km**
 - Lungo Savena: realizzazione del lotto 3 per circa 2,5 km
 - Lungo Savena e ExSS65 della Futa: il secondo lotto del nodo di Rastignano ottimizzato
 - Nodo di Funo - accessibilità a Interporto e Centergross.

In particolare nel presente progetto viene trattato lo studio del completamento dell'intermedia di Pianura nei tratti mancanti.

1.3 Inquadramento generale dell'intervento

L'ipotesi di un'infrastruttura viaria ad andamento est-ovest compresa fra la Trasversale di Pianura ed il sistema Tangenziale di Bologna, in corrispondenza della porzione centrale semi-conurbata dell'area metropolitana, era già presente nei programmi e nelle proposte degli Enti locali da molti anni.

La previsione dell'infrastruttura denominata 'Intermedia di Pianura è stata quindi formalizzata dal PTCP nella Tavola 4 " Assetto strategico delle infrastrutture e dei servizi per la mobilità ", che prevede una "viabilità extraurbana secondaria di rilievo provinciale ed interprovinciale" dalla Lungosavena alla Sp 18 con funzione di raffittimento della "grande rete" in direzione est-ovest (Tangenziale di Bologna, Trasversale di Pianura) e di connessione degli assi nord-sud.

1.4 Descrizione generale degli impianti e scopo del lavoro

Le opere impiantistiche facenti parte l'appalto, sono finalizzate alla realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica a servizio delle nuove viabilità descritta precedentemente e meglio identificata all'interno degli elaborati progettuali. Per la tratta C è prevista la realizzazione di un sottopasso per il ripristino della pista ciclopeditone; nell'ambito dell'appalto è pertanto prevista l'alimentazione e comando delle pompe di rilancio acque a servizio del sottopasso stesso.

In linea generale all'interno del presente progetto si prevedono i seguenti interventi :

- Illuminazione pubblica delle rotatorie eseguita con armature stradali a LED ad alta efficienza, sostenute da pali conici di altezza fissa 8 mt. fuori terra (8-10m per la rotatoria afferente la tratta C). Corredati da sistemi di protezione dalle sovratensioni e sistema di riduzione automatica del flusso luminoso nelle ore notturne secondo le prescrizioni della Legge Regionale contro l'inquinamento luminoso.
- Quadri elettrici alimentati direttamente da contatori in bassa tensione dedicati. Ogni quadro elettrico verrà alimentato dal proprio contatore di energia. Ogni rotatoria quindi sarà provvista di fornitura in bassa tensione e relativo quadro elettrico di alimentazione. Le forniture saranno tutte di tipo monofase ad eccezione della rotatoria che, vista la presenza del gruppo pompe di rilancio, avrà fornitura trifase. All'interno dei quadri elettrici sono previste le apparecchiature di protezione ed il sistema di accensione automatico dell'illuminazione pubblica tramite crepuscolare e orologio astronomico come meglio descritto negli elaborati progettuali.
- Vie cavo interrate attraverso cavidotti a doppia parete per il transito delle linee elettriche di alimentazione della pubblica illuminazione.
- Linee di alimentazione ai pali di illuminazione con cavi unipolari a sezione unificata, transitanti all'interno dei cavidotti interrati ed intercettate attraverso opportuni pozzetti rompitratta e di derivazione. L'alimentazione ai pali avverrà attraverso derivazioni previste all'interno dei pozzetti a base palo, mediante l'uso di opportuni giunti stagni riempiti di gel definiti "muffole" come meglio descritto negli elaborati progettuali. Tale scelta evita l'utilizzo di morsettiere inserite all'interno dei pali così da scongiurare la possibilità che tali morsettiere vengano manomesse essendo queste facilmente raggiungibili rispetto alle giunzioni sopra descritte. Dalla giunzione all'interno del pozzetto verrà derivato in cavo multipolare 2x2.5mmq che correndo all'interno del palo alimenterà il proiettore installato in testa al palo stesso.
- Vie cavo per linee di telecomunicazione attraverso la posa di tubazioni tritubo lungo i percorsi esterni alle rotatorie. Non è prevista la posa di dette tubazioni lungo i tratti di intersezione rettilinei.
- Impianto di terra, costituito da picchetti interrati nei pressi del quadro elettrico e da dispense orizzontale costituito da corda in rame nuda. In ragione del tipo di cavi previsti con guaina e grado di isolamento 0.6-1kV e del tipo di apparecchi a doppio isolamento non si prevede la distribuzione del PE ai centri luminosi né l'estensione del dispersore lungo i percorsi dei cavidotti.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si esprimono di seguito i principali riferimenti legislativi e normativi utilizzati allo scopo.

