

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



## Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico

### PROPUESTA DE ILUMINACIÓN PÚBLICA ORNAMENTAL PARA LOS PARQUES PEDRO MONCAYO Y LA MERCED CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA

Trabajo de grado presentado ante la Universidad Técnica del Norte previo a la  
obtención del título de ingeniero en mantenimiento eléctrico

#### **AUTOR:**

Edison Andrés González Hurtado

#### **DIRECTOR:**

MSc. Franklin Ramiro Flores Haro

**Ibarra - Ecuador**

**2022**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

#### 1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1003128764		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	González Hurtado Edison Andrés		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Ibarra		
<b>EMAIL:</b>	gonzalezedison12@yahoo.com		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	N/A	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0989962520

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	PROPUESTA DE ILUMINACIÓN PÚBLICA ORNAMENTAL PARA LOS PARQUES PEDRO MONCAYO Y LA MERCED CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA
<b>AUTOR (ES):</b>	Edison Andrés González Hurtado
<b>FECHA: DD/MM/AAAA</b>	04/01/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	MSc. Franklin Ramiro Flores Haro

## 2.- CONSTANCIA

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de enero 2022

### EL AUTOR:



---

Edison Andrés González Hurtado

1003128764



## UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

### CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

Yo, MSc. Franklin Ramiro Flores Haro en calidad de directora del señor estudiante, González Hurtado Edison Andrés certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del trabajo de investigación titulado: "PROPUESTA DE ILUMINACIÓN PUBLICA ORNAMENTAL PARA LOS PARQUES PEDRO MONCAYO Y LA MERCED CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS EN EL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE IBARRA" para la obtención del título Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico; aprobado la defensa, impresión y empastado.

Ramiro  
Flores  
Haro

Firmado  
digitalmente por  
Ramiro Flores Haro  
Fecha: 2022.01.14  
14:48:03 -05'00'

---

MSc. Franklin Ramiro Flores Haro  
**DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo de grado principalmente a Dios, por guiar mi camino y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados de mi formación profesional. A mi madre, por ser la persona más importante y por demostrarme su cariño y apoyo incondicional durante todo el trayecto de mi vida, siempre me dio esperanzas, consejos y palabras de aliento para seguir adelante y concluir esta meta.

A mi familia quienes han creído en mí, siempre motivándome a ser mejor ser humano y culminar con éxito mi carrera mediante sus ejemplos de superación, esfuerzo y sacrificio, a todos ellos dedico el presente trabajo.

Edison Andrés González Hurtado

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al creador por darme salud, sabiduría e inteligencia durante mi etapa universitaria, gracias a mi universidad por brindarme la oportunidad de convertirme en un profesional en la carrera que tanto me apasiona, a mi novia por estar presente no solo en este instante tan importante de mi vida sino en todo momento brindándome su comprensión, apoyo y amor. Gracias a todos mis amigos y compañeros de la universidad por su apoyo y experiencias que vivimos juntos.

*Por último, quiero agradecer a toda mi familia por sus consejos, buenos deseos y momentos que pase con cada uno de ustedes, en especial a mi madre por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla.*

Edison Andrés González Hurtado

## ÍNDICE

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN .....	II
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO .....	IV
DEDICATORIA .....	V
AGRADECIMIENTOS .....	VI
ÍNDICE .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XIV
ÍNDICE DE ECUACIONES .....	XVI
RESUMEN .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
A1. INTRODUCCIÓN .....	XIX
A2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XX
A3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	XXI
A4. JUSTIFICACIÓN .....	XXI
A5. ALCANCE .....	XXII
A6. OBJETIVO GENERAL .....	XXIII
A7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	XXIII
CAPÍTULO 1 .....	1
MARCO TEÓRICO .....	1
1.1. <i>Alumbrado público en el Ecuador</i> .....	1
1.2. <i>Marco legal y regulaciones técnicas de alumbrado público en el Ecuador</i> .....	3
1.2.1. Criterios y Parámetros De Iluminación .....	4
1.2.2. Iluminación General .....	5
1.2.2.1. Regulación ARCERNNR 006/20 .....	5
1.2.2.2. Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 - Alumbrado Público ...	7
1.2.3. Iluminación De Zonas Conflictivas .....	9
1.2.3.1. Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 - Alumbrado Público ...	9
1.3. <i>Tipos de luminarias utilizadas en alumbrado público</i> .....	10

1.3.1. Lámparas De Vapor De Mercurio De Alta Presión .....	11
1.3.2. Lámparas De Vapor De Sodio A Baja Presión .....	12
1.3.3. Lámparas De Vapor De Sodio A Alta Presión .....	13
1.3.4. Lámparas De Mercurio Con Halógenos Metálicos .....	14
1.3.5. Lámparas De Inducción Magnética De Alta Frecuencia .....	16
1.3.6. Lámparas De Inducción Electromagnética De Baja Frecuencia .....	17
1.3.7. Lámparas De Estado Sólido (LED) .....	18
1.4. <i>Análisis comparativo de luminarias utilizadas para alumbrado público</i> .....	19
1.4.1. Análisis Ambiental.....	21
1.5. <i>Generalidades del alumbrado público</i> .....	22
1.5.1. Luminotecnia .....	22
1.5.2. La Luz.....	22
1.5.3. Reflexión.....	23
1.5.4. Refracción.....	23
1.5.5. Transmisión .....	24
1.5.6. Color De Luz Y Temperatura Del Color.....	24
1.5.7. Magnitudes Y Unidades Fundamentales Luminosas.....	25
1.5.7.1. Flujo luminoso.....	25
1.5.7.2. Rendimiento luminoso.....	26
1.5.7.3. Energía luminosa (Cantidad de luz) .....	27
1.5.7.4. Intensidad luminosa .....	27
1.5.7.5. Iluminancia.....	28
1.5.7.6. Luminancia .....	29
CAPÍTULO 2:.....	30
DESARROLLO .....	30
2.1. <i>Métodos de investigación</i> .....	30
2.1.1. Método Hipotético Deductivo .....	30
2.1.2. Método Analítico-Sintético .....	30
2.2. <i>Tipos de investigación</i> .....	30
2.2.1. Investigación Bibliográfica.....	30
2.2.2. Investigación de Campo.....	30
2.3. <i>Técnicas de investigación</i> .....	31
2.3.1. Observación.....	31
2.4. <i>Instrumentos de investigación</i> .....	31

2.5. Sistema de alumbrado público ornamental actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y la Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra .....	31
2.5.1. Parque La Merced .....	32
2.5.1.1. Detalles constructivos y de iluminación del parque La Merced.....	33
2.5.2. Iglesia la Merced.....	34
2.5.3. Parque Pedro Moncayo Esparza .....	35
2.5.3.1. Detalles constructivos y de iluminación del parque Pedro Moncayo Esparza	36
2.5.4. Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal .....	37
2.5.5. Consumo de energía de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra.....	38
2.5.6. Iluminación actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra .....	47
2.5.6.1. Métodos de medición de la iluminación.....	47
2.5.6.2. Metodología aplicada para medición de la iluminancia.....	52
2.5.6.3. Instrumentos para medición de iluminación .....	53
2.5.6.4. Datos, mediciones y análisis de la iluminación en los Parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias.....	54
2.5.7. Situación actual del transformador de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra .	61
2.5.8. Acometida en media voltaje actual.....	62
2.5.9. Acometida en bajo voltaje de los parques La Merced y Pedro Moncayo Esparza con sus respectivas iglesias .....	62
CAPÍTULO 3:.....	64
RESULTADOS.....	64
3.1. Propuesta de iluminación para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra.....	64
3.1.1. Diseño de Iluminación del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	65
3.1.1.1. Datos luminotécnicos. ....	66
3.1.1.2. Lista de luminarias .....	68
3.1.1.3. Determinación de la demanda de diseño .....	69
3.1.1.4. Acometida en medio voltaje .....	71
3.1.1.5. Acometida en bajo voltaje y medición .....	71
3.1.1.6. Cálculos de caídas de voltajes en red secundaria.....	72

3.1.1.7. Características de las instalaciones .....	73
3.1.1.8. Sistema de Puesta a Tierra.....	74
3.1.1.9. Pozo y ductos de revisión .....	74
3.1.2. Diseño de Iluminación del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia 74	
3.1.2.1. Datos luminotécnicos.....	76
3.1.2.2. Lista de luminarias .....	78
3.1.2.3. Determinación de la demanda de diseño .....	79
3.1.2.4. Acometida en bajo voltaje y medición .....	80
3.1.2.5. Cálculos de caídas de voltajes en red secundaria.....	80
3.1.2.6. Características de instalaciones.....	80
CONCLUSIONES .....	82
RECOMENDACIONES .....	84
BIBLIOGRAFÍA.....	85
ANEXOS.....	88
ANEXO A: CARACTERÍSTICAS DE LUMINARIAS PARQUE "LA MERCED" Y "PEDRO MONCAYO" CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS.....	88
ANEXO B: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE DISEÑO PARQUE "LA MERCED".....	101
ANEXO C: DIAGRAMA DE CIRCUITOS - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA.....	102
ANEXO D: PLANO DE SOTERRAMIENTO - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA..	107
ANEXO E: DIAGRAMA DE TABLERO GENERAL DEMANDO - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	108
ANEXO F: POSTES PARA LUMINARIAS - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA ....	109
ANEXO G: CÁLCULOS DE CAÍDAS DE VOLTAJES - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	111
ANEXO H: PUESTA A TIERRA EN POZOS - PARQUE "LA MERCED" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .	114
ANEXO I: DETALLES CONSTRUCTIVOS POZOS DE REVISIÓN - PARQUES "LA MERCED" Y " PEDRO MONCAYO" CON SUS RESPECTIVAS IGLESIAS .....	115
ANEXO K: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE DISEÑO - PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA.....	116
ANEXO L: DIAGRAMA DE CIRCUITOS - PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	117
ANEXO M: PLANO DE SOTERRAMIENTO - PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	122

ANEXO N: DIAGRAMA DE TABLERO GENERAL DE MANDO - "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	123
ANEXO O: DETALLE DE POSTES PARA LUMINARIAS - PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	124
ANEXO P: CÁLCULOS DE CAÍDAS DE VOLTAJES - PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" Y SU RESPECTIVA IGLESIA .....	126
ANEXO Q: PUESTA A TIERRA EN POZOS PARQUE "PEDRO MONCAYO ESPARZA" .....	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Parque Pedro Moncayo de la ciudad de Ibarra .....	XX
Figura 2 Parque la Merced de la ciudad de Ibarra.....	XXI
Figura 3 Tipos de luminarias instaladas en el Ecuador para alumbrado público .....	3
Figura 4 Lámpara de vapor de mercurio .....	11
Figura 5 Lámpara de vapor de sodio a baja presión .....	13
Figura 6 Lámpara de vapor de sodio a alta presión .....	14
Figura 7 Lámparas de mercurio con halógenos metálicos .....	15
Figura 8 La lámpara de inducción magnética de alta frecuencia .....	16
Figura 9 Lámpara de inducción electromagnética de baja frecuencia .....	18
Figura 10 Lámpara de estado sólido (LED).....	19
Figura 11 Comparación de Curvas de Flujo Luminoso.....	20
Figura 12 Comparación de tiempo de vida útil al 70% del Flujo luminoso .....	20
Figura 13 Curva espectral de eficiencia luminosa .....	23
Figura 14 Reflexión de la luz.....	23
Figura 15 Refracción de la luz.....	24
Figura 16 Transmisión de la luz .....	24
Figura 17 Relación entre temperatura de color y ambiente .....	25
Figura 18. Representación del flujo luminoso.....	26
Figura 19 Rendimiento luminoso.....	27
Figura 20 Angulo sólido, representación del rendimiento luminoso. ....	28
Figura 21 Representación de iluminancia .....	28
Figura 22 Representación de iluminancia .....	29
Figura 23. Parque La Merced.....	32
Figura 24. Ubicación geográfica del parque e iglesia la Merced.....	32
Figura 25. Detalles constructivos del parque La Merced.....	33
Figura 26. Lámparas – Parque La Merced.....	33
Figura 27. Lámparas con averías – Parque la Merced.....	34
Figura 28. Iglesia La Merced.....	34
Figura 29. Lámparas – Iglesia La Merced .....	35
Figura 30. El Parque Pedro Moncayo Esparza.....	35
Figura 31. Ubicación geográfica del parque Pedro Moncayo Esparza e Iglesias.....	36
Figura 32. Lámparas – Parque Pedro Moncayo Esparza.....	36
Figura 33. Lámparas con averías – Parque Pedro Moncayo Esparza.....	37
Figura 34. Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal.....	37

