

GRUPO



SOLUÇÕES
SUSTENTÁVEIS

PENSOU EM **ENERGIA**, TEMOS A **SOLUÇÃO!**



1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O presente projeto executivo foi elaborado para orientar a execução da instalação elétrica, que contempla a iluminação pública da Rod. Lazaro Cordeiro de Campos que está sendo duplicada na cidade de Bofete.

Este memorial fixa as condições a que devem satisfazer as instalações elétricas, a fim de garantir seu funcionamento adequado, a segurança de pessoas e a conservação dos bens.

A EMPRESA

Somos um grupo especializado em soluções sustentáveis para sistemas elétricos e gestão de energia. Temos como foco a otimização de processos visando promover o consumo sustentável de energia nas empresas e instituições.

Nossas soluções visam resolver os problemas de energia enfrentados pelos nossos clientes em todas as áreas. Elaboramos e executamos projetos para diversos segmentos como **escolas, hospitais, comércios, indústrias, ONGs e o poder público.**

PROJETOS PERSONALIZADOS

Atendendo as necessidades dos clientes do início ao fim.

P&D ASBUILT SPDA

SUBESTAÇÕES

GERADOR FOTOVOLTAICO

Solução completa para projetos residenciais, comerciais e industriais.

MÓDULOS INVERSORES CABO SOLAR

ESTRUTURA METÁLICA

PROJETOS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Substituição de equipamentos obsoletos por opções mais eficientes.

MOTORES LED BANCO DE CAPACITORES

USINA FOTOVOLTAICA MOBILIDADE PEE

MERCADO LIVRE DE ENERGIA

Fazemos a gestão do mercado cativo e livre, comercializador varejista, compra e venda de energia, geração distribuída e gestão de geradores.

ILUMINAÇÃO

Atuamos do início ao fim, desde os estudos luminotécnicos até elaboração de projetos, instalação e telegestão (SMART CITIES).

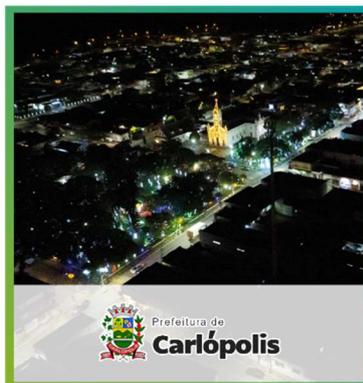
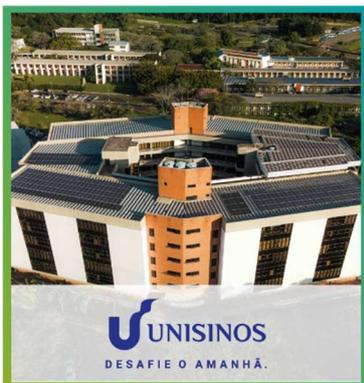
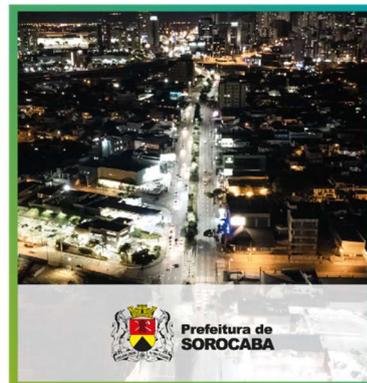
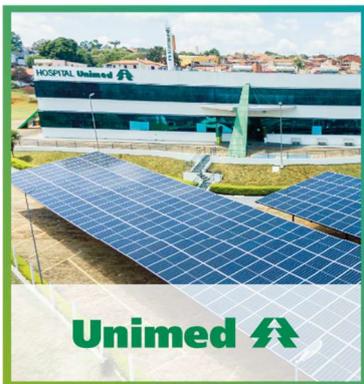
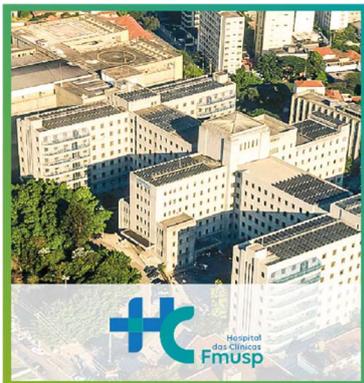
PÚBLICA INDOOR LÂMPADAS E LUMINÁRIAS LED

REFLETORES EXTERNOS E INTERNOS

OUTROS SERVIÇOS DE ENGENHARIA

Ligação e alteração de carga, construção e manutenção elétrica, Power Quality, RISE, elaboração de projetos.

ALGUNS PROJETOS EXECUTADOS



NOSSA MATRIZ E FILIAIS



Executamos projetos em todo território nacional com filiais em outros 5 estados. Contamos também com nossa unidade internacional, em Orlando/EUA.



GRUPO CERTIFICADO



Acreditamos que sustentabilidade é possibilitar a vida, o crescimento e as relações naturais de maneira justa, diversa, viável, ecológica e renovável. Nossos projetos visam a redução dos custos com manutenção, redução do consumo de energia e emissão de CO₂.

Por isso buscamos criar relações inteligentes com o meio ambiente, com uma perspectiva que vai muito além do hoje, para podermos construir um novo amanhã para novas gerações.

“Acreditamos que com a Energia Renovável Transformaremos o mundo!”

2 APRESENTAÇÃO DOS ESTUDOS

A empresa VA engenharia, em atendimento ao solicitado no memorial de descritivo e conforme os alinhamentos e levantamentos em campo, entrega nesta oportunidade o projeto de engenharia elétrica para a implantação da iluminação pública na Rodovia Lázaro Cordeiro de Campos.

Este memorial de projeto executivo tem a finalidade de expor as principais características e dimensionamentos necessários para execução das instalações elétricas da iluminação ornamental a ser implantada.

2.1 Normas Técnicas Aplicadas

- NBR 5410 – Instalações Elétricas de Baixa Tensão;
- NBR 15465 – Sistemas de Eletrodutos Plásticos para Instalações Elétricas de Baixa Tensão – Requisitos de desempenho;
- NBR 5471 – Condutores Elétricos;
- NBR 13571 – Haste de Aterramento Aço-cobreada e Acessórios;
- NBR 5598 – Eletroduto Rígido de Aço-carbono com Revestimento Protetor, com rosca NBR 6414;
- NR 10 – Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade;
- NBR 5101 – Iluminação Pública;

3 ILUMINAÇÃO PÚBLICA DECORATIVA

3.1 Localização da Instalação

A obra referente, trata-se da duplicação e restauração da Rodovia Lázaro Cordeiro de Campos na cidade de Bofete interior de São Paulo

Com a construção de duas vias e canteiro central, será necessária instalação de dispositivos de sinalização e de iluminação.

A figura 1 apresenta a local onde o projeto irá ser implantado e suas adjacências.



Figura 1 - LOCAÇÃO GEOGRÁFICA;
-23.09692958325486, -48.25856326422369

4 ILUMINAÇÃO PÚBLICA ORNAMENTAL

4.1 Dados Gerais

Potência da luminária (W): 150

Tensão de fornecimento: 220V;

Tipo da localidade do projeto: Iluminação de vias públicas para tráfego de veículos e pedestres.

4.2 Disposições Preliminares

A execução de todos os serviços deverá obedecer rigorosamente às indicações constantes no projeto conforme descrições.