2.1 Legislazione italiana e Guide Tecniche

- D.M. 22 gennaio 2008 n.37 – “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- L.R. 29 Settembre 2003 – n°19 e successiva Direttiva n.1732 del 12 Novembre 2015 : “Norme in materia di riduzione dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico della Regione Emilia Romagna”

2.2 Norme CEI

- Norma CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.
- Norma CEI 0-16 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”
- CEI 64-8 VIII^a edizione “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”.
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”.
- Norma CEI 17-1 “Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000 V”.
- Norma C.E.I. 17-5 “Apparecchiatura a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici”.
- Norma CEI EN 62271-200 “Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensione da 1 kV a 52 kV”.
- Norma CEI 17-11 “Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra-sezionatori e unità combinate con fusibili”.
- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali”.
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza”.
- Norma CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)”
- Norma CEI 17-41: “Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari”.

- Norme CEI 17-44 “Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali”.
- Norme CEI 17-50 “Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4: contattori e avviatori elettromeccanici”.
- Norme Cavi per energia e segnalamento conformi a CPR UE 305/2011
 - Norma: EN 50575:2014 + A1:2016
 - Classificazione (CEI UNEL 35016): EN 13501-6
 - Emissione di calore e fumi durante lo sviluppo della fiamma EN 50339
 - Propagazione della fiamma verticale: EN 60332-1-2
 - Gas corrosivi e alogenidrici: EN 60754-2
 - Densità dei fumi: EN 61034-2
- Norme CEI 23-3 “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per gli impianti domestici e similari”.
- Norme CEI 23-9 “Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare”.
- Norma CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione. Parte 1: Prescrizioni generali prove”.
- Norma CEI EN 60529 (IEC529 ex CEI 70-1) “Gradi di protezione degli involucri” gradi di protezione degli involucri per materiale elettrico, la cui tensione nominale non supera 72.5 kV.
- Norma CEI - UNEL 35024/1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate in regime permanente per posa in aria”.
- Norma CEI - UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata”.

2.3 Norme UNI

- UNI 10819 “Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso”
- UNI EN 13201-1/2016: “Illuminazione stradale – Parte 1: Selezione delle categorie illuminotecniche”
- UNI EN 13201-2/2016: “Illuminazione stradale – Parte 2: Requisiti prestazionali”
- UNI 11248:2016 – Illuminazione stradale: selezione delle categorie illuminotecniche
- UNI EN 12767 “Sicurezza passiva di strutture di sostegno per attrezzature stradali – Requisiti e metodi di prova”
- UNI EN 40-1: “Pali per illuminazione pubblica. Termini e definizioni”
- UNI EN 40-2: “Pali per illuminazione pubblica – Parte 2: Requisiti generali e dimensioni”
- UNI EN 40-3 (1-2-3): “Pali per illuminazione pubblica: progettazione e verifica”

3 OBIETTIVI

Gli obiettivi che ci si è proposti di conseguire nella realizzazione delle opere in oggetto sono i seguenti:

- sicurezza per il traffico stradale veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere;
- sicurezza fisica e psicologica delle persone;
- integrazione formale diurna e notturna degli impianti;
- illuminazione adeguata alle esigenze di praticità ed efficienza degli impianti di illuminazione e sicurezza della viabilità delle strade interessate all'intervento, aumentando l'interesse verso le stesse con scelta opportuna del colore, della direzione e dell'intensità della luce, in rapporto alle costruzioni circostanti;
- ottimizzazione dei costi esercizio e di manutenzione in relazione alle tipologie di impianto;
- risparmio energetico; miglioramento dell'efficienza globale di impianto mediante l'uso di sorgenti luminose e apparecchi di illuminazione, finalizzati a un migliore rendimento e semplice manutenzione;
- contenimento dell'inquinamento luminoso atmosferico e stradale e dell'invasività della luce.

3.1 Metodologia

L'approccio progettuale per risolvere dal punto di vista illuminotecnico gli interventi puntuali previsti dal progetto stradale sono stati i seguenti:

- individuazione delle caratteristiche ambientali dei luoghi;
- rilievo della situazione esistente del tratto interessato all'intervento;
- formulazione di una soluzione integrata: con il piano locale delle tipologie illuminotecniche, della distribuzione dei punti luce, delle prestazioni richieste per le singole zone, delle tipologie di riferimento costruttive e impiantistiche e dell'inserimento ambientale.