Figura 35. Lámparas – Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal. ....	37
Figura 36. Mapa Arcgis del parque la Merced e iglesias .....	39
Figura 37. Tipos de luminarias utilizadas en el parque la Merced, con su respectiva iglesia. .....	39
Figura 38. Plano de implantación general actual - Parque Pedro Moncayo.....	42
Figura 39. Simbología del Plano de implantación general actual - Parque Pedro Moncayo	43
Figura 40. Puntos de cálculo para la iluminancia .....	48
Figura 41. Medidor De Luz Epsilont Eps2000lm.....	53
Figura 42. Cinta Métrica en rollo .....	54
Figura 43. Medición de intensidades del parque La Merced y su respectiva iglesia .....	54
Figura 44. Matriz de Intensidades del parque La Merced y su respectiva iglesia .....	55
Figura 45. Medición de intensidades del parque La Pedro Moncayo y su respectiva iglesia	58
Figura 46. Matriz de Intensidades del Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia .....	58
Figura 47. Transformador actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias .....	61
Figura 48. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	65
Figura 49. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	65
Figura 50. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	66
Figura 51. Plano de situación de luminarias.....	67
Figura 52. Niveles de iluminancia del diseño. ....	67
Figura 53. Potencia total consumida y rendimiento lumínico del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	69
Figura 54. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia .....	75
Figura 55. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia .....	75
Figura 56. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia .....	76
Figura 57. Plano de situación de luminarias.....	77
Figura 58. Niveles de iluminancia del diseño. ....	78
Figura 59. Potencia total consumida y rendimiento lumínico del parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia.....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Luminarias a Instalarse desde el año 2016 al año 2025.....	2
Tabla 2 Tipos de luminarias instaladas en el Ecuador para alumbrado público.....	3
Tabla 3 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.....	6
Tabla 4 Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal .....	7
Tabla 5 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas .....	8
Tabla 6 Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal .....	9
Tabla 7 Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 .....	9
Tabla 8 Comparación entre tecnologías utilizadas en fuentes de iluminación .....	21
Tabla 9 Contenido de sustancias contaminantes de los diferentes tipos de iluminación .....	22
Tabla 10 Valores de temperatura de color por tipo de lámpara .....	25
Tabla 11 Instrumentos de investigación para la ejecución del proyecto .....	31
Tabla 12. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental del parque la Merced .	40
Tabla 13. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental de la Iglesia La Merced .....	41
Tabla 14. Potencia total consumida por el parque La Merced y su respectiva iglesia .....	42
Tabla 15. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental del Parque Pedro Moncayo Esparza .....	43
Tabla 16. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal.....	45
Tabla 17. Potencia total consumida por el parque Pedro Moncayo y su respectiva iglesia .	46
Tabla 18. Matriz de Intensidades del La Merced y su respectiva iglesia.....	55
Tabla 19. Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069. ....	56
Tabla 20. Valores de iluminancias y uniformidades del parque La Merced y su respectiva iglesia .....	56
Tabla 21. Matriz de Intensidades del Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia.....	59
Tabla 22. Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069. ....	60
Tabla 23. Valores de iluminancias y uniformidades del parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia .....	60
Tabla 24. Características del transformador exterior trifásico Padmounted (7214).....	62
Tabla 25. Lista de luminarias del Parque La Merced y su respectiva Iglesia .....	68
Tabla 26. Plantilla para la determinación de la demanda de diseño.....	70
Tabla 27. Estudio de la demanda parque la Merced y su respectiva iglesia .....	70

Tabla 28. Comparación de potencia y energía consumida parque la Merced y su respectiva iglesia .....	71
Tabla 29. Planilla para cómputo de caídas de voltaje circuitos secundarios.....	72
Tabla 30. Factor de caída de voltaje (FDV) en redes de cobre subterráneas. ....	73
Tabla 31 Lista de luminarias del parque Pedro Moncayo y su iglesia.....	78
Tabla 32. Estudio de la demanda parque Pedro Moncayo y su respectiva iglesia.....	79
Tabla 33. Comparación de potencia y energía consumida Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia.....	79

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Flujo luminoso .....	26
Ecuación 2. Rendimiento luminoso .....	26
Ecuación 3. Flujo lumínico emitido .....	27
Ecuación 4. Cantidad de flujo luminoso .....	27
Ecuación 5. Iluminancia .....	28
Ecuación 6. Energía eléctrica consumida.....	38
Ecuación 7. Energía consumida.....	38
Ecuación 8. Espaciamiento entre los puntos en la dirección longitudinal .....	50
Ecuación 9. Espaciamiento entre los puntos de la dirección transversal .....	50
Ecuación 10. Iluminancia promedio.....	50
Ecuación 11. Uniformidad promedio .....	51
Ecuación 12. Error - cumplimiento de los niveles de iluminación .....	51

## RESUMEN

Los sistemas de iluminación cada día tienden a ser más eficientes, es así como se ve un avance en la tecnología en cuanto a tipos de luminarias para alumbrado vial y ornamental. En relación a los centros históricos de las ciudades, la iluminación pública ornamental promueve factores de iluminación positivos, permiten que las comunidades se sientan más seguras, consiguiendo operar de mejor manera vehículos de noche, confort visual, dinamizando la operación nocturna de los negocios e incrementando el paso de peatones, todo lo cual hace que el barrio sea más activo y agradable.

El presente trabajo desarrolla el diseño de un sistema de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra. Se parte desde una revisión bibliográfica de carácter descriptivo sobre temas generales de sistemas de iluminación, análisis del marco legal y regulaciones técnicas de alumbrado público en el Ecuador, así como también, un análisis comparativo de luminarias utilizadas para alumbrado público.

Posteriormente, se realiza un levantamiento de información de la situación actual, en base a la metodología establecida en la publicación CIE 140-2000 y la norma técnica colombiana (NTC 900) tercera actualización. Seguidamente, se realiza el diseño del sistema de iluminación propuesto mediante el apoyo del software DIALux Evo, facilitando el dimensionamiento de las cargas necesarias y cumpliendo de los niveles y clases de Iluminación de Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.

Los resultados obtenidos reflejan claramente las ventajas del diseño propuesto, relacionadas al menor consumo de energía eléctrica, diseño amigable con el medio ambiente y que además de ser eficiente cumple con los niveles y clases de Iluminación de Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas, y se puede obtener un valor agregado como es el turismo, la seguridad y el confort de los usuarios.

## **ABSTRACT**

The lighting systems tend to be more efficient every day, this is how we see an advance in technology in terms of types of street lighting and ornamental lighting. In relation to the historic centers of the cities, ornamental public lighting promotes positive lighting factors, allows communities to feel safer, managing to better operate vehicles at night, visual comfort, boosting the night-time operation of businesses and increasing the pedestrian crossing, all of which makes the neighborhood more active and enjoyable.

The present work develops the design of an ornamental public lighting system for the Pedro Moncayo Esparza and La Merced parks with their respective churches in the historic center of the city of Ibarra. It starts from a descriptive bibliographic review on general issues of lighting systems, analysis of the legal framework and technical regulations for public lighting in Ecuador, as well as a comparative analysis of lights used for public lighting.

Subsequently, an information survey of the current situation is carried out, based on the methodology established in the publication CIE 140-2000 and the Colombian technical standard (NTC 900) third update. Next, the proposed lighting system design is carried out with the support of the DIALux Evo software, facilitating the sizing of the necessary loads and complying with the levels and classes of Critical Area Lighting (RTE) INEN 069 for Squares and squares.

The results obtained clearly reflect the advantages of the proposed design, related to the lower consumption of electrical energy, a friendly design with the environment and that, in addition to being efficient, complies with the levels and classes of Critical Zone Lighting (RTE) INEN 069 for Squares and squares, and you can obtain an added value such as tourism, safety and user.

## A1. INTRODUCCIÓN

Un proyecto de iluminación estudia la relación de la luz con el espacio y las personas que lo habitan. Esto significa que al momento de iluminar un espacio son tan importantes las personas y la actividad que realizan en ese lugar, como la forma del espacio, colores y materiales. “El proyecto de iluminación va combinando estos diferentes tipos de luz y luminarias para adecuarlos al usuario y al espacio. También debe cumplir con la normativa vigente, recomendaciones técnicas y eficiencia energética” (Campino, s.f).

La iluminación exterior consistente en “la iluminación de las vías públicas, parques, jardines y demás espacios, son áreas tanto de libre circulación como privadas, con el objeto de proporcionar la visibilidad adecuada para el normal desarrollo de las actividades” (Fernández, 2012).

La luminotecnia es el conjunto de técnicas derivadas de las leyes de la física, aplicadas en la arquitectura, la ingeniería y la construcción para proporcionar un ambiente propicio para el adecuado desarrollo de la tarea visual. Por ello podemos afirmar que la luminotecnia “es la ciencia que estudia las distintas formas de producción de luz, así como su control y aplicación, es decir, es el arte de la iluminación con luz artificial para fines específicos” (León, 2007)

El Ecuador el alumbrado público supone un 6% de consumo eléctrico nacional y se lo ha categorizado conforme la siguiente tipología: “Alumbrado público General (Iluminación de las vías), Alumbrado público Ornamental (Iluminación de parques, plazas iglesias, monumentos) y Alumbrado público Intervenido” (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R., Eficiencia Energética en el Sector Público, 2019). Con la tecnología actual, se estima que “se podría obtener hasta un 20% de ahorro energético utilizando luminarias más eficientes: optimizando sus reflectores, utilizando lámparas y equipos apropiados para alcanzar la mayor eficiencia energética posible para cada aplicación” (González & Pavas, 2017).

Además, de la eficiencia hay que tener en cuenta la sostenibilidad, es decir, el uso de compuestos como el mercurio pueden ser perjudiciales para la salud si entramos en contacto con ellos (todos los tubos fluorescentes, bombillas de bajo consumo y alguna de alumbrado público contienen vapor de mercurio). Todo esto hace que sea imprescindible el buscar equilibrio entre: sostenibilidad, consumo e inversión. Habitualmente lo que es sostenible supone una inversión grande y lo que no supone inversión está reñida con la sostenibilidad.

Dentro de los últimos avances tecnológicos sobre luminarias, “las lámparas de inducción magnética junto con las lámparas de tecnología led para uso público, comercial e industrial son la última generación de lámparas ahorradoras con una durabilidad de 60,000 - 100,000 horas y con una garantía de 5 años” (Sector-Electricidad, 2015). Este tipo de luminarias ofrecen un mayor rango de iluminación, no tienen pérdidas de energía, eliminan los parpadeos, es respetuosa con el medio ambiente, etc.

## A2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Mediante un proceso de levantamiento de información, basado en la observación, el sistema de iluminación pública ornamental de los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra evidencia que el nivel de luz utilizada resulta escasa o inadecuada, así como también, niveles de luminosidad demasiados altos, con poca uniformidad y mala ubicación de las lámparas, e incluso sombras con oscuridad total que dan una sensación de deslumbramiento, inseguridad y desorden estético. Estos problemas afectan en la percepción visual y distinción de colores reales de los ciudadanos y personas que visitan este lugar.



Figura 1 Parque Pedro Moncayo de la ciudad de Ibarra

Fuente: Tomado por el autor



Figura 2 Parque la Merced de la ciudad de Ibarra

Fuente: Tomado por el autor

La tecnología de iluminación pública ornamental usada actualmente en los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus iglesias se basan en Lámparas de: vapor de sodio, vapor de mercurio, haluros metálicos, entre otras convencionales que son empleadas por su bajo coste y disponibilidad en el mercado local; Todo esto se ve afectado en la calidad y eficiencia del servicio de iluminación pública ornamental, produciendo pérdidas económicas para la empresa distribuidora por la poca eficiencia energética en su sistema de alumbrado público ornamental actual.

La iluminación pública ornamental, promueve el realce del patrimonio monumental de las ciudades, permitiendo alargar los horarios de visita a la ciudad una vez ha caído la noche, incrementando las pernoctaciones y los ingresos derivados del turismo.

### **A3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo desarrollar una propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra?

### **A4. JUSTIFICACIÓN**

El ahorro de la energía eléctrica es actualmente un factor primordial que se debe contemplar en cualquier proyecto eléctrico, este factor puede ser alcanzado mediante el uso

de nuevas tecnologías de iluminación, que aporten a un ahorro energético y un sistema de iluminación eficiente y óptimo.

En relación a los centros históricos de las ciudades, la iluminación pública ornamental promueve factores de iluminación positivos, permiten que las comunidades se sientan más seguras, consiguiendo operar de mejor manera vehículos de noche, confort visual, dinamizando la operación nocturna de los negocios e incrementando el paso de peatones, todo lo cual hace que el barrio sea más activo y agradable.

De mantenerse la situación actual del sistema de alumbrado público ornamental de los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra, este continuará siendo ineficiente y a la vez estará incumpliendo el objetivo de la regulación Nro. 006/18 del ARCONEL, el cual es “normar las condiciones técnicas, económicas y financieras, que permitan a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general, con calidad, eficiencia y precio justo”, pudiendo esto ocasionar a futuro llamados de atención a la empresa distribuidora de energía eléctrica, por los entes reguladores y por parte de los usuarios.

Esta propuesta de iluminación pública ornamental es totalmente viable ya que cuenta con una disponibilidad de herramientas, materiales y softwares en el mercado local. Información técnica y asesoramiento al alcance del investigador, como también la garantía del acceso libre e ininterrumpido al lugar en todo momento.