Para execução dos serviços deverão ser obedecidas rigorosamente as especificações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e em especial os seguintes pontos:

- Todas as instalações deverão ser executadas com excelente acabamento, conforme recomenda a boa técnica;
- Somente deverão ser utilizados materiais de primeira qualidade, fornecidos por fabricantes idôneos e de reconhecido conceito no mercado, devidamente qualificados;
- Os condutores deverão ser instalados de tal forma que os isentem de esforços mecânicos incompatíveis com sua resistência ou com a do isolamento ou revestimento;
- Os condutores somente deverão ser lançados depois de estarem completamente concluídos todos os serviços de construção que os possam danificar;
- Todos os materiais deverão ser antichamas;
- Toda a infraestrutura deverá ser lançada, conforme especificada em projeto;
- Os serviços deverão ser executados por empresa com mão-de-obra qualificada devidamente registrada no Conselho Regional de Engenharia (CREA) e deverão obedecer rigorosamente às instruções contidas nestas especificações, bem como as contidas nas normas técnicas e métodos da ABNT, especialmente a NBR 5410;
- Para garantir que o projeto a ser implantado tenha as características desejadas pelo cliente, à empresa contratada para execução da instalação deverá possuir capacidade técnica para executar o projeto, comprovando através de atestados de capacidade técnica compatíveis com o objeto deste e devidamente certificados pelo CREA;

4.3 Postes a serem instalados

O projeto prevê a instalação de 57 novos postes, sendo eles 29 postes com uma pétala e 12 metros de altura, 26 postes com duas pétalas e 12 metros de altura e 2 postes com três pétalas e 12 metros de altura, o que totalizará 87 novas luminárias. Abaixo pode-se observar um exemplo do poste metálico sendo montado na configuração com 2 pétalas.

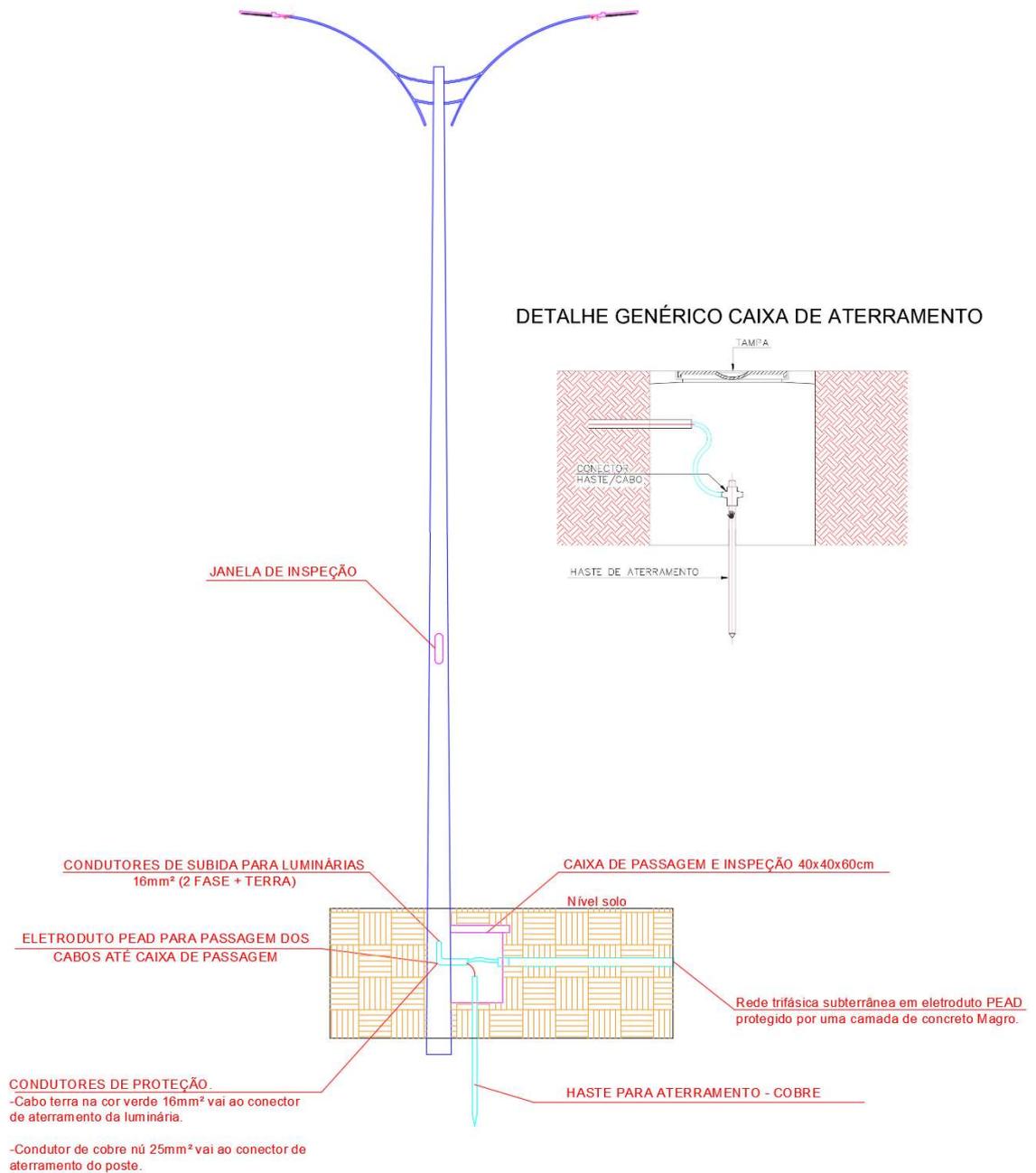


Figura 2- Poste metálico com duas pétalas e janela de inspeção elevada

4.4 Braço Decorativo Cilíndrico para Iluminação Pública

Braço Decorativo para fixação de duas luminárias na configuração de 180°, confeccionado em tubo de aço SAE 1010/20.

4.4.1 Características do Braço Decorativo

- Espessura mínima dos tubos: 2,65 mm.
- Espessura mínima da chapa de aço: 2,00 mm.
- Parafusos de fixação e demais acessórios todos em aço inoxidável ou galvanizado a fogo.
- Dimensão do braço na horizontal é de 3.5 metros a partir do poste.
- ACABAMENTO: Galvanizado e pintado.
- GALVANIZAÇÃO: Galvanizado a fogo com espessura mínima de 70 micra, conforme NBR 6323. Não passivado para melhor aderência da pintura sobre o zinco.
- PINTURA: Pintado com tinta epóxi monocomponente de ótima secagem e aderência, formando um filme com características estéticas, protetivas e anticorrosivas.
- COR: a ser definida pelo setor solicitante.
- IDENTIFICAÇÃO: Os braços deverão apresentar marcações abaixo descritas, que serão indelevelmente gravadas pelo fabricante.
 - Item: Nome ou Logotipo que identifique o fabricante.
 - Item: Mês e Ano de fabricação.
 - Sigla PB (Prefeitura de Bofete).
 - As letras não poderão ter altura inferior a 5 mm e superior a 50 mm.
 - As marcações deverão ser dispostas uma embaixo da outra de forma paralela.
- **Garantia mínima:** 10 (dez) anos referentes à galvanização.

4.5 Ponto de Entrega de Energia

Define-se ponto de entrega, onde se fará a ligação das instalações elétricas do trecho de iluminação.

Essa ligação deve ser efetuada com Medidor com Lente (Padrão CPFL), instalado no próprio poste, conforme orientação CPFL.

Os pontos de conexão foram definidos em visita ao local, observando postes disponíveis e melhor opção de atendimento. Todos os pontos estão detalhados no projeto DWG.

4.6 Cabos a Serem Utilizados

Deverão ser utilizados cabos de cobre com seção de 6mm² na cor preta para fases e 6mm² na cor verde para aterramento, todos com isolação para 1kV em atendimento a NBR5410, toda a quantidade calculada de cada cabo consta na tabela “Relação de Materiais”.

4.7 Proteção na Baixa Tensão

Para proteção contra descarga elétrica será instalado um Interruptor Diferencial Bipolar de 25A, 30mA por poste a ser instalado na janela de inspeção.

4.8 Acionamento

Para o acionamento dos trechos de iluminação deverão ser instalados quadros de comando junto aos medidores nos postes contendo os relés fotoelétricos. Deverá ser montado em poste da medição, e ser ligado após a medição da concessionária. Será constituído de condutores em cobre de 16mm², aterramento, contator 50A 2NA+2NF, ferragens de fixação, box reto, arruela e bucha eletroduto, relé fotoeletrônico. O comando deverá seccionar/comutar automaticamente (através de relé).