4 CRITERI DI PROGETTAZIONE

4.1 Caratteristiche illuminotecniche

I criteri generali di progettazione illuminotecnica seguiti sono quelli indicati dalla normativa UNI vigente, con diversa applicazione secondo i percorsi del tratto di strada (superficie, sottopasso, galleria, tratto urbano). In particolare per i tratti di superficie, l'individuazione della zona di interesse, la selezione delle classi di illuminazione sono state eseguite secondo le norme EN 13201-1 e la UNI 11248.

A tale scopo si è proceduto secondo il criterio seguente:

- **classificazione dei tratti di strada** in funzione del loro impiego, per condizioni omogenee dei parametri di influenza, per definire la categoria illuminotecnica di riferimento;

- **definizione della categoria illuminotecnica di progetto**, secondo la valutazione dei parametri di influenza (analisi dei rischi);
- **definizione delle categorie illuminotecniche di esercizio**: dall'analisi dei rischi e da considerazioni di carattere energetico, si sono valutate le reali categorie illuminotecniche di impiego;
- assegnazione a ciascun tratto di strada una tipologia d'impianto in funzione dell'utilizzazione, alle caratteristiche geometriche, ecc;

4.2 Scelte progettuali

Sono state generalizzate le seguenti scelte, tutte determinate secondo i criteri delle leggi Vigenti e delle Normative tecniche ed in aderenza a quanto sviluppato nella precedente fase progettuale con le necessarie modifiche ed integrazioni dovute alla modifica delle geometrie ed in ragione degli aggiornamenti Normativi.

4.2.1 Svincoli in rotatoria

- uso delle lampade a LED, data la notevole efficienza, durata e controllo della emissione luminosa che tali sorgenti garantiscono;
- uso dei sostegni conici diritti in acciaio, laminati e zincati a caldo con o senza sbraccio in ragione delle distanze palo-carreggiata e delle posizioni dei fuochi risultanti dai calcoli illuminotecnici allegati alla presente.

4.3 Illuminazione delle intersezioni

Il principio fondamentale seguito nella progettazione è stato quello per cui l'illuminazione deve rivelare l'esistenza della intersezione, le direzioni delle strade che vi confluiscono e si dipartono da essa, la presenza dei pedoni e altri utenti, le ostruzioni, il movimento dei veicoli nella vicinanze dell'area di intersezione.

Il criterio seguito è stato quello di considerare per le rotatorie o punti critici in generale (prossimità di sottopassi, gallerie, ecc.) un livello di luminanza di un grado più elevato di quello previsto per la strada più importante dell'intersezione (pubblicazione CIE 115/95) e indicazioni della norma UNI 11248.

Per tutti gli interventi di intersezione si è valutato sia il passaggio da zona non illuminata, sia viceversa, prevedendo un'adeguata illuminazione oltre il tratto di dell'intersezione principale, e contemporaneamente oltre il punto di immissione in modo da facilitare la visibilità e la manovra di immissione sulla strada principale.

Come si evince dal progetto stradale non vi sono passaggi pedonali.

Di seguito viene riassunta la classificazione dei tratti di strada e delle intersezioni secondo le indicazioni della norma UNI 11248 e UNI EN 13201; si è sviluppata inoltre l'analisi del rischio ai sensi della norma UNI 11248.

4.4 Classificazione

Le scelte progettuali per tutto il tratto di intervento si sono basate innanzitutto sulla classificazione della strada, al fine di determinare i requisiti illuminotecnici specifici. Per tale esercizio ci si è affidati alle indicazioni normative della UNI11248; sulla base delle info ricevute dal Cliente la strada è classificabile come:

CLASSE DELLA STRADA

strada secondaria extraurbana tipo C1 C2

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO: **M2**

Velocità di progetto:

70-90 km/h

L

≥1,5 cd/m²

U₀

≥0.4

U_i

≥0.7

TI

≤10%

Tali situazioni si sono valutate nelle condizioni dei parametri di influenza indicati nel prospetto 2 della UNI11248.

4.5 Analisi del rischio

L'analisi del rischio è stata sviluppata secondo le indicazioni di norma UNI 13201-1; i parametri di valutazione sono stati i seguenti:

Parametri di influenza UNI 13201-1 Tab.1								Categoria illuminotecnica di PROGETTO (da analisi dei rischi) UNI 13201-1
Velocità di progetto Km/h	Volumi di traffico	Composizione del traffico	Caregiate separate	Densità delle intersezioni	Veicoli in sosta	Luminosità ambientale	Difficoltà di navigazione	
Elevata	Elevato	Motorizzato	No	Moderata	No	Moderata	Facile	M3
								C2
1	1	0	1	0	0	0	0	M = 6-3 = M3

Dall'analisi di queste condizioni si è determinato che le condizioni di ingresso possono essere declassate fino al livello M3.