Este trabajo aportará con una propuesta de solución a todas las deficiencias y requerimientos en la iluminación ornamental de los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus iglesias; apoyándose, en herramientas informáticas y datos de lo último en tecnología de iluminación para seleccionar las lámparas más eficientes que aportaran con: menor gasto energético, mejora del confort lumínico y estética agradable al entorno nocturno de la muestra seleccionada.

## **A5. ALCANCE**

En los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus respectivas iglesias ubicadas en el centro histórico de la ciudad de Ibarra se realizará un estudio para conocer el estado actual, deficiencias y requerimientos de la iluminación pública ornamental comprendida por: alumbrado público de parques como también fachadas de iglesias. Se aplicará conceptos de

ingeniería luminotécnica, normativas, regulaciones, recomendaciones técnicas y pruebas con herramientas adecuadas para cumplir con este objetivo.

Para ello se verificará la situación actual del sistema de iluminación pública ornamental, ubicación, estado y gestión de las luminarias que lo componen. Asimismo, se estudiará los resultados de pruebas fotométricas y mantenimiento realizado al alumbrado público ornamental. Paralelamente se investigará el estado del arte de nuevas tecnologías de iluminación pública ornamental, comparaciones y criterios de utilización.

Finalmente, se realizará el análisis luminotécnico, mediante el software DIALUX EVO para el diseño de la propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra.

#### **A6. OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar una propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra, mediante un diseño luminotécnico, que permita mejorar los niveles de luminosidad y una reducción de consumo de energía eléctrica.

#### **A7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un análisis comparativo de luminarias utilizadas para alumbrado público ornamental, aplicables a los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra.
- Estructurar un levantamiento de información técnica actual, sobre deficiencias y requerimientos de iluminación pública ornamental en los parques Pedro Moncayo, La Merced y sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad.
- Diseñar una propuesta de iluminación pública ornamental para los parques Pedro Moncayo y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra.

# CAPÍTULO 1

## Marco Teórico

### 1.1. Alumbrado público en el Ecuador

El sistema de alumbrado público es un elemento importante para el desarrollo y la seguridad de una comunidad. Por lo cual, la red de alumbrado público del país constituye uno de los servicios fundamentales, en cuanto a movilidad, ornamentación y seguridad para las personas. Sin embargo, este servicio constituye uno de los rubros de consumo energético más importante de la demanda máxima del sistema nacional interconectado. Según datos obtenidos del Plan maestro de Electricidad 2016-2025, “la infraestructura correspondiente al servicio de alumbrado público general registró 1.397.967 luminarias instaladas, con una potencia de 218 MW” (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R., 2017, pág. 83). El consumo elevado de energía, las pérdidas en el sistema eléctrico para brindar este servicio, y emisiones de CO<sub>2</sub> producto de luminarias convencionales en el alumbrado público desemboca en un perjuicio económico para el país, las empresas eléctricas de distribución y municipalidades, quienes tienen a cargo el alumbrado público.

Como una política viable el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable plantea hasta el año 2025 “mejorar la cobertura de alumbrado público con eficiencia energética y lumínica mediante el remplazo e instalación de equipos con nuevas tecnologías” (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R., 2017, pág. 83).

Considerando que la iluminación de las vías, pasajes, acceso a poblaciones aporta de manera significativa a la seguridad de la ciudadanía, así como al confort de las personas el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable plantea instalar desde el año 2016 hasta el año 2025 un determinado número de luminarias, conforme lo muestra la tabla 1.

Tabla 1 Luminarias a Instalarse desde el año 2016 al año 2025

Año	Cantidad de luminarias
2016	51.124
2017	83.038
2018	35.989
2019	20.825
2020	16.778
2021	16.968
2022	17.963
2023	18.460
2024	17.503
2025	17.800

Fuente: Adaptado de (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R., 2017)

La considerable cantidad de luminarias de alumbrado público a instalarse hasta el año 2025, requiere de una planificación que debe poseer condiciones básicas como el “procurar eficiencia en el consumo energético, reducir el impacto ambiental y obtener un aceptable retorno de la inversión, mejorando la percepción de la seguridad y confort visual de la población” (Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R., 2013). Bajo este concepto y a través del Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022 se propone tres acciones principales: El remplazo de luminarias simples por doble nivel de potencia, la Implementación de nuevas tecnologías y el uso de Telegestión para el alumbrado público.

La Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales no Renovables (ARCERNNR), periódicamente recaba información de consumo y equipos utilizados para el alumbrado público, En la Tabla 2 se muestra los tipos de tecnología de luminarias instaladas en el país y el número de las mismas. Actualmente, en alumbrado público el 90,83% del total de luminarias instaladas corresponde a luminarias de vapor de sodio alta presión. Le siguen las luminarias tipo LED que tienen un 2,95% del total de luminarias instaladas en el Ecuador.

Tabla 2 Tipos de luminarias instaladas en el Ecuador para alumbrado público

Tecnología	Luminarias (#)
Vapor de sodio	1.509.727
Haluro Metálico	40.713
Led	49.016
Otros	62.764
Total	1.662.076

Fuente: Tomado de (ARCERNNR, 2020) & (Otorongo, 2021)

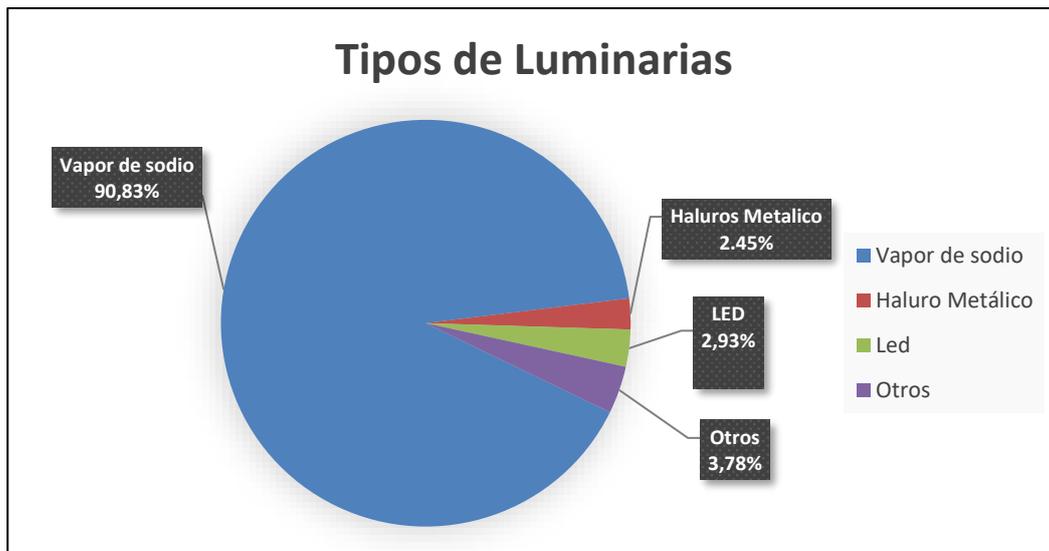


Figura 3 Tipos de luminarias instaladas en el Ecuador para alumbrado público

Fuente: Tomado de (ARCERNNR, 2020) & (Otorongo, 2021)

## 1.2. Marco legal y regulaciones técnicas de alumbrado público en el Ecuador

En el presente ítem se realiza un análisis del marco legal sobre el alumbrado público en el Ecuador y las regulaciones vigentes para el diseño de alumbrado público para el centro histórico de la ciudad de San miguel de Ibarra, haciendo énfasis por su naturaleza de las vías peatonales y de ciclistas, las zonas recreativas y deportivas.

El alumbrado público se considera al conjunto de componentes que conforman los sistemas de alumbrado que no están a cargo de alguna persona natural o jurídica de derecho privado o público, diferente del municipio, con el objetivo de proporcionar visibilidad por las noches.

Toda norma o recomendación nacional o internacional para la elaboración de los diseños de alumbrado público, entre otros, debe cumplir con los siguientes propósitos:

“Permitir a los usuarios de automotores, motocicletas, bicicletas y otros motores vehículos de tracción animal, transitar de manera segura” (Comisión Internacional de Iluminación, Alumbrado de Carreteras para tráfico de vehículos y peatones, 2010).

“Permitir a los peatones ver riesgos, orientarles por sí mismos, reconocer a otros peatones, y darles a ellos una sensación de seguridad” (Comisión Internacional de Iluminación, Alumbrado de Carreteras para tráfico de vehículos y peatones, 2010).

“Mejorar la apariencia del medio ambiente en la noche” (Comisión Internacional de Iluminación, Alumbrado de Carreteras para tráfico de vehículos y peatones, 2010).

Desde su creación y hasta la fecha de elaboración del presente trabajo de titulación la regulación sobre la “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General” en el Ecuador, ha tenido tres actualizaciones, siendo la primera aprobada el 18 de septiembre del 2014 con la Regulación No. CONELEC 005/14, la misma que deroga la Regulación No. CONELEC 008/11; Posteriormente, el 19 de diciembre de 2018 la Dirección Ejecutiva de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad (ARCONEL) puso a consideración la regulación No. ARCONEL 006/18, que de igual manera deroga a la Regulación No. CONELEC 005/14, y finalmente el 30 de diciembre de 2020, se aprueba la regulación Nro. ARCERNNR 006/20 “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General” que deroga todas las regulaciones anteriores.

Cabe indicar que la regulación actual No. ARCERNNR 006/20 difiere poco en relación con las anteriores.

### 1.2.1. Criterios y Parámetros De Iluminación

En la ciudad de Ibarra, los diseños de los Sistemas de Alumbrado Público, vial o peatonal, llevados a cabo por la Empresa Eléctrica Regional Norte, buscan cumplir obligatoriamente los criterios y parámetros expuestos por su ente regular el ARCERNNR, a través de la Regulación No. ARCERNNR 006/20, denominada “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”, y por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), por medio del Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 069 “Alumbrado Público”, que se oficializo el 19 de diciembre de 2011.

La Regulación y el Reglamento poseen estructuras similares, con criterios muy afines, pero diferentes en ciertas particularidades. En lo que refiere a alumbrado de zonas recreativas y deportivas sus fundamentos son los mismos, que en la norma CIE 115, Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic (Alumbrado de Carreteras para Tráfico de Vehículos y Peatones), emitido por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE).

En el caso de la Regulación No. ARCERNNR 006/20 indica aspectos técnicos para vías peatonales, que da una ponderación a ciertos parámetros que presenta y define un nivel de iluminación promedio y mínimo en general para todo el plano a iluminar.

Por otra parte, el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 069 “Alumbrado Público” define directamente una clase de iluminación según la descripción de la calzada. Esta clase similar a la Regulación No. ARCERNNR 006/20, establece un valor promedio y mínimo de iluminación en general para todo el plano a iluminar. Pero adicionalmente presenta una sección que establece los parámetros para áreas críticas distintas a vías vehiculares, para espacios específicos como canchas recreativas, plazas, zonas peatonales y otros.

## 1.2.2. Iluminación General

### 1.2.2.1. Regulación ARCERNNR 006/20

La regulación No. ARCERNNR 006/20 tiene como objetivo “normar las condiciones técnicas, económicas y financieras, que permitan a las distribuidoras de energía eléctrica prestar el servicio de alumbrado público general, con calidad, eficiencia y precio justo” (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020).

La regulación en su artículo 4 del capítulo I, define y clasifica al alumbrado público como: “la iluminación de vías y espacios públicos destinados a la movilidad y ornamentación. El alumbrado público se clasifica en: alumbrado público general, alumbrado público intervenido y alumbrado público ornamental” (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020).

El Alumbrado Público General – APG: Es la iluminación de vías públicas, para tránsito de personas y/o vehículos. Excluye la iluminación de las zonas comunes de unidades inmobiliarias declaradas como propiedad horizontal, la iluminación pública ornamental e intervenida (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020).

Alumbrado público intervenido: Es la iluminación de vías públicas, para tránsito de personas y/o vehículos que, debido a planes o requerimientos específicos de los gobiernos autónomos descentralizados, o por la entidad competente, difieren de los niveles de iluminación establecidos por regulación, y/o requieren de una infraestructura constructiva distinta de los estándares establecidos para el alumbrado público general (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020).

Alumbrado público ornamental: Es la iluminación de áreas públicas como parques, plazas, espacios deportivos abiertos, iglesias, piletas, monumentos y similares, que difiere de los niveles establecidos por regulación para alumbrado público general, dado que éstos obedecen a criterios estéticos determinados por el gobierno autónomo descentralizado correspondiente, o por el órgano estatal competente. Se excluye bombas de agua de piletas y motores extractores de aire de túneles, o el consumo de energía de equipos que no tienen que ver con iluminación (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020). A continuación, en la tabla 3, se indica las clases de iluminación para los diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.

Tabla 3 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas.

Clase de Iluminación	Descripción del uso de la calzada
P1	Vías de gran importancia.
P2	Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas.
P3	Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas.
P4	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes.
P5	Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante mantener el lugar o el carácter arquitectónico del entorno.
P6	Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.

Fuente: Adaptado de (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020)

Los parámetros fotométricos a cumplir para tráfico peatonal (P1 al P6), se definen en la tabla 4.