4.9 Proteção Mecânica dos Cabos

Para a passagem subterrânea e conexão ao interior dos postes metálicos serão instalados Eletroduto tipo PEAD (polietileno de alta densidade) com diâmetro de 1 ½“. Estão considerados nos serviços escavação mecânica de vala com 0,5x1,0x1,0m, apiloamento de 0,30x1,0m, concreto FCK 13,50MPA com volume de 0,10x0,10x1,0m e lançamento com o mesmo volume anterior e reaterro manual. As conexões entre a rede principal de energia (condutores 6mm²) e os condutores internos ao poste deverão ser realizados no interior das caixas de passagem, sendo as conexões realizadas através de split bolt, fita alta fusão e fita isolante.

4.10 Quadro para Comando:

Será constituído de quadro de montagem elétrica dimensões externas mínimas de 573x360x100mm (IP 55), eletrodutos de entrada e saída de 1 ½”.

4.11 Caixas de Passagem

Para a passagem dos cabos serão instaladas caixas de passagem elétricas próximas a cada poste e nas extremidades das travessias das pistas, conforme apresentado no projeto DWG. Deverá ser considerado escavação manual com 0,40x0,40x0,60m, apiloamento de 0,40x0,40m e reaterro manual.

4.12 Aterramento

O sistema de aterramento será feito conforme o esquema Terra- Terra (TT), onde cada poste terá sua estrutura metálica individualmente ligada a três hastes de aterramento 12 x 2,4m cabo de cobre nu 10mm conexão por conector tipo Crosby bicromatizado encoberta com massa calafetar. As hastes deverão ter uma distância mínima entre si equivalente ao próprio comprimento das hastes. Abaixo exemplo do esquema TT e imagem ilustrativa.

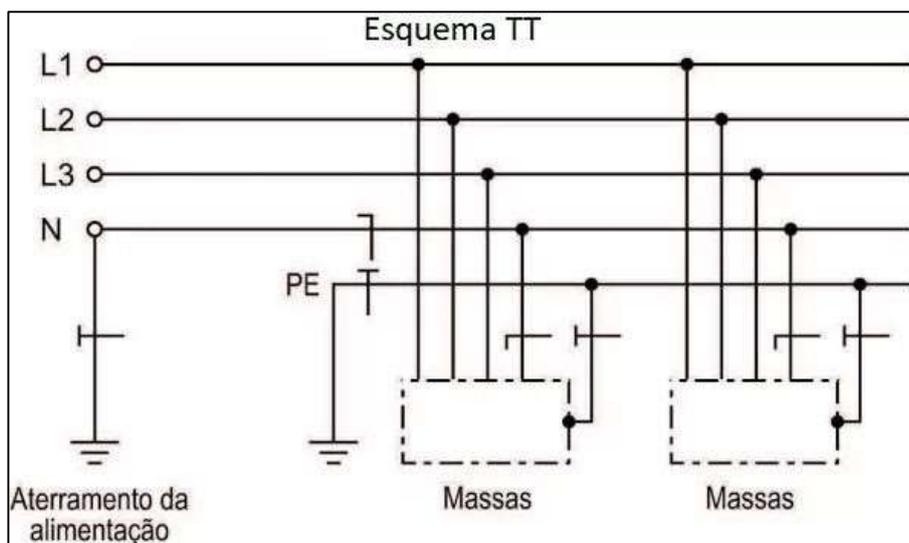


Figura 3- Esquema de aterramento TT (Terra-Terra)

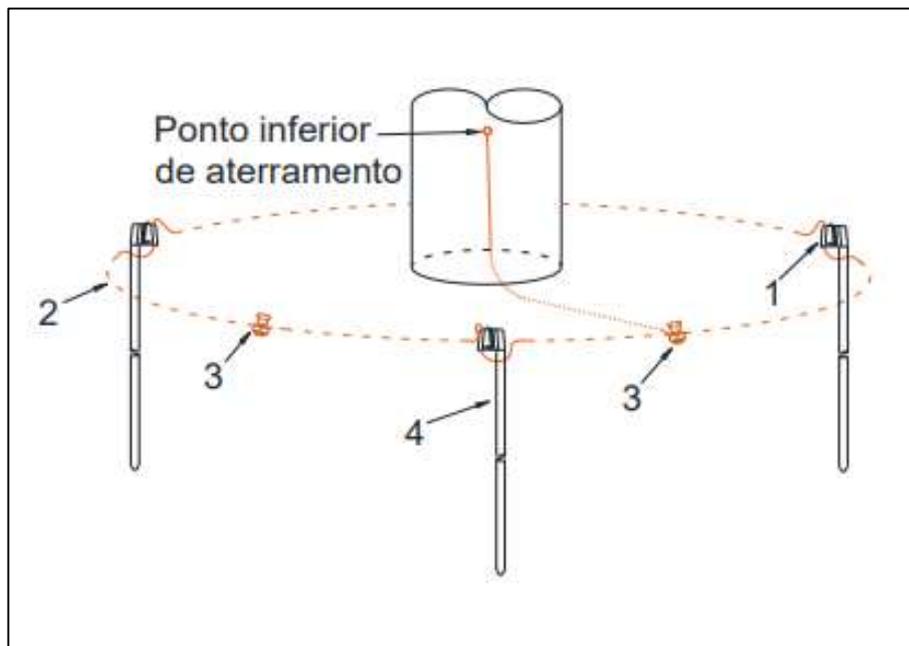


Figura 4 - Ilustração do método de aterramento

4.13 Vala para eletroduto

Foi previsto no projeto a escavação de valas com profundidade de 50cm e largura de 30cm para assentamento de eletrodutos PEAD.

O aterro da vala deverá ser feito em camadas sucessivas de 20 e 15cm, sendo cada camada bem compactada antes que a próxima seja lançada. O material utilizado para o reaterro deverá ser isento de pedras de grande porte, pedaços de concreto e materiais estranhos, tal como entulho etc.

4.14 Especificação dos postes e luminárias

Resumo das características dos equipamentos previsto para funcionamento do sistema:

- **Postes:** Poste classe 40, de aço SAE 1010/1020 cônico contínuo, reto tipo engastado, acabamento zincado por imersão a quente, altura útil de 12 metros, classe 100, janela de inspeção a 3,00 metros em relação ao nível do solo.

Altura: 12m

Dimensão Base: 186 mm

Dimensão Topo: 76 mm

Janela de Inspeção: 80 x 250 mm

Espessura da chapa mínimo: 3 mm

Número de Chumbadores: 04

Espaçamento entre Furos: 205 mm

Chumbadores/Diâmetro do Furo: 3/4" / 22mm – 500mm

Luminárias: Deverá ser utilizado o modelo **SL-15076183CZ02 – LED 150W / 144Lm/W** da Ledstar, aprovado pelo estudo luminotécnico.

5 PROJETO ELÉTRICO

5.1 Introdução

Para o presente projeto serão utilizadas luminárias LED de alta eficiência, que possuem as seguintes características e atendem a todos os itens do edital.