È importante sottolineare che tale classificazione vale per tratti di strada rettilinei e privi di intersezioni secondo le limitazioni di calcolo previsti dalle normative stesse relativamente alla posizione degli osservatori per il calcolo della luminanza. Nel nostro caso tale classificazione è importante per definire la classe illuminotecnica delle intersezioni in rotatoria che sono diretta conseguenza del tratto stradale in cui sono inserite.

Nella scelta degli apparecchi e la loro applicazione all'illuminazione viaria si è comunque valutato come requisito essenziale la limitazione verso l'alto del flusso luminoso proveniente dalle sorgenti ai sensi delle normative vigenti, della legislazione nazionale e locale, oltre ai requisiti di buona tecnica derivati dalla letteratura corrente.

4.6 Intersezioni

Come di evince dalle tavole grafiche, il progetto prevede l'illuminazione dei soli tratti di intersezione, con esclusione di tutti i tratti intermedi tra esse.

La norma UNI 11248 e la norma UNI EN 13201, prescrivono interventi particolari in caso di situazioni di contiguità tra tratti stradali diversi: il caso delle intersezioni è trattato in modo particolare individuando la categoria illuminotecnica che presenta un livello luminoso comparabile.

Si sono distinte due situazioni, secondo l'appendice C della norma:

- intersezioni a raso in rotatoria
- intersezioni a livello sfalsato

Per la definizione delle categorie illuminotecniche comparabili a quella del tratto di strada in cui le intersezioni sono inserite si è fatto riferimento al prospetto 5 della UNI 11248 e alle prescrizioni dell'appendice C della medesima.

Tutte le intersezioni in rotatoria presentano dei tratti rettilinei di avvicinamento: per essi sono stati scelti apparecchi con ottica stradale con una disposizione unilaterale destra o sinistra. La disposizione degli apparecchi e la potenza delle sorgenti è riportata in tavola grafica.

Vista la scelta progettuale di illuminare solo i tratti critici dell'intervento di variante, per la definizione della categoria progettuale si è considerato il caso seguente:

4.6.1 Classificazione rotatorie

Dal prospetto 5 della UNI11248 la categoria illuminotecnica M3 è abbinata alla C3.

Secondo l'art. 9.2 della UNI11248, quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse che a loro volta impongono requisiti prestazionali basati sulla luminanza o sull'illuminamento è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile.

Quando la zona contigua costituisce una zona di conflitto, come nel caso di una rotatoria che interrompe una strada, si raccomanda di adottare per detta zona un livello luminoso maggiore del 50% di quello delle strade di accesso.

Pertanto si sceglie una categoria superiore alla C3, ovvero la C2

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO: **C2**

E	$\geq 20 \text{ lx}$
U ₀	≥ 0.4

In aderenza al disposto Normativo i valori di illuminamento medio mantenuto sono pari o comunque non eccedenti il 20% rispetto i minimi previsti.

Per i calcoli illuminotecnici vedasi il documento di progetto OPT002.

4.6.2 Strade di accesso alla rotatoria non illuminata (bracci di accesso e di uscita)

Come sopra detto la categoria illuminotecnica di riferimento per le strade di accesso è:

CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI RIFERIMENTO: **M3**

L	$\geq 1 \text{ cd/m}^2$
U ₀	≥ 0.4

Per evitare il brusco passaggio da zone non illuminate a zone illuminate le strade di accesso sono caratterizzate da un'illuminazione con un livello luminoso caratterizzato da un rinforzo progressivo del livello medio di luminanza all'avvicinarsi alla rotonda. Sulla base delle indicazioni Normative il progetto prevede pertanto una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 s alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione. Considerando una velocità massima di 70-90Km/h per i tratti rettilinei e di 50km/h di percorrenza delle intersezioni il tratto di transizione è pertanto pari a circa 70m.

Per i calcoli illuminotecnici vedasi il documento di progetto OPT002.

4.6.3 Alimentazione, manutenzione e gestione

- impiego di apparecchi di illuminazione stradale e proiettori di tipo carenato, con chiusura rapida, di facile installazione e manutenzione e ottica controllata nei confronti dell'abbagliamento;

- impiego di sistemi di regolazione di flusso al fine di contenere i costi di manutenzione, di esercizio e limitare il flusso disperso in determinati orari per i tratti di superficie;
- uso del doppio isolamento come protezione contro i contatti indiretti (apparecchi in classe II, cavi e accessori con tensione nominale $U_o/U = 0,6/1$ kV).