Tabla 4 Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de Iluminación	Iluminación (lx)	
	Valor promedio (*)	Valor mínimo (*)
P1	20	7,5
P2	10	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2

Fuente: Adaptado de (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020)

#### 1.2.2.2. Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 - Alumbrado Público

En la ciudad de Quito, el 17 de octubre del 2013 de conformidad con la Ley del Sistema Ecuatoriano de la Calidad, el Ministerio de Industrias y Productividad publica el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 “Alumbrado Público”, el mismo que entró en vigor desde el 15 de abril de 2014; Posteriormente, el 10 de febrero de 2015 se oficializo y entro en vigor la Primera Revisión del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069 “Alumbrado Público”.

El objetivo del Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 069, a diferencia de la Regulación ARCERNNR 006/20 vigente, es la de establecer “los requisitos y medidas que deben cumplir los sistemas de iluminación pública, garantizando niveles y calidad de la energía lumínica requerida en la actividad visual, la seguridad en el abastecimiento energético, la protección del consumidor y la preservación del medio ambiente” (Regulación No. ARCERNNR 006/20, 2020); previniendo, minimizando o eliminando los riesgos originados por la instalación y uso de sistemas de iluminación. Incluyendo criterios de eficiencia energética.

Su ámbito de aplicación, son: a las instalaciones de alumbrado público, a los materiales y equipos utilizados en ellas y a las personas que intervienen.

Tomando en consideración, los tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas, la iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, la configuración de bordillos, escalones marcas y señales; adicionalmente, debe ayudar a evitar agresiones al transitar por estas vías. En la tabla 5, acorde al reglamento se presentan las siete clases de iluminación para los diferentes tipos de vías en áreas peatonales.

Tabla 5 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas

Descripción de la calzada	Clase de iluminación
Vías de muy elevado prestigio urbano	P1
Utilización nocturna intensa por peatones y ciclistas	P2
Utilización nocturna moderada por peatones y ciclistas	P3
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes	P4
Utilización nocturna baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias	P7
NOTA: El prestigio se relaciona con la necesidad de producir un ambiente atractivo. Para las demás clases de iluminación, P2 a P6 (ojo), la graduación se relaciona con el uso por peatones. Las clases P5 a P6 solo deben usarse donde sea baja la probabilidad de realización de delitos en ausencia de luz.	

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico Ecuatoriano 069, 2011, pág. 55)

El reglamento también establece los requisitos de iluminación para vías peatonales y de ciclistas. En la tabla 6 se asocian, a las clases de iluminación, los valores de iluminancia que se deben satisfacer en los distintos tipos de vías peatonales.

Tabla 6 Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal

Clase de Iluminación	Iluminancia Horizontal (Luxes)	
	Valor promedio (*)	Valor mínimo (*)
P1	20,0	7,5
P2	10,0	3,0
P3	7,5	1,5
P4	5,0	1,0
P5	3,0	0,6
P6	1,5	0,2

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico Ecuatoriano 069, 2011, pág. 57)

### 1.2.3. Iluminación De Zonas Conflictivas

Este tipo de iluminación se producen cuando el flujo de vehículos se cruza entre sí o se dirige hacia lugares frecuentados por peatones, ciclistas o usuarios de otros caminos; o cuando, hay un cambio en la geometría de la vía, tales como una reducción del número de carriles o la reducción del ancho de un carril o una calzada.

#### 1.2.3.1. Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) INEN 069 - Alumbrado Público

Los sistemas de alumbrado público para áreas conflictivas se deben diseñar y construir con los valores fotométricos de la tabla 7. El diseño de iluminación debe considerar no solamente las calzadas vehiculares, sino las ciclo rutas y los andenes adyacentes, como componente del espacio público.

Tabla 7 Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminación promedio (luxes)	Uniformidad general $U_0 \geq$ %
Canchas múltiples recreativas	C0	50	40
Plazas y plazoletas	C1	30	33
Pasos peatonales subterráneos	C1	30	33

Puentes peatonales	C2	20	33
Zonas peatonales baja y aledañas a puentes peatonales y vehiculares	C2	20	33
Andenes, senderos, paseos y alamedas peatonales en parques	C3	15	33
Ciclo-rutas en parques	C2	20	40
Ciclo-rutas, senderos, paseos, alamedas y demás áreas peatonales adyacentes a rondas de ríos, quebradas, humedales, canales y demás áreas distantes de vías vehiculares iluminadas u otro tipo de áreas iluminadas.	C4	10	40

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico Ecuatoriano 069, 2011, pág. 59)

### 1.3. Tipos de luminarias utilizadas en alumbrado público

Las lámparas utilizadas en el alumbrado público deben presentar algunas características que permitan un ahorro energético y, a su vez, económico. La mayor parte de las lámparas utilizadas en el alumbrado público utilizan un sistema de descarga eléctrica en un gas. A continuación, se lista los tipos de luminarias más utilizados en el alumbrado público.

- “Lámparas de vapor de mercurio de alta presión
- Lámparas de vapor de sodio a baja presión
- Lámparas de vapor de sodio a alta presión
- Lámparas de mercurio con halógenos metálicos” (Dirección General de Energía y Cambio Climático, 2008)
- Lámparas de inducción magnética de alta frecuencia
- Lámparas de inducción electromagnética de baja frecuencia
- Lámparas de estado sólido (LED)

### 1.3.1. Lámparas De Vapor De Mercurio De Alta Presión

Son aquellas lámparas que disponen de un tubo de cuarzo para soportar altas presiones y temperaturas. En su interior hay dos electrodos en los extremos de wolframio o tungsteno con cavidades rellenas de un material que facilita la emisión de electrones. “También lleva un electro auxiliar que está conectado a uno de los electrodos principales y conectado al otro por medio de una resistencia de valores entre 10-30 k $\Omega$ ” (Universidad Politécnica de Cataluña, 2013).

El tubo está relleno de un gas inerte (argón o neón) que ayuda a originar la descarga y una dosis adecuada de mercurio que se vaporiza cuando la lámpara está en pleno funcionamiento. En la figura 4 se muestra las partes de una lámpara de vapor de mercurio.

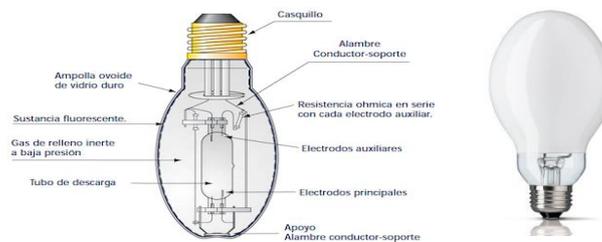


Figura 4 Lámpara de vapor de mercurio

Fuente: Tomado de (Universidad Politécnica de Cataluña, 2013)

La lámpara empieza su funcionamiento, cuando el interruptor se cierra y produce un pequeño arco entre el electrodo principal y auxiliar de arranque que produce la ionización del gas de relleno del tubo de cuarzo iniciando la descarga principal. La descarga se produce a través del gas porque el mercurio aún está a temperatura ambiente y con una presión baja. A medida que el mercurio eleva su temperatura, este se vaporiza aumentando la presión en el interior del tubo y la tensión entre los bornes de la lámpara.

Al cabo de unos minutos, el mercurio está completamente volatilizado y la descarga se produce a través de este. En este momento aumenta el flujo luminoso. Una vez llegado al equilibrio, la intensidad la regula el balasto. La vida útil promedio, teniendo en cuenta las condiciones de trabajo se encuentra próximo a unas 8000 horas.

Dentro de las ventajas se tiene:

- Tiene una eficacia luminosa superior a las comparadas anteriormente

- Una gran vida útil, superior a las anteriores, aunque su depreciación lumínica es considerable
- El periodo de mantenimiento, considerable
- No necesita ningún equipo auxiliar por lo que el remplazo es directo

Y desventajas:

- Retardo en el reencendido, Cuando se apaga la lámpara, la presión interna es muy alta por lo que la tensión de la red es insuficiente para lograr su reencendido, por lo cual hay que esperar el enfriamiento para comenzar
- De igual manera al poseer mercurio este tipo de lámparas son consideradas residuos peligrosos, por lo cual se deben disponer adecuadamente para evitar efectos ambientales negativos.

### 1.3.2. Lámparas De Vapor De Sodio A Baja Presión

Las lámparas de vapor de sodio a baja presión tienen un rendimiento lumínico muy elevado gracias a que las radiaciones producidas se concentran en la zona del espectro visible donde la percepción visual es máxima. Tiene color característico amarillo típico de las lámparas de sodio. Por lo tanto, son lámparas que se utilizan para aprovechar la agudeza visual, pero la reproducción cromática es muy baja. La lámpara de vapor de sodio a baja presión fue la primera lámpara de este tipo y es utilizada principalmente para la iluminación de autopistas, túneles..., etc.

Al conectar la lámpara se energiza la luminaria y empieza la descarga entre los electrodos del tubo de descarga, a través del gas de neón que contiene. A medida que va aumentando la temperatura, el sodio empieza a vaporizarse hasta que inicia la descarga a través del vapor de sodio. La lámpara empieza a ponerse de color amarillo, hasta que llegar su punto más intenso cuando se estabiliza la descarga.

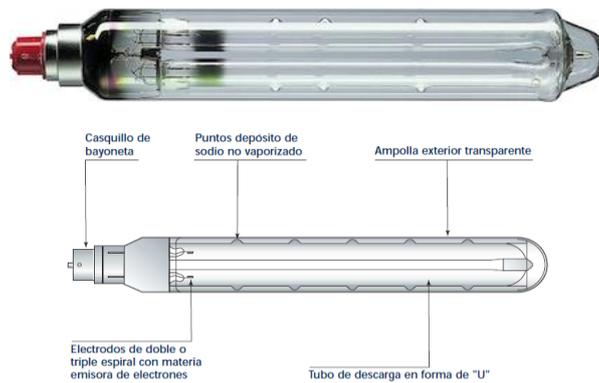


Figura 5 Lámpara de vapor de sodio a baja presión

Fuente: Tomado de (Universidad Politécnica de Cataluña, 2013)

Dentro de las ventajas se tiene:

- Es la más eficaz de todas las fuentes de luz (hasta 180lm/W)
- No les influye la temperatura ambiente
- Larga vida útil y precio moderado comparado con otras lámparas (HID) alta intensidad de descarga
- Aptas para utilizar allí donde solo importe el reconocimiento de contraste

Y desventajas:

- Estas lámparas precisan de un equipo auxiliar formado por alimentador balasto y arrancador con tensión de impulso según tipo. Precisan condensador de compensación.
- Los valores nominales se alcanzan al cabo de quince minutos del encendido.
- Retardo a reencendido, necesita enfriarse unos minutos para encenderse
- nuevamente

### 1.3.3. Lámparas De Vapor De Sodio A Alta Presión

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las más avanzadas. Tienen un espectro de emisión con bandas más anchas. Las características de las lámparas son mejores, pero la eficacia luminosa y la reproducción cromática siguen siendo bajas en estas lámparas. El tubo de descarga puede alcanzar temperaturas de 1000 °C

La luz en este tipo de lámparas se obtiene por la descarga eléctrica a través del metal de sodio y de mercurio junto con un gas noble (xenón o argón), vaporizados a alta presión,

que aumenta la longitud de onda esto hace que tanto la temperatura de color como la reproducción del mismo mejoren notablemente.

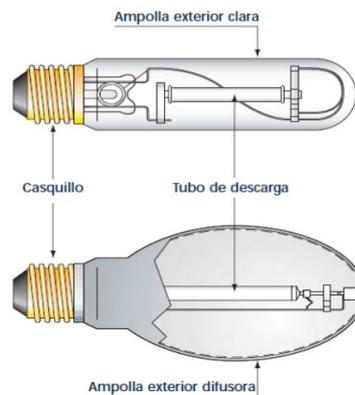


Figura 6 Lámpara de vapor de sodio a alta presión

Fuente: Tomado de (Universidad Politécnica de Cataluña, 2013)

Este tipo de bombillo se considera como prioridad en los criterios de diseño para iluminación de exteriores, en relación a las fuentes de luz de metal halie y mercurio de alta presión, por su capacidad de acentuar los objetos iluminados y su prolongada vida útil. Para el encendido de las lámparas, es necesario el uso de equipos auxiliares (balastro, arrancador o ignitor y un condensador).

Dentro de las ventajas se tiene:

- Alta eficacia luminosa, de tal manera que es utilizada en iluminación para Exteriores
- Larga vida útil, sin necesidad de mantenimiento
- Baja depreciación luminosa, mejor que la lámpara de sodio de baja presión

Y desventajas:

- Retardo al encendido, debió a la alta tensión a la que necesita para arrancar, una vez encendida, la lámpara se calienta en 10 minutos aproximadamente, durante el cual va cambiando de color
- Necesita una tensión bastante grande para arrancar, de modo que si se interrumpe la tensión de la red no puede encender de inmediato

#### 1.3.4. Lámparas De Mercurio Con Halógenos Metálicos

Las lámparas de mercurio con halógenos metálicos son de construcción similar a las de mercurio de alta presión. En el interior del tubo de descarga se añaden aditivos metálicos

para potenciar determinadas zonas de espectro visible de modo que aumenta su rendimiento, tanto luminoso como de color. La composición espectral de estas lámparas es superior a las anteriores.