- **Corpo Sistema Óptico Lentes:** Produzido em liga de alumínio injetado sob alta pressão: Placa de LED, potência 150 W / Material utilizado para lente PMMA de alto desempenho sob altas temperaturas, resistência à radiação ultravioleta;
- **Alimentação / Frequência:** 120V a 277V; 50/60 Hz; FP>0,92; THD;
- **Temperatura de Cor:** 5000K;

- **Grau de Proteção:** IP-66;
- **Condição de Operação:** Temp. -5 à +50°C;
- **Vida útil:** 78.000 horas;
- **Índice de reprodução de cor:** >70
- **Proteção contra impacto:** IK09
- **Junta:** Confeccionadas em silicone de alta durabilidade e resistência térmica;
- **Cabos de ligação:** De cobre flexível isolados para suportar pulsos de tensão e temperaturas elevadas, fornecidas com terminais para conexão;
- **Altura de Instalação:** 12 m (150 W);
- **Acabamento:** Pintura eletrostática em poliéster na cor cinza;
- **Normas aplicáveis:** NBR IEC 60598-1:2010 / NBR 15129 / NBR IEC 5101 / NBR IEC 5123 / ANSI136.41:2013 NEMA;
- **Driver:** Luminária fornecida com driver, para controle e acendimento dos LEDs, conforme as normas NBR-16026:2012 / NBR IEC 61347-2-13.
- **Fixação ao poste:** A fixação da luminária ao poste, com entrada de diâmetro de 48,2mm, deve incluir um parafuso passante de segurança que impeça qualquer rotação ou desprendimento da luminária decorrente de oscilações sofridas pelo poste.
- A janela de inspeção deve localizar-se a uma altura de 3,0m em relação ao solo, com dimensões mínimas de 80mmx250mm;

5.2 Cálculo Luminotécnico

5.2.1 Definições

- **Iluminância (E):** Limite da razão do fluxo luminoso recebido pela superfície em torno de um ponto considerado, para a área da superfície quando esta tende para o zero;
- **Fator de Uniformidade da iluminância (U):** Razão entre a iluminância mínima e iluminância média em plano especificado:

$$U = \frac{E_{\min}}{E_{\text{méd}}}$$

Onde:

E_{\min} = Iluminação Mínima

$E_{\text{méd}}$ = Iluminação Média

- **Luminância:** É uma medida da densidade da intensidade de uma luz refletida numa dada direção, cuja unidade é a candela por metro quadrado (cd/m²). A Luminância da superfície da via influi na sensibilidade do olho do motorista e no contraste dos objetos

na pista relativo ao seu fundo, portanto, tem uma influência direta no desempenho visual dos condutores;

- **Uniformidade de Luminância:** Uniformidade adequada de Luminância é importante para o desempenho visual e conforto do motorista. O critério de uniformidade do ponto de vista do desempenho visual é a razão entre $L_{mín}$ e $L_{méd}$, chamada de Uniformidade Global U_0 , porém mais um critério deve ser considerado visando o conforto visual. Este critério é expresso pela razão entre $L_{mín}$ e $L_{méd}$ medida ao longo de uma linha através da posição do observador no centro de cada pista e na direção do fluxo do tráfego. Esta razão é chamada de razão de Uniformidade Longitudinal U_l . Os níveis de Uniformidade variam de 0 a 1 onde 1 é completamente uniforme.

5.2.2 Resultados Simulação Iluminação

Abaixo pode-se observar os resultados obtidos através da simulação no software DIALux evo.

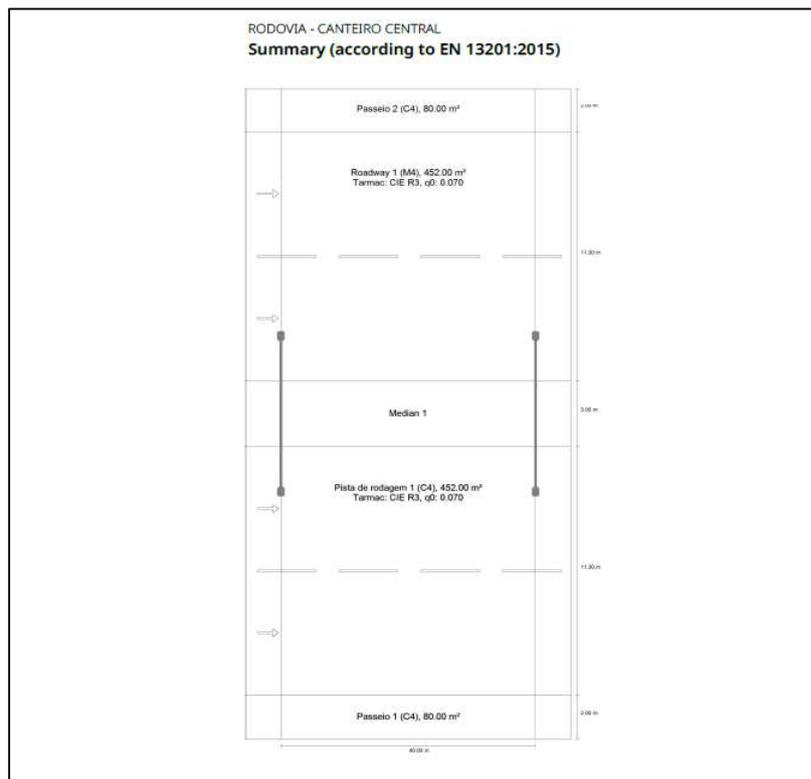
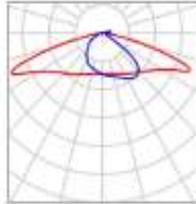
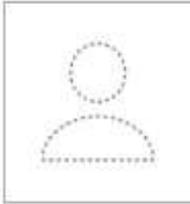


Figura 5 - simulação canteiro central

RODOVIA - CANTEIRO CENTRAL

Summary (according to EN 13201:2015)



Manufacturer	Not yet a DiALux member	P	149.1 W
Fitting	1x	Φ_{Lamp}	21584 lm
		$\Phi_{Luminaire}$	21585 lm
		η	100.00 %

156.IES (Median, 2 per pole)

Pole distance	40.000 m
(1) Light spot height	12.000 m
(2) Light point overhang	2.000 m
(3) Boom inclination	5.0°
(4) Boom length	3.505 m
Annual operating hours	4000 h: 100.0 %, 298.2 W
Consumption	7455.0 W/km
ULR / ULOR	0.00 / 0.00
Max. luminous intensities	≥ 70°: 579 cd/klm
Any direction forming the specified angle from the downward vertical, with the luminaire installed for use.	≥ 80°: 154 cd/klm
	≥ 90°: 9.01 cd/klm
Luminous intensity class	G*1
The luminous intensity values in (cd/klm) for calculation of the luminous intensity class refer to the luminaire luminous flux according to EN 13201:2015.	
Glare index class	D.3
MF	0.90

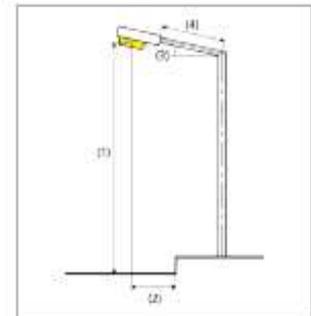


Figura 6 - SIMULAÇÃO CANTEIRO CENTRAL

RODOVIA - CANTEIRO CENTRAL

Summary (according to EN 13201:2015)

Results for valuation fields

A maintenance factor of 0.90 was used for calculating for the installation.