Le proposte progettuali, per la superficie si sono rivolte ad apparecchi di tipo cut-off, assicurando un elevato controllo dell'abbagliamento; per i tratti urbani si è scelto un apparecchio di arredo urbano con ottica stradale.

Per tutto il tracciato della infrastruttura si sono seguiti i dettami della L.R. 19/2003 della Regione Emilia Romagna e le successive modifiche e integrazioni.

4.6.4 Dimensionamento linee elettriche di alimentazione

Come già precedentemente descritto, ogni rotatoria verrà alimentata da una fornitura dedicata in bassa tensione mediante contatore installato nei punti definiti negli elaborati progettuali. Accanto sarà installato il quadro elettrico di rotatoria da cui partiranno le linee in cavo che alimenteranno l'illuminazione pubblica. Negli elaborati progettuali vengono meglio identificate tutte le tratte e le derivazioni.

Dal calcolo degli assorbimenti, si evince una richiesta di potenza abbastanza esigua pertanto si è optato per un tipo di distribuzione mediante circuiti monofase e con una sezione di cavo univoca, per facilitare la realizzazione dell'impianto, per tutte le tipologie di tratte e per tutte le rotatorie.

5 IMPIANTO RACCOLTA e SOLLEVAMENTO ACQUE METEO SOTTOPASSO

Nell'ambito di intervento della rotatoria tratta C è prevista la realizzazione di un sottopasso per il ripristino della viabilità pedonale e ciclabile esistente. Si prevede di raccogliere le acque del sottopasso mediante griglie e caditoie come rappresentato sulle tavole di progetto. La rete di raccolta sarà interrata e realizzata con tubazioni in PVC fino alla vasca di raccolta posta a pavimento della parte centrale della pista ciclabile. La vasca di raccolta sarà realizzata in cemento armato, avrà dimensioni $3 \times 2,5 \times (H) 2$ m, come da tavole di progetto.

L'impianto di sollevamento delle acque meteoriche avrà una portata di 15 l/s (54 m³/h).

L'impianto sarà costituito da una stazione di sollevamento con n°2 pompe per il rilancio e l'immissione nella vicina rete di drenaggio DN 600, il tutto come da tavole di progetto. Le tubazioni di rilancio delle pompe di sollevamento, avente diametro DN 110, saranno in polipropilene alta densità HD.

L'impianto sarà controllato da un unico quadro elettrico fornito già cablato da fornitore delle pompe e pronto per essere alimentato elettricamente.

Logica di funzionamento stazione di sollevamento sarà, in linea di massima la seguente:

- Funzionamento singolo alternato delle pompe
- Ritardo alla partenza della stazione acque piovane in presenza di piogge intense
- Segnalazione allarmi di livello, portata e pressione

Nella stazione di sollevamento saranno presenti le seguenti apparecchiature:

- n°1 trasmettitore di livello
- n°1 trasmettitore di pressione a 2 livelli (Bassa pressione, Alta Pressione)
- n°1 valvola di regolazione di portata
- n°1 valvola di ritegno
- n°2 valvola di intercettazione
- n°2 Pompe in parallelo per il funzionamento alternato
- n°1 trasmettitore di flusso con indicazione locale della portata

6 ALIMENTAZIONE E GESTIONE DEGLI IMPIANTI

6.1 Caratteristiche generali

Per l'alimentazione degli impianti elettrici a servizio degli impianti di illuminazione pubblica delle rotatorie sarà prevista una fornitura in bassa tensione dedicata per ciascuna rotatoria, come si evince dagli elaborati progettuali.

Le forniture saranno di tipo monofase con una tensione pari a 230 V per la generalità delle rotatorie, con i seguenti dati tecnici (soggetti a conferma dell'Ente erogatore)

Dati tecnici di fornitura energia

<input type="checkbox"/> Classificazione del sistema elettrico	TT
<input type="checkbox"/> Ente erogatore dell'energia	ENEL
<input type="checkbox"/> Tensione trifase	230 V
<input type="checkbox"/> Frequenza	50Hz
<input type="checkbox"/> Icc presunta sul punto di consegna	6kA
<input type="checkbox"/> Stato del neutro	connesso a terra in cabina Ente erogatore

Per la rotatoria tratta C si prevede, vista la presenza dell'impianto di sollevamento descritto al cap. precedente della presente, una fornitura di tipo trifase con tensione pari a 400 V, con i seguenti dati tecnici (soggetti a conferma dell'Ente erogatore)