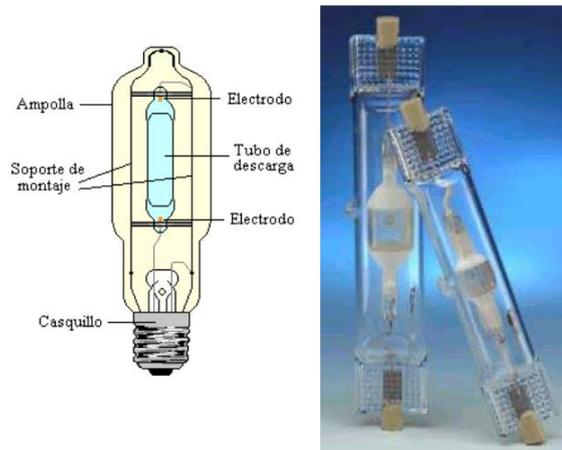


Figura 7 Lámparas de mercurio con halógenos metálicos  
Fuente: Adaptado de (Rodrigues, 2017)

El principio de funcionamiento es muy parecido al de la lámpara de vapor de mercurio. La luz se obtiene por la descarga eléctrica que se genera por la diferencia de potencial entre los electrodos. Esta diferencia provoca que un flujo de electrones atravesase el gas, y así excite los átomos contenidos en el tubo de descarga. Dependiendo del ioduro que se encuentra al interior del tubo la excitación de los átomos producirá distintos colores.

Las lámparas de descarga de halogenuros metálicos tienen cualidades que las distinguen que otras lámparas: combinan alta eficacia con color de luz blanca, similar a la luz diurna, con excelente reproducción de colores. A diferencia de las lámparas fluorescentes que también tienen estas cualidades, éstas producen un alto flujo luminoso a partir de una lámpara relativamente pequeña. Por ello, se ha ampliado su utilización como reflector en el exterior de los edificios, en estadios, y en otros lugares donde se requiere un alto nivel de iluminancia.

Dentro de las ventajas se tiene:

- Alta eficacia luminosa (75-105 lm/W)
- Buen rendimiento de color
- Dimensiones reducidas
- Buena adaptabilidad a sistemas de proyección

Y desventajas:

- Duración escasa en comparación con otras lámparas de (HID) alta intensidad de descarga
- Funcionan en un rango limitado de posiciones
- Descarga inestable que implica distintas apariencias de color
- Precio elevado (solo para aplicaciones con prioridad en IRC)

### 1.3.5. Lámparas De Inducción Magnética De Alta Frecuencia

La tecnología de iluminación por inducción electromagnética, conocida por lo general como inducción magnética, no es nueva, sin embargo, los últimos avances tecnológicos han permitido un importante desarrollo. Básicamente su construcción es similar a una luminaria fluorescente tradicional o de descarga de vapor de mercurio, pero en este caso el gas se excita mediante la inducción de un campo electromagnético. Una característica fundamental de este tipo de lámparas es que carecen de electrodos para inducir corriente en el interior del tubo debido a que esta tarea la realiza justamente el campo magnético generado por las bobinas. Esto ha permitido alcanzar una gran vida útil y producir lámparas de mayor potencia

La lámpara de inducción magnética de alta frecuencia utiliza una antena interna, cuya potencia proviene de un generador externo de alta frecuencia para crear un campo electromagnético dentro del recipiente de descarga, y esto es lo que induce la corriente eléctrica en el gas a originar su ionización. Su frecuencia de trabajo es de alrededor de 2.6 MHz.

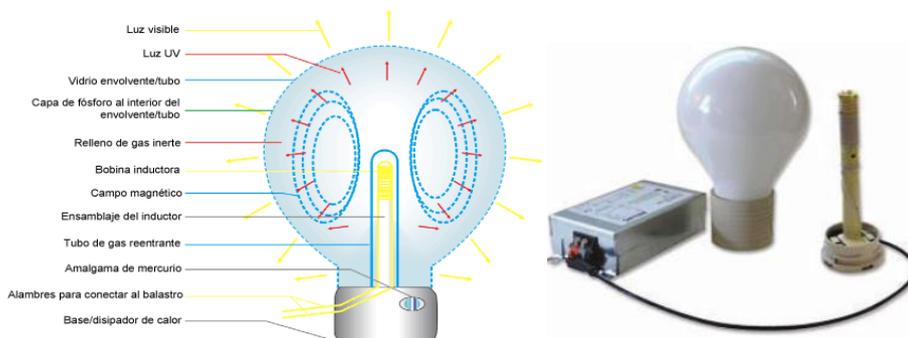


Figura 8 La lámpara de inducción magnética de alta frecuencia  
Fuente: Adaptado de (Universidad Politécnica de Cataluña, 2013)

Dentro de las ventajas se tiene:

- Eficacia elevada
- Buen IRC
- Vida media muy elevada
- Baja temperatura de operación
- Encendido y reencendido instantáneo

Y desventajas:

- Necesita un equipo auxiliar
- Coste elevado
- No se puede regular
- Se vende en conjunto con la luminaria
- Puede crear radio interferencias

### 1.3.6. Lámparas De Inducción Electromagnética De Baja Frecuencia

Las lámparas de inducción electromagnética (LIEM, trabajan con un “generador de baja frecuencia integrado en un balasto cuya frecuencia de operación es de 2.5 kHz. (Lámparas similares con un generador de alta frecuencia trabajan con una frecuencia de operación en el orden de los 10 GHz)” (Edison Tech Center, 2014).

Esta lámpara está compuesta por un bulbo, una antena de doble poder, dos electroimanes una fuente de poder (balasto o alimentación).

Dentro de las ventajas se tiene:

- Eficacia elevada
- Ahorro de energía
- Buen IRC
- Vida media muy elevada
- Baja temperatura de operación
- Encendido y reencendido instantáneo
- Intensidad regulable

Y desventajas

- Necesita un equipo auxiliar
- Coste elevado

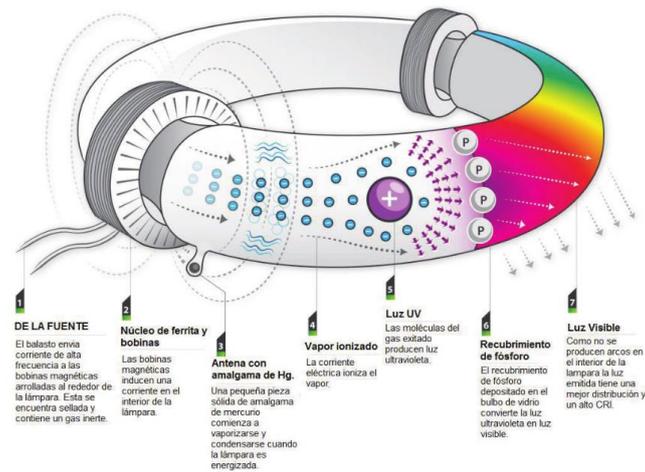


Figura 9 Lámpara de inducción electromagnética de baja frecuencia  
Fuente: Adaptado de (Afinidad eléctrica, 2007)

### 1.3.7. Lámparas De Estado Sólido (LED)

En la actualidad, el alumbrado público de los diferentes tipos de vías en nuestro país, tiene en uso, en su gran mayoría lámparas de vapor de sodio de alta presión y en menor proporción lámparas de mercurio de alta presión, sin embargo, las nuevas tecnologías se perfilan como solución al alto consumo de energía y a mejorar la eficiencia de las lámparas para el alumbrado público, debido a estas razones, aparece como alternativa el uso de las lámparas led.

Los leds son dispositivos eléctricos semiconductores llamados diodos, que tiene la capacidad de emitir luz al polarizarlos con una corriente pequeña. El nombre de "led" proviene del inglés "light emitting diode", que al ser traducido al idioma castellano sería "diodo emisor de luz". Los leds, poseen polaridad positiva y negativa para el cátodo y el ánodo respectivamente, su condición de trabajo es posible al ser polarizados en directo. La luz generada por el led, no es producida por el filamento incandescente interno, realmente se genera por electroluminiscencia, al ser liberados fotones, los encargados de hacer la luz visible, como resultado al desplazamiento de los electrones por el semiconductor llamado diodo.

A diferencia de las lámparas incandescentes y fluorescentes, casi toda la energía utilizada por el LED es convertida en luz en lugar de calor, lo cual los hace muy eficientes.

Tiene enormes ventajas sobre las lámparas comunes, como su bajo consumo de energía, su mantenimiento casi nulo y con una vida aproximada que varía de 50.000 a 100.000 horas.

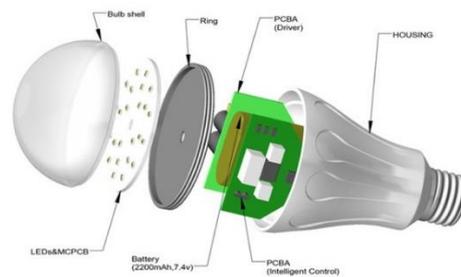


Figura 10 Lámpara de estado sólido (LED)

Fuente: Adaptado de (SmartCharge, 2013)

Dentro de las ventajas se tiene:

- Alta eficacia luminosa (70110 lm/W)
- Excelente rendimiento de color
- Vida útil extremadamente larga (hasta 50.000 horas)
- Dimensiones reducidas y sustituyen cualquier tipo de incandescente, halógena, o de bajo consumo, de forma directa
- No emiten en el infrarrojo, por lo que no calientan

Y desventajas:

- Precio todavía caro en comparación con las que sustituyen
- Envejecen rápidamente en luminarias no apropiadas y en ambientes con temperaturas elevadas

#### **1.4. Análisis comparativo de luminarias utilizadas para alumbrado público**

Para tener mayor claridad sobre las principales diferencias de los tipos de lámparas usadas en alumbrado público es importante hacer una comparación del flujo luminoso considerado también como vida útil. En la figura 11, se puede observar que, de acuerdo con los datos presentados por los fabricantes, las dos tecnologías más convenientes en cuanto a su vida útil (referida al descenso hasta el 70% de su flujo luminoso inicial), son la tecnología LED y la de Inducción Magnética. Sin embargo, las luminarias con tecnología LED presenta mejores prestaciones, relacionadas con un mínimo coste de mantenimiento, mejor reproducción cromática & robustez mecánica (Secue, Páez, Fonseca, & Muela, 2018).

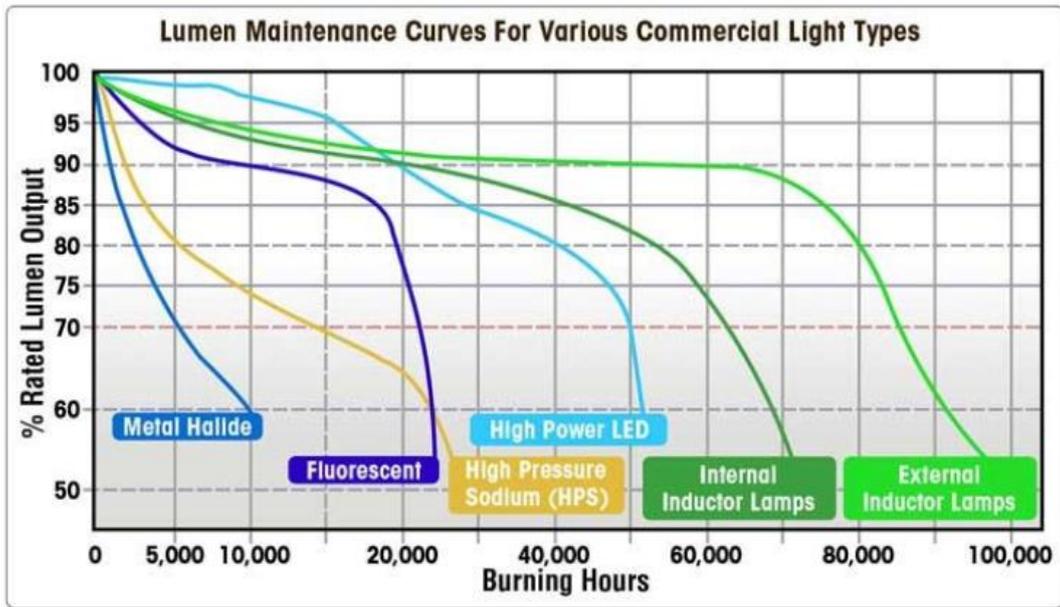


Figura 11 Comparación de Curvas de Flujo Luminoso  
Fuente: Tomado de (Secue, Páez, Fonseca, & Muela, 2018)

Asimismo, es importante considerar la definición de la vida útil de la luminaria considerando que la luminaria ha perdido su funcionalidad cuando el flujo luminoso alcanza el 70% del valor inicial, lo cual se presenta en el diagrama de barras de la figura 12.