	Symbol	Calculated	Target	Check
Passeio 2 (C4)	$E_{av}^{(2)}$	16.54 lx	≥ 5.00 lx	✓
	$U_0^{(2)}$	0.85	≥ 0.20	✓
Pista de rodagem 1 (M4)	L_{av}	1.54 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_0	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_B	0.76	≥ 0.30	✓
Pista de rodagem 1 (C4)	$E_{av}^{(2)}$	22.11 lx	≥ 20.00 lx	✓
	$U_0^{(2)}$	0.70	≥ 0.30	✓
Passeio 1 (C4)	$E_{av}^{(2)}$	16.54 lx	≥ 5.00 lx	✓
	$U_0^{(2)}$	0.85	≥ 0.20	✓

(2) Setpoint changed by the planner, deviant to the norm

Results for energy efficiency indicators

	Symbol	Calculated	Consumption
RODOVIA - CANTEIRO CENTRAL	D_p	0.013 W/lx*m ²	-
156.IES (Median)	D_e	1.1 kWh/m ² yr	1192.8 kWh/yr

Figura 7- SIMULAÇÃO CANTEIRO CENTRAL

RODOVIA - CANTEIRO CENTRAL

Pista de rodagem 1 (M4)

Results for valuation field

	Symbol	Calculated	Target	Check
Pista de rodagem 1 (M4)	L_w	1.54 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	R_{EI}	0.76	≥ 0.30	✓

Results for observer

	Symbol	Calculated	Target	Check
Observer 1 Position: -60.000 m, 19.125 m, 1.500 m	L_w	1.54 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²	✓
	U_o	0.55	≥ 0.40	✓
	U_l	0.83	≥ 0.60	✓
	TI	8 %	≤ 15 %	✓
	Observer 2 Position: -60.000 m, 24.775 m, 1.500 m	L_w	1.69 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m ²
U_o		0.58	≥ 0.40	✓
U_l		0.87	≥ 0.60	✓
TI		6 %	≤ 15 %	✓

Figura 8 - Resultado da Simulação - canteiro central

6 CÁLCULOS DOS CIRCUITOS

6.1 Área útil dos eletrodutos

Podemos calcular a área útil do eletroduto de PEAD, Ø 1 ½". (considerando, 1 ½" em milímetros é igual a 40mm, informado pelo fabricante), como sendo:

$$S_t = \frac{\pi}{4} [(D_{em} - \Delta D_e) - 2 \times E_p]^2$$

S_t → Área útil do eletroduto em mm²;

D_{em} → Diâmetro externo médio do eletroduto em mm (dado contido da ABNT NBR 15465);

ΔD_e → Variação em diâmetro do eletroduto em mm (dado de tolerância contido da ABNT NBR 15465)

E_p → Espessura da parede do eletroduto em mm (dado do catálogo do fabricante)

Retirando as informações do catálogo do fabricante Kanaflex, obtemos as seguintes informações:

DIÂMETRO				
NOMINAL		INTERNO	EXTERNO	ESPESSURA DE PAREDE
pol.	mm	mm	mm	(mm)
1.1/4"	32	26,0	32,0	3,0
1.1/2"	40	34,0	40,0	3,0
2"	50	42,6	50,0	3,7

Figura 16 - Medidas do Eletroduto OPTILEX do fabricante KANAFLEX Fonte: <http://www.kanaflex.com.br/produtos/pt/OPTILEX>

Pela ABNT NBR 16465, os eletrodutos apresentam erros em suas medidas nominais, as tolerâncias podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Tabela de Tolerância das Medidas dos Eletrodutos Retirada da ABNT NBR 16465

Dimensões em milímetros

Diâmetro nominal DN	Eletroduto soldável		Eletroduto roscável	
	d _{em}	Tolerância	d _{em}	Tolerância
20	20,0	+ 0,3	21,1	± 0,3
25	25,0	+ 0,3	26,2	± 0,3
32	32,0	+ 0,3	33,2	± 0,3
40	40,0	+ 0,4	42,2	± 0,3
50	50,0	+ 0,4	47,8	± 0,4
60	60,0	+ 0,4	59,4	± 0,4
75	75,0	+ 0,4	75,1	± 0,4
85	85,0	+ 0,4	88,0	± 0,4
110	110,0	+ 0,4	113,1	± 0,4

Aplicando a seguinte equação, citada acima, temos:

$$S_t = \frac{\pi}{4} [(42,2 - 0,3) - 2 \times 3]^2 = 1.012,23 \text{ mm}^2$$

Área ocupada pelos condutores de 6 mm² pode ser calculada como sendo:

$$S_{cond} = \frac{N_{cf} \times \pi \times D_{cf}^2}{4}$$

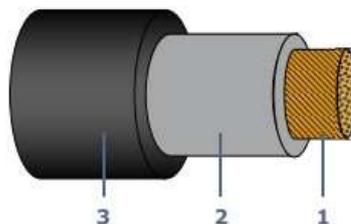
S_{cond} → Área ocupada pelos condutores em mm²;

N_{cf} → Número de condutores no eletroduto;

D_{cf} → Diâmetro externo do condutor em mm (dado retirado do fabricante)

Retirando as informações do catálogo do fabricante de cabos Síl., obtemos as seguintes informações:

Cabo VOLTENAX Cu 0,6/1 kV



Dados técnicos						
Seção	Número de condutores	Isolação		Cobertura		Peso
		Espessura	Diâmetro	Espessura	Diâmetro	
Technical data						
Section	Number of conductors	Insulation		Outer sheath		Weight
		Thickness	Diameter	Thickness	Diameter	
(mm ²)	-	(mm)	(mm)*	(mm)	(mm)*	(kg/km)*
1,5	1	0,7	3,0	0,9	4,9	35,5
2,5	1	0,7	3,4	0,9	5,3	46,5
4	1	0,7	4,0	0,9	5,8	63,5
6	1	0,7	4,5	0,9	6,4	85,0
10	1	0,7	5,1	1,0	7,2	125,5
16	1	0,7	6,1	1,0	8,1	185,5
25	1	0,9	7,7	1,1	10,0	285,5
35	1	0,9	8,8	1,1	11,1	380,0
50	1	1,0	10,2	1,2	12,7	510,0
70	1	1,1	11,9	1,2	14,4	710,0
95	1	1,1	13,7	1,3	16,5	960,0
120	1	1,2	15,3	1,3	18,6	1.210,0
150	1	1,4	17,1	1,4	20,8	1.490,0
185	1	1,6	19,4	1,4	22,8	1.850,0
240	1	1,7	21,9	1,5	25,5	2.400,0
300	1	1,8	24,4	1,6	28,3	2.970,0
400	1	2,0	27,5	1,7	31,6	3.780,0
500	1	2,2	31,1	1,8	35,3	4.810,0
630	1	2,4	35,4	2,0	40,1	6.185,0

*Diâmetros e massas apresentados são nominais e, portanto, sujeitos às tolerâncias previstas nas normas /
 Diameter and masses show are nominal and, therefore subject to the tolerances specified in standards.

Fonte: https://br.prysmiangroup.com/sites/default/files/atoms/files/LV_008_01_PT_Voltenax_Cu_1kV.pdf

Aplicando a equação da área ocupada pelos condutores, temos:

$$S_{cond} = \frac{3 \times \pi \times 7,2^2}{4} = 122,083 \text{ mm}^2$$

Área ocupada pelos 3 condutores de 10 mm², dentro do eletroduto é de 122,083 mm².

Como o número de condutores é igual a 3 condutores no mesmo eletroduto, a área máxima ocupada deverá ser de 40%, conforme NBR 5410. Um eletroduto de tamanho 40 (1 1/2") pode ter uma área ocupada de 404,9 mm².

A área ocupada pelos condutores no eletroduto de 1 1/2" será de no máximo 30,15%, o que atende os requisitos da NBR 5410.

Entretanto, existirá um trecho contendo até 6 condutores dentro do mesmo eletroduto de 1 1/2". Sendo assim, abaixo está o cálculo da ocupação dos cabos com 6 condutores.

$$S_{cond} = \frac{10 \times \pi \times 7,2^2}{4} = 244,1664 \text{ mm}^2$$

A área ocupada pelos condutores no eletroduto de 1 1/2" será de no máximo 60,03%, o que atende os requisitos da NBR 5410.

6.2 Queda de Tensão dos Condutores

Os limites de queda de tensão estabelecidos na norma NBR 5410, estão reproduzidos na Tabela 2. Tais limites referem-se à queda de tensão entre a origem de uma instalação e qualquer ponto de utilização desta, dados em relação ao valor da tensão nominal da instalação.