Dati tecnici di fornitura energia

<input type="checkbox"/> Classificazione del sistema elettrico	TT
<input type="checkbox"/> Ente erogatore dell'energia	ENEL
<input type="checkbox"/> Tensione trifase	400/230V
<input type="checkbox"/> Frequenza	50Hz
<input type="checkbox"/> Icc presunta sul punto di consegna	10kA
<input type="checkbox"/> Stato del neutro	connesso a terra in cabina Ente erogatore

La seguente tabella riporta le forniture previste come identificate sugli elaborati grafici di progetto

Tratta A

Rotatoria	Fornitura	Tipo	Tensione nominale	Sistema di distribuzione	Icc max punto di consegna
RO001	QE_RO001	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO002	QE_RO002	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO004	QE_RO004	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO005	QE_RO005	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA

Tratta B

Rotatoria	Fornitura	Tipo	Tensione nominale	Sistema di distribuzione	Icc max punto di consegna
RO006	QE_RO006	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO008	QE_RO008	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO011	QE_RO011	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA

Tratta C

Rotatoria	Fornitura	Tipo	Tensione nominale	Sistema di distribuzione	Icc max punto di consegna
ROC	QE_ROC	Trifase+N	400V 50Hz	TT	10kA

Tratta D1

Rotatoria	Fornitura	Tipo	Tensione nominale	Sistema di distribuzione	Icc max punto di consegna
RO014	QE_RO006	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO015	QE_RO008	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA
RO016	QE_RO011	Monofase+N	230V 50Hz	TT	6kA

Le condutture saranno costituite da linee in cavo unipolare, isolato in gomma di tipo G7, con guaina in PVC, di tipo FG16R16. Le stesse saranno posate interrate entro cavidotti corrugati serie pesante a doppia parete diametro Ø160 mm, saranno protette dai cortocircuiti, contatti diretti e indiretti, per tutta la loro lunghezza, mediante interruttori di tipo magnetotermico differenziale installati sui quadri elettrici. Le linee saranno in classe II di isolamento.

L'alimentazione dei singoli punti luce sarà effettuata in derivazione dalla dorsale principale. La derivazione sarà eseguita mediante l'uso di appositi giunti di derivazione, del tipo omologato completi di connettori a vite a brugola del tipo a mantello, e dell'idoneo tegolo monitore di protezione. I giunti sono atossici, privi di scadenza e riaccessibili.

Le linee di alimentazione avranno origine dal quadro elettrico installato a valle del contatore di energia, sul quale saranno installati i dispositivi di manovra, protezione e di comando dedicati, secondo le indicazioni dello schema unifilare allegato.

La rete di terra dell'impianto di illuminazione sarà realizzata come di seguito descritto:

- Utilizzo del doppio isolamento per la protezione contro i contatti diretti e indiretti dell'impianto, con l'impiego di apparecchiature in classe II;
- collegamenti equipotenziali con la barra equipotenziale di terra del quadro elettrico di tutte le strutture metalliche del quadro elettrico in esso contenute;
- collegamento al dispersore di terra posto adiacente al quadro elettrico, entro 50cm al massimo, degli scaricatori di sovratensione e sovracorrente di origine atmosferica, mediante cavo tipo FS17 G/V 1x16mm².

Per l'impianto di illuminazione la caduta di tensione sarà inferiore al 3%.

Ai fini del dimensionamento degli impianti le rotatorie sono state raggruppate in ragione del numero di linee in partenza e sono pertanto stati sviluppati i calcoli relativi alle linee dai seguenti quadri:

QE_RO001

QE_RO005

QE_ROC

A favore di sicurezza si è ipotizzato il carico come concentrato a fondo linea. In fase di progettazione esecutiva dovranno essere sviluppati i calcoli per ciascun quadro e per tutte le linee ad essi afferenti.

6.2 Quadri Elettrici

I quadri elettrici saranno costituiti da un gruppo integrato di regolazione e comando e saranno ancorati su di un basamento di fondazione vicino al punto di consegna e saranno costituiti da un armadio in vetroresina atto al contenimento delle apparecchiature di comando e protezione dell'impianto.

Le apparecchiature installate all'interno dei quadri elettrici avranno una portata adeguata al carico, tenendo presente gli sviluppi futuri dell'impianto.

La protezione delle persone contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante componenti di classe II o con isolamento equivalente.

Il quadro elettrico generale di alimentazione dell'impianto di illuminazione alimenterà i vari circuiti a valle. I circuiti di alimentazione degli apparecchi per l'illuminazione della carreggiata saranno collegati con i dispositivi di comando e installati in armadio in vetroresina posto a fianco del vano contatore (vedi schema unifilare).