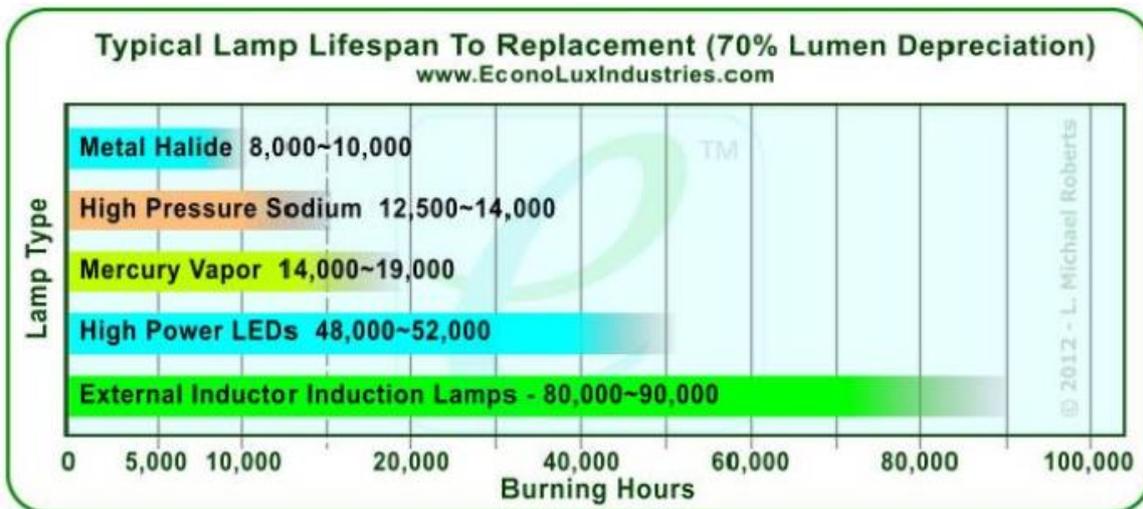


Figura 12 Comparación de tiempo de vida útil al 70% del Flujo luminoso  
Fuente: Tomado de (Secue, Páez, Fonseca, & Muela, 2018)

En la tabla 8, se presenta la comparación de las diferentes tecnologías de lámparas a partir de parámetros relevantes como eficacia luminosa, vida útil, temperatura de color e índice de reproducción cromática, en el cual las luminarias con tecnología LED se encuentra entre las mejores opciones.

Tabla 8 Comparación entre tecnologías utilizadas en fuentes de iluminación

Tipo de lámpara	Eficacia Lm / W	Aplicación	Costo Inicial	Costo de Operación	Vida útil Horas	Temperatura de color Tc	Temperatura de lámpara	Índice de Reproducción Cromática IRC	Decaimiento en 2000 horas	Arranque	Espera de encendido
Incandescente	14	Residencial y decorativo (entrados en desuso)	Bajo	Alto	1000	2200 – 3200°K	170 - 200 °C	> 80	≥ 50%	Instantáneo	No
Fluorescente	50 - 90	Áreas industriales y comerciales a baja altura, oficina, escuelas, residencial (CFL)	Medio	Medio	10 000 CFL – 8 000	2700 – 6500°K	125 °C	80	≥ 20%	1 - 3 s.	No
Vapor de Mercurio	35 - 60	Grandes áreas industriales, bodegas, patios, grandes alturas de montaje	Alto	Medio	25 000	2600 – 6500°K	180 - 250 °C	50 - 95	≥ 30%	> 10 s.	> 20 s.
Vapor de Mercurio con halógenos / haluros metálicos	60 - 96	Grandes áreas a grandes alturas, donde se necesita buen rendimiento del color	Alto	Medio	10 000	3000 – 6000°K	400 °C	65 - 95	≥ 25%	5 - 10 min.	> 5 min.
Vapor de sodio de alta presión	80 - 150	Grandes alturas de montaje, patios de maniobras, autopistas, avenidas, parques, estadios, etc. Regular rendimiento de color	Alto	Bajo	25 000	2000 – 2500°K	320 °C	< 60	≥ 15%	> 15 s.	> 3 min.
Vapor de sodio de baja presión	100 - 200	Autopistas, avenidas y demás sitios donde no importa la reproducción del color, pero sí una buena visibilidad	Alto	Muy bajo	25 000	1800° K	500 - 800 °C	< 40	≥ 13%	> 5 s.	No
Inducción electromagnética	80 - 110	Autopistas, avenidas, túneles, parques, industria, oficinas, centros comerciales, Buen rendimiento del color	Alto	Muy bajo	60 000 – 100 000	2700 – 7000°K	70 °C	> 80	≤ 5%	Instantáneo	No
LED	60 - 110	Decorativo, residencial, autopistas, avenidas, parques, industria, oficinas, centros comerciales. Buen rendimiento del color	Muy Alto	Muy bajo	50 000	3000 - 7500°K	70 °C	> 80	≤ 5%	Instantáneo	No

Fuente: Tomado de (Secue, Páez, Fonseca, & Muela, 2018)

#### 1.4.1. Análisis Ambiental

La innovación de las tecnologías en luminarias y la creciente tendencia de responsabilidad con el medio ambiente, requiere que se tome en consideración los materiales de los componentes de los diferentes tipos de luminarias para el diseño de sistemas de iluminación, por lo cual en la tabla 9 se presenta un resumen por tipo de tecnología de iluminación del contenido de sustancias contaminantes. Se observa que, de las tecnologías modernas, la LED no presenta contenido significativo de sustancias nocivas, en tanto que las lámparas de inducción contienen mercurio y otros elementos no amigables con el medio ambiente; De igual manera la tecnología LED es la única que tiene la ventaja de ser 100% reciclable.

Tabla 9 Contenido de sustancias contaminantes de los diferentes tipos de iluminación

Lámpara	Mercurio (gr)	Plomo (gr)	Itrio (gr)	Tierras raras (gr)	Antimonio (gr)	Bario (gr)	Estroncio (gr)
Sodio alta Presión	0,0060	0,6000	0,0120	0,0030	0,0000	0,1260	0,0900
Inducción	0,0100	0,0100	0,1200	0,0800	0,0300	0,0600	0,2800
Fluorescente tubular	0,0100	0,0100	0,1200	0,0800	0,0300	0,0600	0,2800
Halogenuro Metálico	0,0045	0,4500	0,1050	0,0045	0,0000	0,0030	0,0015
Vapor de mercurio	0,0060	1,5000	0,3600	0,0390	0,0000	0,0060	0,1500
Fluorescente Compacta	0,0035	0,0104	0,1260	0,0800	0,0300	0,0600	0,2800
LED	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
OLED	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Incandescente	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Halógena	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fuente: Tomado de (Secue, Páez, Fonseca, & Muela, 2018)

## 1.5. Generalidades del alumbrado público

### 1.5.1. Luminotecnia

“La luminotecnia es la técnica que estudia las distintas formas de producción de la luz, así como su control y aplicación” (Comité Español de Iluminación, 2010). Mediante el estudio y aplicación de la luminotecnia se podrá crear sistemas de alumbrado público con una buena iluminación y ambientes más que agradables.

### 1.5.2. La Luz

“La luz es una forma de energía luminosa formada por ondas electromagnéticas que son captadas por los ojos, produciendo el efecto de la visión, estas ondas hacen uso de un segmento del espectro electromagnético” (Moreno, 2010). El rango de la radiación visible al ojo humano se encuentra entre los 380 y 780 nanómetros.



Figura 13 Curva espectral de eficiencia luminosa  
Fuente: Tomado de (Centro Español de Metrología, 2018)

### 1.5.3. Reflexión

Se presenta cuando un rayo de luz incide sobre una superficie, este describe un ángulo de incidencia que es igual al ángulo del rayo reflejado. La medida de la reflexión es la reflectancia, que se define como la relación del flujo luminoso reflectante al flujo luminoso incidente. “Es la medida de la cantidad de luz que es capaz de reflejar una superficie. La reflexión puede ser dirigida, difusa o mixta. La eficacia de una luminaria es afectada en gran medida por este factor” (Moreno, 2010).

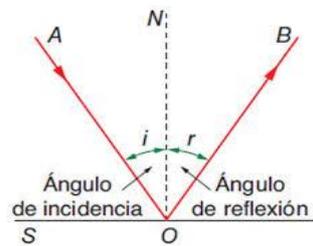


Figura 14 Reflexión de la luz  
Fuente: Tomado de (EjerciciosFyQ, 2017)

### 1.5.4. Refracción

Es el cambio de dirección de la luz mediante la incidencia de un medio de densidad variable. “A través de la refracción de diferentes intensidades de distintas zonas espectrales se puede producir la formación de espectros de colores como por ejemplo el prisma” (Moreno, 2010).

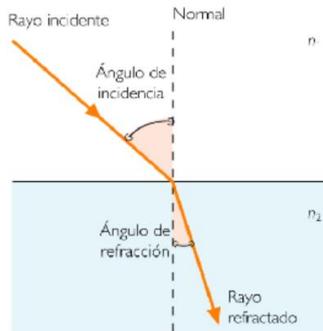


Figura 15 Refracción de la luz

Fuente: Tomado de (fenooptico, 2015)

### 1.5.5. Transmisión

“La transmisión ocurre cuando la luz atraviesa una superficie u objeto. Hay 3 tipos de transmisión: directa, difusa o selectiva” (Moreno, 2010).

- Superficie difusa o translúcida nos da una transmisión dispersa.
- Superficie directa o transparente nos da una transmisión directa.
- Superficie selectiva o coloreada es aquella que filtra uno o algunos colores.



Figura 16 Transmisión de la luz

Fuente: Adaptado de ( Centro de apoyo a la Investigación, 2008)

### 1.5.6. Color De Luz Y Temperatura Del Color

“El color es una propiedad de la luz que nuestro sistema visual interpreta” (ingenieriaromo, 2014). El color de luz de una lámpara depende de la dispersión de la luz emitida. Para las lámparas incandescentes esta dispersión resulta por la temperatura del filamento, de ahí el concepto temperatura de color; para lámparas de descarga, en cambio, es necesario recurrir a un valor comparativo: la temperatura de color más parecida. En vez de la indicación exacta de la temperatura de color, en la práctica se produce a menudo una

clasificación más ordinaria en los colores de luz blanco cálido, blanco neutral y blanco luz diurna.

Tabla 10 Valores de temperatura de color por tipo de lámpara

Tipo de lámpara	Temperatura de color
Incandescentes / halógenas	2700-3200
Sodio de baja presión	1700
Sodio de alta presión	2000,2200,2500
Mercurio de alta presión	3400,4000,4200
Tubos fluorescentes	2700,3000,4000,6500
Fuorescentes compactos	2700,3000,4000,6500
Halogenuros metálicos cuarzo MHN	3000,4000,5600
Halogenuros metálicos cerámico CMD	3000,4200
LED's	3000-8000

Fuente: Adaptado de (ingenieriaromo, 2014)

La temperatura de color se define como la impresión de color de efecto radiador de cuerpo negro a ciertas temperaturas, se mide en grados Kelvin ( $K^{\circ}$ ), en otras palabras, dará un ambiente de calidez o frialdad.



Figura 17 Relación entre temperatura de color y ambiente

Fuente: Adaptado de (ingenieriaromo, 2014)

## 1.5.7. Magnitudes Y Unidades Fundamentales Luminosas

### 1.5.7.1. Flujo luminoso

“Al flujo luminoso se lo conoce como la energía radiada por una fuente de luz. Se representa comúnmente con la letra griega  $\phi$  (fi), y su unidad es el lumen (lm)” (Moreno, 2010). Es una medida para la potencia de una fuente luminosa, a la cual es sensible el ojo

Humano, La relación que permite conocer el equivalente mecánico del flujo luminoso es que 1 W de potencia radiante luminosa de 555 nm equivale a 683 lm.