LIMITES DE QUEDA DE TENSÃO		
	Iluminação	Outros usos
A – Instalações alimentadas diretamente por um ramal de baixa tensão, a partir de uma rede de distribuição pública de baixa tensão;	4%	4%
B – Instalações alimentadas diretamente por subestação de transformação ou transformador, a partir de uma instalação de alta tensão;	7%	7%
C – Instalações que possuam fonte própria.	7%	7%

Tabela Limites de Queda de Tensão Estabelecidos Pela NBR 5410

Notas:

- Nos casos B e C as quedas de tensão nos circuitos terminais não devem ser superiores aos valores indicados em A;
- Nos casos B e C, quando as linhas principais de instalação tiverem um comprimento superior a 100m, as quedas de tensão podem ser aumentadas de 0,005% por metro de linha superior a 100m, sem que, no entanto, essa suplementação seja superior a 0,5%;

O Cálculo de Queda de tensão pode ser obtido a partir da equação abaixo:

$$\Delta V(\%) = \frac{\Delta V_{pu} \times L \times I \times 100}{V}$$

Onde:

ΔV (%) → Queda de tensão percentual (%);

ΔV_{pu} → Queda de tensão unitária, extraída da tabela de queda de tensão unitária (dados extraídos do fabricante);

I → Corrente a Ser transportada (A);

L → Comprimento do circuito, do ponto de alimentação até a carga (km);

V → Tensão Nominal De Linha (V);

6.2.1 Memorial de Cálculo

Ao total, serão oito circuitos de interligação das luminárias.

A tabela 3 a potência em kW de cada circuito, que considera a soma das potências das luminárias no circuito, o fator de demanda da luminária, a potência de demanda do circuito, a tensão da luminária, a corrente suportada pelo cabo de 16 mm², a corrente calculada de cada circuito e o disjuntor recomendado para cada circuito.

A tabela 4 mostra a queda tensão unitária do fabricante Prysmian. Como nela não existe a informação para circuitos bifásicos, consideramos então a queda para circuitos trifásicos, já que haverá mais de um condutor carregado.

Tabela 24 - Queda de Tensão - Voltenax (cobre) e Voltalene (cobre)

QUEDA DE TENSÃO

Condutor de Cobre

Voltenax e Voltalene

Frequência: 60 Hz

Seção nominal												
	Ver Nota (1)				s = 2.D		s = 13 cm		s = 20 cm			
	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95	FP=0,80	FP=0,95
(mm ²)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)	(V/A.km)
1,5	24,82	29,36	24,78	29,33	24,89	29,39	25,12	29,51	25,16	29,53	21,49	25,40
2,5	15,29	18,04	15,25	18,02	15,35	18,08	15,58	18,20	15,62	18,22	13,25	15,62
4	9,57	11,26	9,53	11,24	9,63	11,29	9,85	11,40	9,89	11,42	8,29	9,75
6	6,44	7,54	6,41	7,53	6,50	7,58	6,71	7,69	6,75	7,71	5,59	6,54
10	3,87	4,50	3,84	4,49	3,94	4,53	4,14	4,64	4,17	4,66	3,37	3,90
16	2,49	2,86	2,46	2,85	2,55	2,90	2,74	2,99	2,78	3,01	2,17	2,49
25	1,62	1,83	1,59	1,82	1,68	1,86	1,85	1,95	1,89	1,97	1,42	1,59
35	1,20	1,34	1,18	1,33	1,26	1,37	1,42	1,45	1,46	1,47	1,05	1,17
50	0,91	1,00	0,90	0,99	0,98	1,04	1,13	1,11	1,16	1,13	0,81	0,88
70	0,67	0,71	0,65	0,71	0,73	0,75	0,87	0,82	0,91	0,84	0,60	0,63
95	0,51	0,53	0,50	0,52	0,58	0,56	0,70	0,63	0,74	0,65	0,46	0,47
120	0,43	0,43	0,42	0,43	0,49	0,46	0,61	0,53	0,65	0,55	0,39	0,38
150	0,37	0,36	0,36	0,36	0,45	0,39	0,54	0,45	0,58	0,47	0,34	0,33
185	0,32	0,30	0,31	0,30	0,38	0,34	0,48	0,39	0,52	0,41	0,30	0,27
240	0,27	0,25	0,26	0,24	0,33	0,28	0,42	0,32	0,46	0,34	0,25	0,22
300	0,24	0,21	0,23	0,21	0,30	0,24	0,38	0,28	0,42	0,30	0,23	0,19
400	0,21	0,18	0,21	0,18	0,27	0,21	0,34	0,24	0,38	0,26	0,21	0,17
500	0,19	0,16	0,19	0,15	0,25	0,18	0,31	0,21	0,35	0,23	0,19	0,15

Tabela Queda de Tensão Unitária do Fabricante Prysmian

Tabela - Cálculo de Queda de Tensão do Circuito 01

TRECHO CIRCUITO 1										
Pontos de Iluminação	Potência das Luminárias (kW)	Potência Acumulada por Trecho (kW)	Corrente Por Trecho (A)	Distância Por Trecho (m)	Corrente		CONDUTOR (mm ²)			Queda de Tensão (%)
					Cabo	Circuitos	Fase	Neutro	Terra	
1	0.15	2.1	9.55	16	61	9.5	10	6	6	0.25
2	0.15	1.95	8.86	32	61	8.9	10	6	6	0.47
3	0.15	1.8	8.18	64	61	8.2	10	6	6	0.87
4	0.15	1.65	7.50	96	61	7.5	10	6	6	1.20
5	0.15	1.5	6.82	136	61	6.8	10	6	6	1.54
6	0.15	1.35	6.14	176	61	6.1	10	6	6	1.80
7	0.15	1.2	5.45	216	61	5.5	10	6	6	1.96
8	0.15	1.05	4.77	256	61	4.8	10	6	6	2.03
9	0.15	0.9	4.09	296	61	4.1	10	6	6	2.01
10	0.15	0.75	3.41	336	61	3.4	10	6	6	1.91
11	0.15	0.6	2.73	376	61	2.7	10	6	6	1.71
12	0.15	0.45	2.05	416	61	2.0	10	6	6	1.42

Tabela - Cálculo de Queda de Tensão do Circuito 02

TRECHO CIRCUITO 2										
Pontos de Iluminação	Potência das Luminárias (kW)	Potência Acumulada por Trecho (kW)	Corrente Por Trecho (A)	Distância Por Trecho (m)	Corrente		CONDUTOR (mm ²)			Queda de Tensão (%)
					Cabo	Circuitos	Fase	Neutro	Terra	
1	0.15	2.1	9.55	16	61	9.5	10	6	6	0.25
2	0.15	1.95	8.86	32	61	8.9	10	6	6	0.47
3	0.15	1.8	8.18	64	61	8.2	10	6	6	0.87
4	0.15	1.65	7.50	96	61	7.5	10	6	6	1.20
5	0.15	1.5	6.82	136	61	6.8	10	6	6	1.54
6	0.15	1.35	6.14	176	61	6.1	10	6	6	1.80
7	0.15	1.2	5.45	216	61	5.5	10	6	6	1.96
8	0.15	1.05	4.77	256	61	4.8	10	6	6	2.03
9	0.15	0.9	4.09	296	61	4.1	10	6	6	2.01
10	0.15	0.75	3.41	336	61	3.4	10	6	6	1.91
11	0.15	0.6	2.73	376	61	2.7	10	6	6	1.71
12	0.15	0.45	2.05	416	61	2.0	10	6	6	1.42