Per permettere la regolazione uniforme del flusso luminoso e la stabilizzazione della tensione nelle ore notturne secondo quanto richiesto dalla Legge Regionale, le armature saranno dotate di riduttore automatico di potenza in grado di riconoscere la mezzanotte astrale e quindi ridurre il flusso dell'apparecchio al 50% per 8 ore complessive (di cui 2 ore prima e 6 ore dopo).

6.3 Condutture

I conduttori dovranno essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente mediante la posa entro tubazioni.

Le condutture per gli impianti di illuminazione verranno realizzate con tubazioni in PVC corrugato a doppia parete, di diametro tale da garantire un agevole movimentazione dei conduttori secondo le indicazioni di norma, interrate a non meno di 0.5 m di profondità. Il diametro della tubazione sarà comunque almeno pari a 1.4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei conduttori in essa contenuti.

6.4 Cavi

I conduttori previsti sono del tipo:

- unipolari o multipolari in rame, flessibili, isolati in HEPR non propagante l'incendio, sotto guaina in PVC, grado di isolamento non inferiore a 0.6/1kV, tipo FG16R .

I conduttori saranno contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL.

La sezione dei conduttori, specificata nello schema unifilare dei quadri elettrici corrispondenti, è stata calcolata in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti in modo da:

- limitare la caduta di tensione da vuoto a pieno carico entro il 3% della tensione nominale, per non precludere futuri ampliamenti dell'impianto;
- non superare i valori delle portate di corrente ammesse dalle tabelle CEI UNEL vigenti;
- garantire la protezione della conduttura da parte delle protezioni installate immediatamente a monte.

Ai fini della determinazione del carico reale massimo, viene preso in considerazione il carico effettivo massimo di ogni utilizzazione, compresi i consumi del sistema di cablaggio e alimentazione.

Eventuali derivazioni dovranno essere realizzate con appositi morsetti e protette con appositi giunti in gel, con grado di protezione minimo IP68, a garantire la perfetta tenuta all'acqua e all'umidità.

6.5 Derivazioni Elettriche

Gli allacciamenti elettrici delle lampade montate su sostegno alle linee di alimentazione derivate dalla dorsale principale, dovranno essere realizzati utilizzando giunti di derivazione riempiti con gel del tipo omologato completi di accessori, connettori a vite a brugola del tipo a mantello, preisolati e, per le installazioni in pozzetto, dell'idoneo tegolo monitore di protezione. I giunti saranno atossici, privi di scadenza e riaccessibili.

6.6 Sostegni

Le armature stradali saranno installate su pali conici in acciaio zincato di altezza fuori terra pari a 8-10 mt. con attacco testa-palo.

I pali troncoconici saranno ottenuti mediante formatura a freddo di lamiera in acciaio S235JR EN 10025 e successiva saldatura longitudinale esterna eseguita con procedimento automatico (arco sommerso) omologato.

Tolleranze dimensionali UNI EN 40/2 - UNI EN 10051.

La zincatura viene ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso. Lo spessore dello strato di zinco sarà conforme alle normative UNI EN 40.

Altezza fuori terra m. 8; parte interrata m 0,80.

Diametro base 158 mm, diametro sommità 60 mm, spessore 4 mm.

Dotazione accessori quali foro/asola entrata cavi e morsetto di m.a.t.

Colorazione RAL 7047

I pali saranno montati su plinti di fondazione in cls. alloggiati in banchina in modo da garantire le distanze minime richieste per i pali alloggiato, dalla classe di contenimento delle barriere se esistenti.

Ove richiesto per motivi di sicurezza ed indicato sugli elaborati grafici di progetto i pali saranno del tipo abbattibile.

In corrispondenza di ogni plinto, o integrato nel medesimo, sarà predisposto un pozzetto di ispezione con chiusino apribile.

6.7 Apparecchi illuminanti

E' previsto l'impiego di apparecchi con ottica stradale rispondenti alle sotto elencate caratteristiche e comunque accettate dalla D.L.:

- Corpo e telaio in pressofusione di alluminio verniciato con polveri poliestere colore RAL 7047 (da confermare a cura della DL).
- Attacco palo in pressofusione di alluminio verniciato dello stesso colore dell'armatura. Adatto per installazioni a testa palo o sbraccio diam. 60-76 mm
- Clip di apertura;
- Sorgente luminosa costituita dalla combinazione di più moduli LED. Ogni modulo equipaggiato con LED multichip ad elevate prestazioni.
- Ottica realizzata con lenti specifiche in tecnopolimero trasparente ad alta trasmittanza
- Guarnizione in silicone ad alto potere di compensazione
- Pressacavo antistrappo M20 x 1,5mmq in poliammide, per cavo diam. 10-14mm
- Viteria esterna in acciaio INOX
- Alimentatore elettronico per tensioni nominali 220/240 V 50/60Hz
- Morsetto di alimentazione con sezionatore automatico, per cavi 2,5 mm² che all'atto dell'apertura consente di scollegare automaticamente la rete.
- Apparecchio a marchio CE;
- Grado di protezione: IP66;
- Classe II;
- Tonalità cromatica : 4000 K

Nel documento OPT002 e sugli elaborati grafici di progetto sono riportate le schede tecniche dell'apparecchio illuminante utilizzato nei calcoli, la marca ed i modelli sono indicati con il fine di identificare le ottiche di riferimento per la selezione finale dei prodotti in fase di progettazione esecutiva.