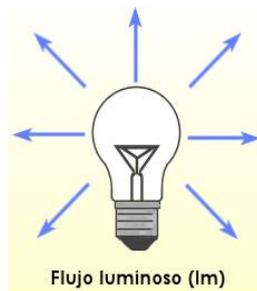


Figura 18. Representación del flujo luminoso

Fuente: Tomado de (tesla-electric, sf)

El flujo luminoso está dado por la siguiente ecuación:

$$\phi = \frac{Q}{t}$$

Ecuación 1. Flujo luminoso

Dónde:

$\phi$ : Flujo luminoso en lumenes

Q: Cantidad de luz emitida en lumenes por segundo

t: Tiempo en segundos

#### 1.5.7.2. Rendimiento luminoso

También se lo conoce como coeficiente de eficacia luminosa de una fuente de luz este indica el flujo que emite la misma por la potencia eléctrica consumida por dicha fuente. Esta medida es usada para conocer la eficiencia energética de una gran variedad de lámparas. “Su unidad es lumen por vatio (lm/W), y se representa generalmente con la letra griega  $\eta$  (eta)” (Moreno, 2010).

$$\eta = \frac{\phi}{P}$$

Ecuación 2. Rendimiento luminoso

Donde:

$\eta$ : Rendimiento luminoso

$\phi$ : Flujo luminoso en lumenes

P: Potencia consumida



Figura 19 Rendimiento luminoso  
Fuente: Tomado de (tesla-electric, sf)

### 1.5.7.3. Energía luminosa (Cantidad de luz)

Lo definimos como el flujo lumínico emitido ( $\phi$ ) en una unidad de tiempo (s), se representa comúnmente con la letra Q y su unidad es el lumen por hora ( $\text{lm}\cdot\text{h}$ ). Es de gran relevancia conocer la energía luminosa puesto que debido a este cálculo conoceremos la cantidad de luz que emitirá la lámpara durante su vida útil, cabe recalcar deberá tener en cuenta las pérdidas que se producen, la expresión que la simboliza es:

$$Q = \phi * t$$

Ecuación 3. Flujo lumínico emitido

Donde:

Q: Energía luminosa

$\phi$ : Flujo luminoso

t: Tiempo en horas

### 1.5.7.4. Intensidad luminosa

Se define como la cantidad de flujo luminoso (cantidad de luz) que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Se representa generalmente con la letra I y su unidad es en candelas (cd), la expresión que la simboliza es:

$$I = \frac{\phi}{\omega}$$

Ecuación 4. Cantidad de flujo luminoso

Donde:

I: Intensidad luminosa

$\phi$ : Flujo luminoso

$\omega$ : Angulo luminoso

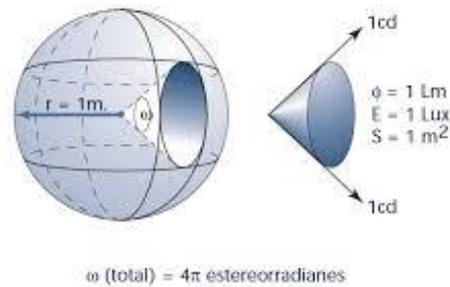


Figura 20 Angulo sólido, representación del rendimiento luminoso.

Fuente: Tomado de (luminotechdesign, 2017)

### 1.5.7.5. Iluminancia

Se define iluminancia como el flujo luminoso recibido por una superficie. Se representa generalmente con la letra E y su unidad es el lux (lx). la expresión que la simboliza es:

$$E = \frac{\phi}{S}$$

Ecuación 5. Iluminancia

Donde:

E: Iluminancia

$\phi$ : Flujo luminoso

S: Superficie iluminada

Haciendo un breve análisis a la ecuación vemos que mientras mayor sea el flujo luminoso mayor será la iluminancia, y para un mismo flujo luminoso será mayor la iluminancia si disminuye la superficie.

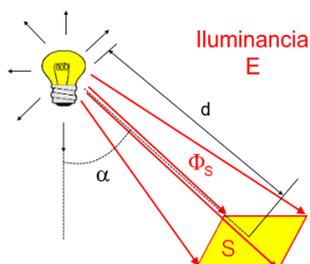


Figura 21 Representación de iluminancia

Fuente: Tomado de (ComparaLUX, 2012)

### 1.5.7.6. Luminancia

Se entiende por luminancia a la medición entre la cantidad de luz emitida, pasando por o reflejada desde una superficie particular desde un ángulo sólido. También indica cuánta energía luminosa puede ser percibida por el ojo humano. Esto significa que la luminancia indica el brillo de la luz emitida o reflejada fuera de la superficie.

Se representa generalmente con la letra L y su unidad es candela por metro cuadrado (cd/m<sup>2</sup>).

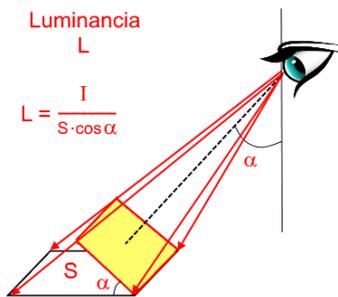


Figura 22 Representación de iluminancia  
Fuente: Tomado de (ComparaLUX, 2012)

## **CAPÍTULO 2: Desarrollo**

### **2.1. Métodos de investigación**

#### **2.1.1. Método Hipotético Deductivo**

El método hipotético deductivo, se utilizó al momento de la recolección de la información, ya que permite observar de forma directa el comportamiento del sistema de alumbrado público ornamental, el estado en el que se encuentran las luminarias, la intensidad de iluminación en los parques e iglesias, y de esta manera crear una hipótesis para explicar dicho fenómeno, y finalmente su verificación.

#### **2.1.2. Método Analítico-Sintético**

Se requiere el método analítico – sintético, puesto que se realiza un análisis de forma característica de los elementos que componen el sistema de alumbrado público ornamental de los parques e iglesias, así como el tipo de control, el tipo de luminaria, la potencia, etc., y posteriormente unificarlo para obtener el diseño apropiado.

### **2.2. Tipos de investigación**

#### **2.2.1. Investigación Bibliográfica**

La presente investigación se la realiza mediante una búsqueda bibliográfica, ya que se revisó diferentes normas, libros, folletos, páginas web, etc. Mediante las cuales se obtuvo un conocimiento más amplio en lo que se refiere al sistema de alumbrado público ornamental, y las nuevas alternativas que serán esenciales para poder realizar el proyecto, para esta investigación se utilizó la regulación ARCONEL 006/20, denominada “Prestación del Servicio de Alumbrado Público General”, y el Reglamento Técnico Ecuatoriano (RTE) 069 “Alumbrado Público”.

#### **2.2.2. Investigación de Campo**

Mediante esta investigación se tiene un contacto de manera directa con la red de alumbrado público de los parques Pedro Moncayo y la Merced y sus respectivas iglesias, se

realizó el levantamiento de datos del sistema de alumbrado público ornamental, utilizando un equipo luxómetro con el cual se recopiló toda la información necesaria de las luminarias, obteniendo así un amplio conocimiento de la situación actual.

## **2.3. Técnicas de investigación**

### **2.3.1. Observación**

Se utilizó esta técnica, puesto que se realizó una observación directa del sistema de alumbrado público ornamental en los parques Pedro Moncayo y la Merced y sus respectivas iglesias, visualizando el nivel de iluminación, el estado de las luminarias, etc., y de esta manera buscar una solución al problema planteado en la investigación.

## **2.4. Instrumentos de investigación**

Para obtener los datos a analizar se utiliza los siguientes instrumentos:

Tabla 11 Instrumentos de investigación para la ejecución del proyecto

Técnicas	Instrumentos
Análisis documental	Bibliografías Normativas Eléctricas Fichas técnicas de los equipos y luminarias
Observación	Distribución de luminarias (Parque e iglesias)
Análisis de luminancia	Luxómetro

Fuente: Elaborado por el autor

## **2.5. Sistema de alumbrado público ornamental actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y la Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra**

La Empresa Eléctrica Regional Norte S.A “EMELNORTE S.A.”, proporciona servicio de energía eléctrica para el norte del país, mediante fuentes de generación, transmisión y distribución. Una de las grandes competencias es brindar el servicio de alumbrado público ornamental a los parques Pedro Moncayo Esparza y la Merced, que son lugares tradicionales del centro histórico de la ciudad de Ibarra. Espacios que son acompañados por la iglesia local

y por una pileta o fuentes de agua. Son acogidos como sitios de descanso y de comodidad; Además, por estar ubicados en el centro de la ciudad, constituyen una parte de la historia y cultura Ibarreña, que son los sitios más visitados por los turistas nacionales y extranjeros, rodeados por una mediana influencia de tráfico vehicular, pero concurridos por un alto flujo promedio de peatones.

### 2.5.1. Parque La Merced



Figura 23. Parque La Merced

Fuente: Elaborado por el autor

Es un espacio recreativo y de uso público constituido por áreas verdes, piletas de agua, camineras y monumentos. Ubicado en el centro histórico de la ciudad de Ibarra. Limitado por la calle Sánchez y Cifuentes, C. García Moreno, Juan José flores y José Joaquín Olmedo.

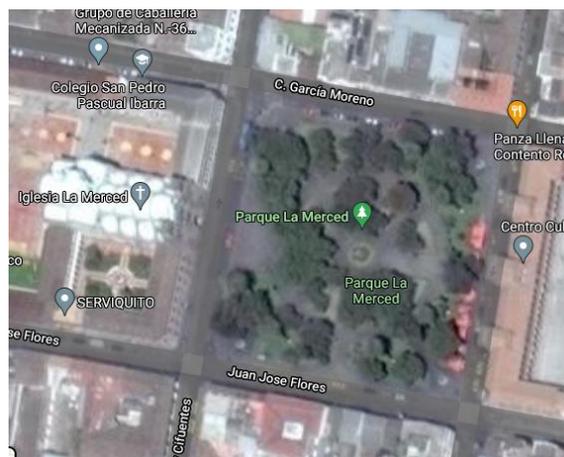


Figura 24. Ubicación geográfica del parque e iglesia la Merced

Fuente: (Google Maps, 2021)

### 2.5.1.1. Detalles constructivos y de iluminación del parque La Merced

A continuación, en las figuras se muestra los detalles constructivos y de iluminación del parque la Merced.



Figura 25. Detalles constructivos del parque La Merced

Fuente: Elaborado por el autor

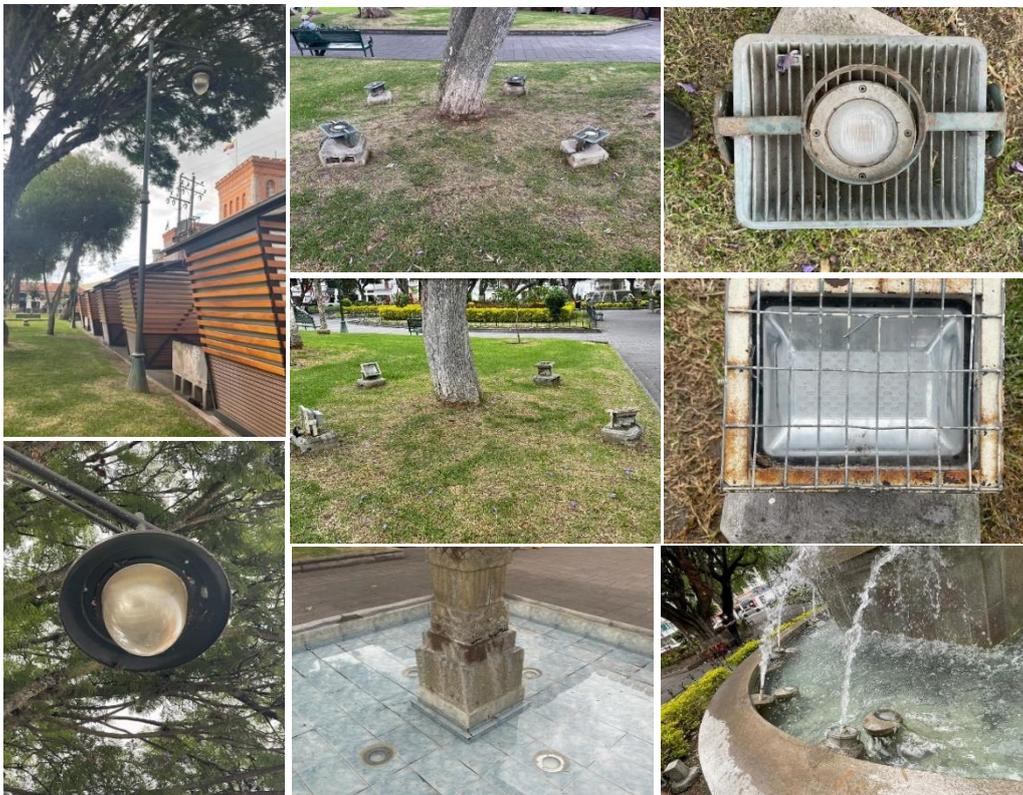


Figura 26. Lámparas – Parque La Merced

Fuente: Elaborado por el autor



Figura 27. Lámparas con averías – Parque la Merced

Fuente: Elaborado por el autor

### 2.5.2. Iglesia la Merced

Se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, sector El Sagrario, entre las calles Sánchez, Cifuentes y Flores. El estilo de la fachada principal de la iglesia está formado por elementos góticos y románicos.



Figura 28. Iglesia La Merced

Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, en las figuras se muestra los detalles de iluminación de la iglesia La Merced.



Figura 29. Lámparas – Iglesia La Merced

Fuente: Elaborado por el autor

### 2.5.3. Parque Pedro Moncayo Esparza

El Parque Pedro Moncayo Esparza está ubicado en el centro de la ciudad, situado en las calles García Moreno al norte, la calle Juan José Flores, al sur, la carrera Sucre, al oriente, y la calle Bolívar, constituido por áreas verdes, camineras y monumentos; Esta rodeado de grandiosas obras arquitectónicas como la Catedral católica de Ibarra, El Torreón, la Capilla Episcopal, el Palacio Municipal y la Gobernación.