Tabela - Cálculo de Queda de Tensão do Circuito 03

TRECHO CIRCUITO 3										
Pontos de Iluminação	Potência das Luminárias (kW)	Potência Acumulada por Trecho (kW)	Corrente Por Trecho (A)	Distância Por Trecho (m)	Corrente		CONDUTOR (mm ²)			Queda de Tensão (%)
					Cabo	Circuitos	Fase	Neutro	Terra	
1	0.15	2.1	9.55	30	61	9.5	10	6	6	0.48
2	0.15	1.95	8.86	60	61	8.9	10	6	6	0.88
3	0.15	1.8	8.18	74	61	8.2	10	6	6	1.01
4	0.15	1.65	7.50	104	61	7.5	10	6	6	1.30
5	0.15	1.5	6.82	144	61	6.8	10	6	6	1.63
6	0.15	1.35	6.14	184	61	6.1	10	6	6	1.88
7	0.15	1.2	5.45	224	61	5.5	10	6	6	2.03
8	0.15	1.05	4.77	264	61	4.8	10	6	6	2.10
9	0.15	0.9	4.09	304	61	4.1	10	6	6	2.07
10	0.15	0.75	3.41	344	61	3.4	10	6	6	1.95
11	0.15	0.6	2.73	384	61	2.7	10	6	6	1.74
12	0.15	0.45	2.05	424	61	2.0	10	6	6	1.44
13	0.15	0.3	1.36	464	61	1.4	10	6	6	1.05
14	0.15	0.15	0.68	504	61	0.7	10	6	6	0.57

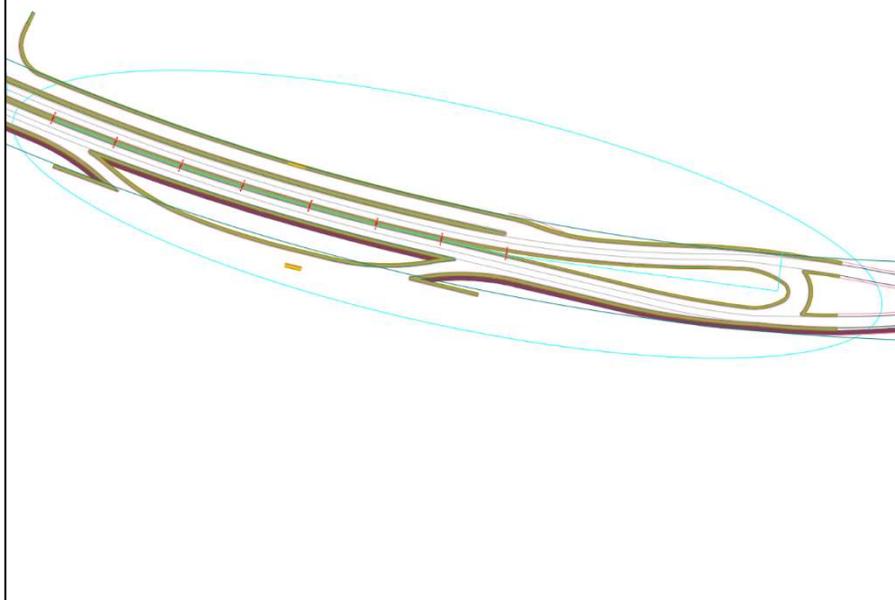
Tabela - Cálculo de Queda de Tensão do Circuito 04

TRECHO CIRCUITO 4										
Pontos de Iluminação	Potência das Luminárias (kW)	Potência Acumulada por Trecho (kW)	Corrente Por Trecho (A)	Distância Por Trecho (m)	Corrente		CONDUTOR (mm ²)			Queda de Tensão (%)
					Cabo	Circuitos	Fase	Neutro	Terra	
1	0.15	2.1	9.55	15	61	9.5	10	10	6	0.24
2	0.15	1.95	8.86	30	61	8.9	10	10	6	0.44
3	0.15	1.8	8.18	45	61	8.2	10	10	6	0.61
4	0.15	1.65	7.50	65	61	7.5	10	10	6	0.81
5	0.15	1.5	6.82	155	61	6.8	10	10	6	1.76
6	0.15	1.35	6.14	185	61	6.1	10	10	6	1.89
7	0.15	1.2	5.45	215	61	5.5	10	10	6	1.95
8	0.15	1.05	4.77	245	61	4.8	10	10	6	1.95
9	0.15	0.9	4.09	275	61	4.1	10	10	6	1.87
10	0.15	0.75	3.41	305	61	3.4	10	10	6	1.73
11	0.15	0.6	2.73	335	61	2.7	10	10	6	1.52
12	0.15	0.45	2.05	365	61	2.0	10	10	6	1.24

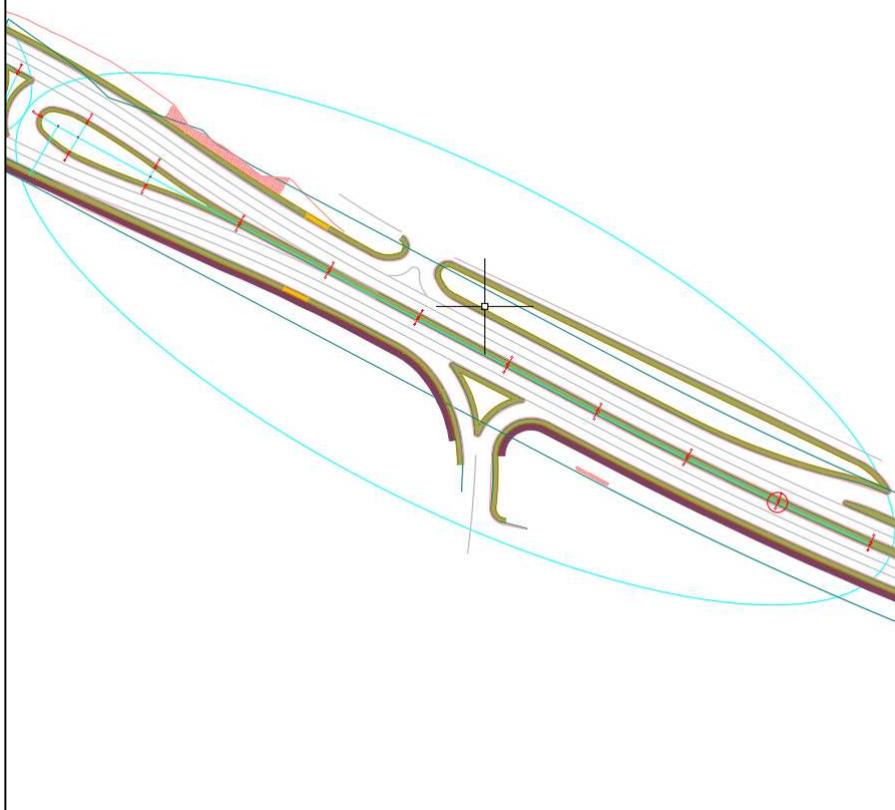
Como podemos perceber, nenhum circuito ultrapassa uma queda de 4%, sendo assim, todos eles atendem os requisitos da NBR 5410.

Abaixo pode-se observar os trechos de maior distância considerados para cada circuito.