6.8 Risparmio Energetico

REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

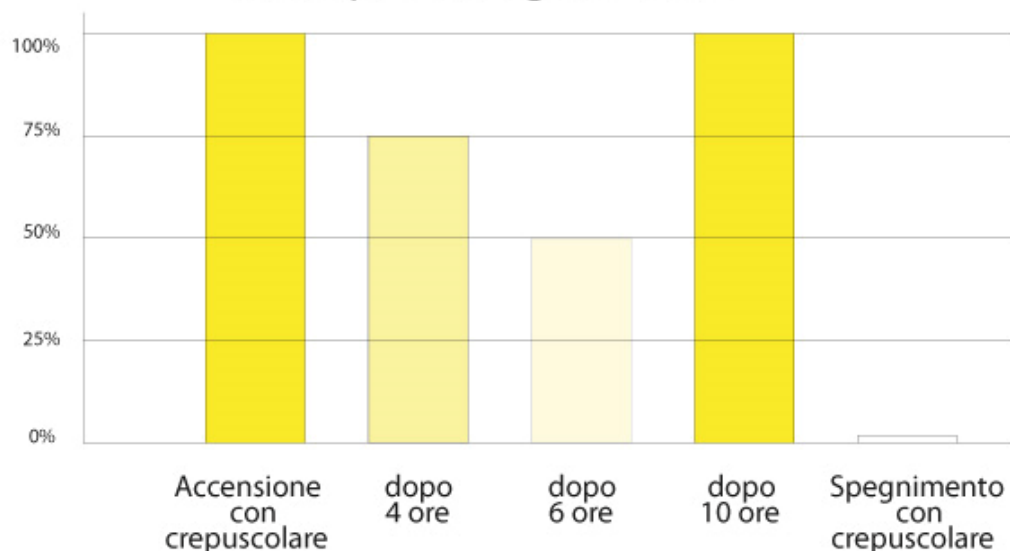
Per sfruttare appieno le potenzialità di risparmio energetico offerte dai LED, gli apparecchi integrano un sistema elettronico basato su microprocessore per il controllo del flusso luminoso che consente una regolazione continua dallo zero al 100% con proporzionale risparmio energetico.

Questo consente di fare funzionare l'apparecchio d'illuminazione a potenza ridotta per alcune installazioni, secondo periodi programmabili.

Per semplificare l'applicazione della luce dinamica, l'apparato può essere programmato durante l'installazione secondo un certo numero di scenari stabiliti che possono essere attivati a tempo dal momento dell'accensione o ad un orario stabilito, oppure a tempo al raggiungimento di una soglia del sensore di luminosità.

Nel caso specifico, il quadro elettrico sarà dotato sia di relè crepuscolare che da orologio astronomico, i quali lavoreranno in serie. Tali relè controlleranno l'accensione dei circuiti di illuminazione. Gli apparecchi, dotati di riduttore di flusso luminoso programmabile, all'accensione, funzioneranno al 100%, dopo 4 ore passeranno al 75%, dopo 6 ore passeranno al 50% e dopo 10 ore torneranno al 100% di regolazione del flusso. Gli apparecchi saranno poi spenti quando il crepuscolare generale toglierà corrente alla linea.

Esempio di regolazione



Il dispositivo è integrato nell'apparecchio, la commutazione del relay avviene tra 2 contatti di scambio che permettono ai driver di essere in funzione o meno a seconda di come è stato realizzato il cablaggio.

La media tra il periodo di accensione (tramonto) e di spegnimento (alba) del sistema di illuminazione è il punto di riferimento per il dispositivo e viene indicato come "mezzanotte naturale". Un microprocessore calcola il tempo di commutazione desiderato partendo da questo punto di riferimento. Le impostazioni di fabbrica sono 3 ore prima (circa le 22) e 4 ore dopo (circa le 5) rispetto alla "mezzanotte naturale". La durata può essere facilmente modificata dall'utente finale in qualsiasi momento.