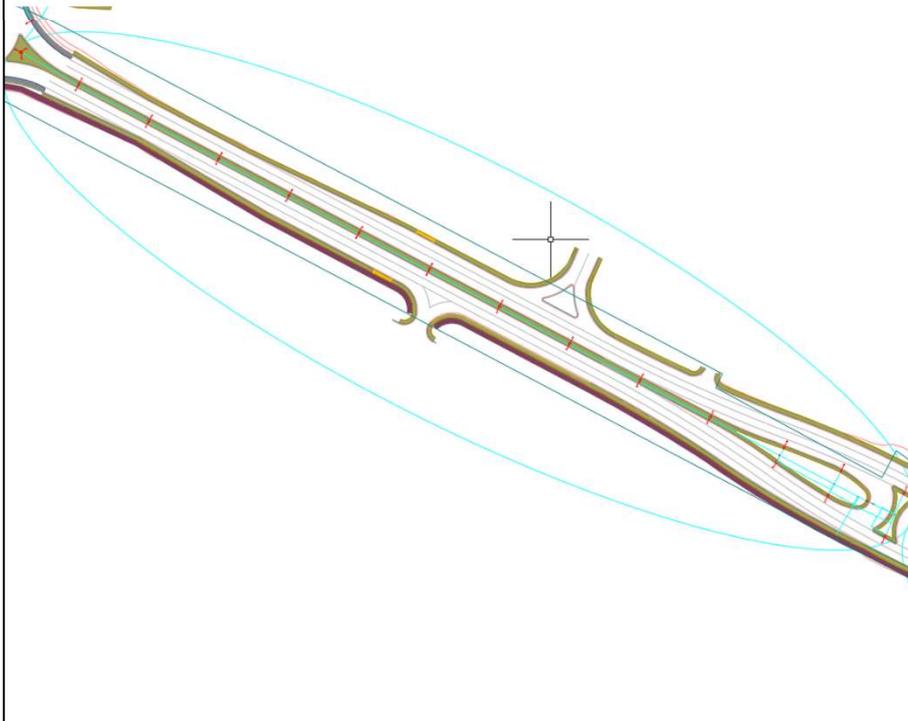
TRECHO 01



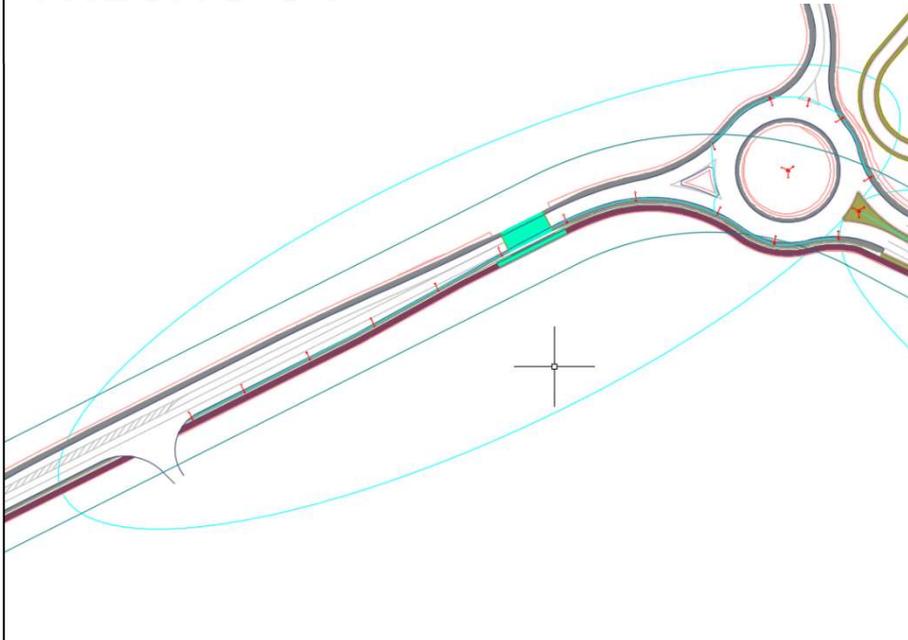
TRECHO 02



TRECHO 03



TRECHO 04



6.3 Dimensionamento do IDR (Interruptor Diferenciais Residuais)

Os dispositivos diferenciais residuais, sejam os IDR's (interruptores diferenciais residuais) ou os DDR's (Disjuntores diferenciais residuais), são hoje um grande auxílio em salvar vidas quando o acidente envolve eletricidade. Este componente tem como sua principal função interromper um circuito elétrico quando percebe que existe neste uma fuga de corrente elétrica.

Um choque elétrico provocado por um contato indireto em um circuito elétrico vai ser interpretado pelos dispositivos diferenciais como uma fuga de corrente e, no menor tempo possível este dispositivo vai proporcionar o desligamento do sistema minimizando qualquer consequência de um choque elétrico.

Como função principal dos dispositivos diferenciais, a corrente máxima de fuga vai ser a característica principal a ser dimensionada.

O corpo humano é muito sensível ao choque elétrico, então os dispositivos diferenciais que são destinados a proteção dos seres humanos contra choques elétricos são para corrente bem baixas, com uma corrente máxima de 30mA, esses são utilizados para proteção das pessoas contra choques elétricos por contato direto.

7 Notas Obrigatórias Conforme NR-10

- Apresentar externamente em todas as caixas dizeres com as seguintes informações:
 - Plaqueta com as informações: "Perigo! Eletricidade";
 - Plaqueta com as informações da tensão de trabalho: "220V (2F)";
- Identificar externamente todas as caixas com plaquetas fixadas na parte frontal das caixas, colocada no canto superior esquerdo, com dim. (40x100)mm;
- Identificar internamente os circuitos e os equipamentos que compõem a instalação;
- O projeto deverá ser mantido atualizado (em caso de qualquer alteração) e estar à disposição dos trabalhadores autorizados, das autoridades competentes e de outras pessoas autorizadas pela empresa proprietária do estabelecimento, sendo estas medidas de inteira responsabilidade dele;
- Todos os materiais deverão satisfazer rigorosamente as normas técnicas vigentes e estas especificações; somente poderão ser utilizados nas obras depois de examinados pela fiscalização. Todos os materiais deverão ser depositados em áreas adequadas de modo a permitir a separação dos diversos tipos e não intervir nos trabalhos de instalação e operação da obra;
- A fiscalização se reserva o direito de solicitar da contratada, ensaios de materiais previstos na ABNT, quando se fizer necessário;

- Os serviços e/ou materiais não aprovados ou que apresentem vícios ou defeitos de execução e/ou fabricação, serão substituídos, demolidos e/ou reconstruídos;
- Para instalação e manutenção das instalações elétricas, deverão ser tomadas as medidas de segurança obrigatórias estabelecidas pela NR10.

8 Conclusões

O projeto foi realizado em atendimento a todas as normas vigentes e ao escopo predefinido pela prefeitura de Sorocaba, todas as informações necessárias para a execução estão contidas neste documento.

9 Materiais

Item	Descrição	Quantidade
UN	CONJUNTO DE POSTE 12m, NÚCLEO E LUMINÁRIAS 2 PÉTALA Conjunto de poste metálico cônico contínuo reto altura 12m, núcleo, luminárias, lâmpadas, conexões, condutor interno, dispositivo de proteção individual, aterramento, incluso os serviços de: escavação, concreto 13,5 MPA, lançamento, apiloamento e reaterro	26
UN	CONJUNTO DE POSTE 12m, NÚCLEO E LUMINÁRIAS 1 PÉTALA Conjunto de poste metálico cônico contínuo reto altura 12m, núcleo, luminárias, lâmpadas, conexões, condutor interno, dispositivo de proteção individual, aterramento, incluso os serviços de: escavação, concreto 13,5 MPA, lançamento, apiloamento e reaterro	29
UN	CONJUNTO DE POSTE 12m, NÚCLEO E LUMINÁRIAS 1 PÉTALA Conjunto de poste metálico cônico contínuo reto altura 12m, núcleo, luminárias, lâmpadas, conexões, condutor interno, dispositivo de proteção individual, aterramento, incluso os serviços de: escavação, concreto 13,5 MPA, lançamento, apiloamento e reaterro	2
UN	SL-15076183CZ02 - LED 150W / 144Lm/W da Ledstar, aprovado pelo estudo luminotécnico.	87
UN		
UN	Caixa de passagem pré fabricada de concreto (40x40x60)cm, incluso: escavação, apiloamento, reaterro, dreno de brita e tampa.	87
UN	Ponto de Medição Padrão CPFL (instalado no poste)	4
UN	Comando de Iluminação Coletivo	12
UN	Quadro para Comando	4
Metros	Cabo 6,00mm ² - isolamento para 1,0KV - classe 4 - flexível - Cor Preta	6102.8
Metros	Cabo 6,00mm ² - isolamento para 1,0KV - classe 4 - flexível - Cor Verde ou Amarelo	3051.4
Metros	Fio de cobre Nú 10mm ² (Aterramento)	696
unidade	Haste de aterramento 12mm X 2,4m	261
unidade	Caixa de inspeção para aterramento	261
Horas	Caminhão carga seca capacidade 8 Ton com guindaste	50