Figura 30. El Parque Pedro Moncayo Esparza

Fuente: Elaborado por el autor



Figura 31. Ubicación geográfica del parque Pedro Moncayo Esparza e Iglesias  
 Fuente: (Google Maps, 2021)

### 2.5.3.1. Detalles constructivos y de iluminación del parque Pedro Moncayo Esparza

A continuación, en las figuras se muestra los detalles constructivos y de iluminación del parque Pedro Moncayo Esparza

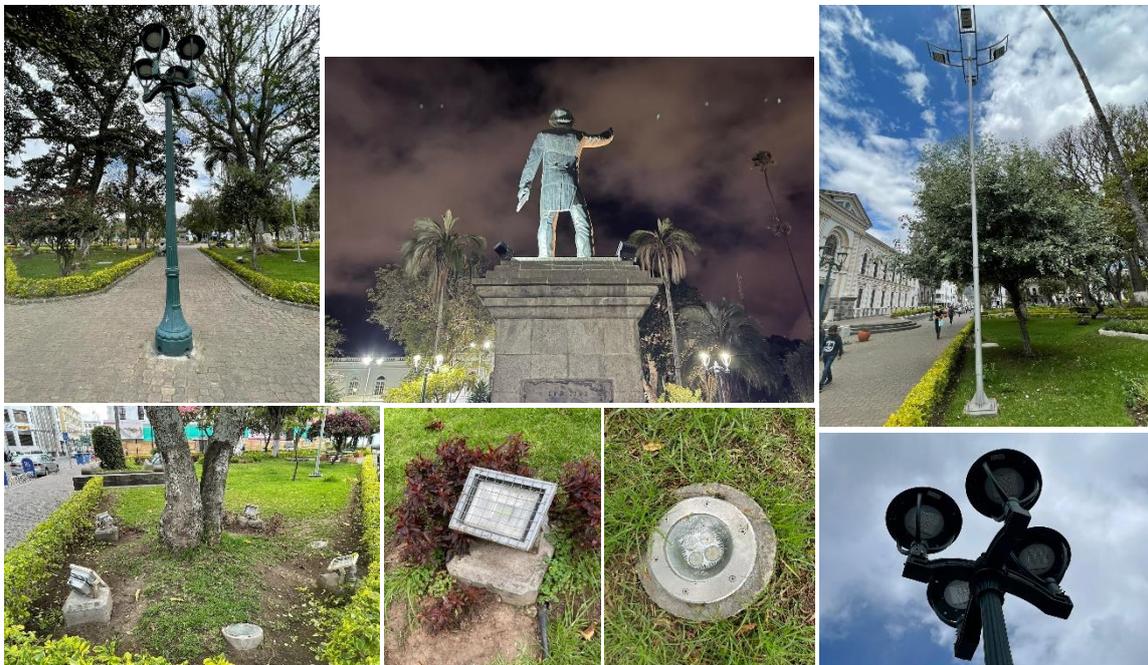


Figura 32. Lámparas – Parque Pedro Moncayo Esparza  
 Fuente: Elaborado por el autor



Figura 33. Lámparas con averías – Parque Pedro Moncayo Esparza

Fuente: Elaborado por el autor

#### 2.5.4. Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal

Esta iglesia y capilla está ubicada frente al Parque Pedro Moncayo, su construcción fue realizada en piedra con un estilo romano neo-barroco, sus interiores constituyen grandes obras de la Escuela Quiteña.



Figura 34. Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal

Fuente: Elaborado por el autor

A continuación, en las figuras se muestra los detalles de iluminación de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal.



Figura 35. Lámparas – Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal.

Fuente: Elaborado por el autor

### 2.5.5. Consumo de energía de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias en el centro histórico de la ciudad de Ibarra

En el siguiente punto trata de la energía, como una capacidad que tiene una materia para realizar un trabajo. Su unidad de medida es el julio (J), y está representada por la siguiente igualdad.

$$E=P*t \text{ [J]}$$

Ecuación 6. Energía eléctrica consumida

Dónde:

E= es la energía consumida por las luminarias conectadas a la red [J]

P= es la potencia de las luminarias [W]

t= es el tiempo en que las luminarias se encuentran encendidas [h]

Se debe agregar que, el tiempo en el que las lámparas están operando es de 12 horas diarias, por los 30 días del mes y durante los 365 días del año. Mediante la obtención de los datos citados anteriormente se procede al cálculo de la energía consumida con la siguiente ecuación:

$$E=(\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de lámparas [kW.h]}$$

Ecuación 7. Energía consumida

El consumo de energía total diaria será calculado mediante la sumatoria de los totales de energía consumida en cada uno de los parques Pedro Moncayo Esparza y la Merced, con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra.

$E_T$ =Energía Total

$E_1$ =Energía Parque La Merced

$E_2$ =Energía Iglesia La merced

$E_3$ =Energía Parque Pedro Moncayo Esparza

$E_4$ =Energía de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal

$$E_T=E_1+E_2+E_3+E_4 \text{ [kW.h]}$$

Se empieza con el cálculo de consumo de energía del Parque e Iglesia La Merced por su cercanía entre las dos áreas de estudio, tomando como información base el mapa vigente ArcGIS de la Empresa Eléctrica Regional Norte S.A. (EMELNORTE), en la cual se detalla la cartografía, sistema eléctrico y tipo de luminarias utilizadas por la empresa eléctrica, y enriquecido con el levantamiento de información de las luminarias existentes aplicando la técnica de la observación.



Figura 36. Mapa Arcgis del parque la Merced e iglesias  
Fuente: (EMELNORTE, EMELNORTE - GEOPORTAL, 2021)

Table Of Contents	
<input checked="" type="checkbox"/>	Luminaria
◆	<all other values>
	SUBTIPO
◆	Inducción
◆	LED
◆	Mercurio Abierta
◆	Mercurio Cerrada
◆	Metal Halide
◆	Proyector LED
◆	Proyector Mercurio
◆	Proyector Metal Halide
◆	Proyector Sodio
◆	Sodio Abierta
◆	Sodio Cerrada

Figura 37. Tipos de luminarias utilizadas en el parque la Merced, con su respectiva iglesia.  
Fuente: (EMELNORTE, EMELNORTE - GEOPORTAL, 2021)

A continuación, en la tabla 12, se presenta los datos que resumen las características de la actual instalación del alumbrado público ornamental del parque La Merced.

Tabla 12. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental del parque la Merced

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Tipo de Instalación	Tipo de Alumbrado	Total Luminarias
1	Led tipo spot circular	10	Constante	Piso	Ornamental	43
2	Led tipo reflector	100	Constante	Piso	Ornamental	67
3	Mercurio halogenado (Hg)	175	Constante	Poste	Ornamental	40

Fuente: Elaborado por el autor

El sistema de alumbrado público en el parque La Merced está compuesto por 40 Luminarias de mercurio halogenado de 175W, 67 luminarias tipo reflector de 100W y 43 luminarias Led tipo spot circular de 10W. Con pérdidas de potencia en el balasto del 10% en cada una de las lámparas según su capacidad en vatios (W), aplicando la Ecuación 7 se tiene:

$$E_{10 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{10 \text{ LED}} = (10 + 1) * 12 * 43 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{10 \text{ LED}} = 5,67 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{100 \text{ LED}} = \text{Potencia} + \text{Perdidas} * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{100 \text{ LED}} = (100 + 10) * 12 * 67 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{100 \text{ LED}} = 88,44 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = \text{Potencia} + \text{Perdidas} * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = (175 + 17,5) * 12 * 40 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = 92,4 \text{ [kW.h]}$$

$$E_1 = E_{10 \text{ LED}} + E_{100 \text{ LED}} + E_{175 \text{ HG}} \text{ [kW.h]}$$

$$E_1 = 186,51 \text{ [kW.h]}$$

Por otra parte, en la tabla 13, se presenta los datos que resumen las características de la actual instalación del alumbrado público ornamental exterior de la iglesia La Merced

Tabla 13. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental de la Iglesia La Merced

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Tipo de Instalación	Tipo de Alumbrado	Total Luminarias
1	Led tipo reflector	100	Constante	Pared	Ornamental	32
2	Mercurio halogenado (Hg)	175	Constante	Pared	Ornamental	14

Fuente: Elaborado por el autor

El sistema de alumbrado público de la Iglesia La merced, está compuesto por 14 Luminarias de mercurio halogenado de 175W y 32 luminarias tipo reflector de 100W. Con pérdidas de potencia en el balasto del 10% en cada una de las lámparas según su capacidad en Watios (W), aplicando la Ecuación 7 se tiene:

$$E_{100 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{100 \text{ LED}} = (100 + 10) * 12 * 32 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{100 \text{ LED}} = 42,24 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = (175 + 17,5) * 12 * 14 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{175 \text{ HG}} = 32,34 \text{ [kW.h]}$$

$$E_2 = E_{100 \text{ LED}} + E_{175 \text{ HG}} \text{ [kW.h]}$$

$$E_2 = 74,58 \text{ [kW.h]}$$

$$E_1 + E_2 = 261,09 \text{ (kw.h)}$$

De igual manera, se realiza el Cálculo de la potencia total consumida por el parque La Merced y su respectiva iglesia, detallado en la tabla 14.

Tabla 14. Potencia total consumida por el parque La Merced y su respectiva iglesia

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Total Luminarias	Potencia
1	Led tipo spot circular	10	Constante	43	430
2	Led tipo reflector	100	Constante	67	6700
3	Mercurio halogenado (Hg)	175	Constante	40	7000
1	Led tipo reflector	100	Constante	32	3200
2	Mercurio halogenado (Hg)	175	Constante	14	2450
Potencia total					19780

Fuente: Elaborado por el autor

Posteriormente, se realiza el cálculo de consumo energía del Parque Pedro Moncayo Esparza, la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal. En este punto, para el Parque Pedro Moncayo Esparza se ha utilizado como base el proyecto de iluminación que se encuentra instalado actualmente proporcionado por la Dirección de Obras Públicas y Construcciones del Ilustre municipio de Ibarra.

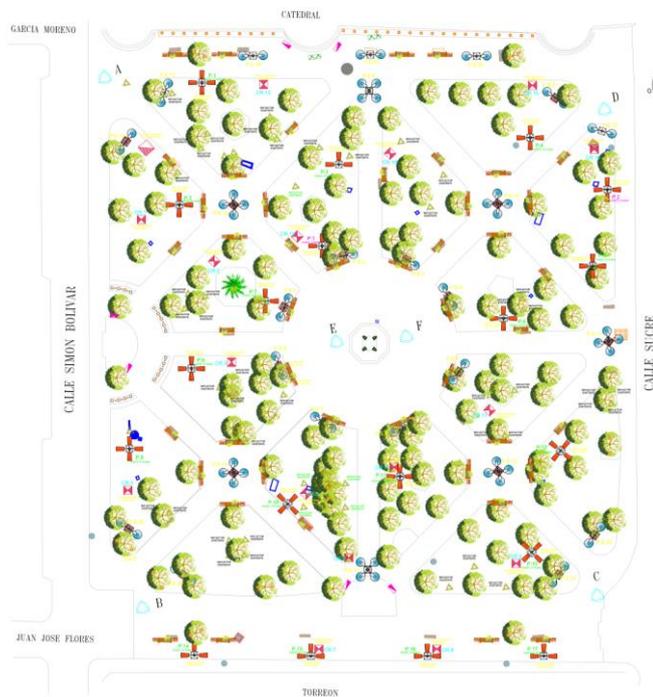


Figura 38. Plano de implantación general actual - Parque Pedro Moncayo

Fuente: Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra



Figura 39. Simbología del Plano de implantación general actual - Parque Pedro Moncayo

Fuente: Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra

A continuación, en la tabla 15, se presenta los datos que resumen las características de la actual instalación del alumbrado público ornamental del Parque Pedro Moncayo Esparza.

Tabla 15. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental del Parque Pedro Moncayo Esparza

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Tipo de Instalación	Tipo de Alumbrado	Total Luminarias
1	Reflector existente LED	100	Constante	Piso	Ornamental	55
2	Luz LED de pared	10	Constante	Pared	Ornamental	88
3	Luz LED de piso spot	10	Constante	Piso	Ornamental	62
4	Reflector de luz LED	60	Constante	Poste	Ornamental	4
5	Luminaria fumagally de luz LED	70	Constante	Poste	Ornamental	58
6	Reflectores de luz LED	200	Constante	Poste	Ornamental	71

Fuente: Elaborado por el autor

El sistema de alumbrado público en el Parque Pedro Moncayo Esparza, está compuesto por 55 luminarias tipo reflector LED de 100 W, 88 luminarias LED de pared de 10W, 62 luminarias LED de piso spot de 10W, 4 luminarias tipo reflector LED de 60 W, 58 luminarias fumagally de luz LED de 70W y 71 luminarias tipo reflectores de luz LED de 200W. Con pérdidas de potencia en el balasto del 10% en cada una de las lámparas según su capacidad en Watios (W), aplicando la Ecuación 7 se tiene:

$$E_{100 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{100 \text{ LED}} = (100 + 10) * 12 * 55 [\text{kW.h}]$$

$$E_{100 \text{ LED}} = 72,6 [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED pared}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED pared}} = (10 + 1) * 12 * 88 [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED pared}} = 11,61 [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED piso}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED piso}} = (10 + 1) * 12 * 62 [\text{kW.h}]$$

$$E_{10 \text{ LED piso}} = 8,18 [\text{kW.h}]$$

$$E_{60 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{60 \text{ LED}} = (60 + 6) * 12 * 4 [\text{kW.h}]$$

$$E_{60 \text{ LED}} = 3,16 [\text{kW.h}]$$

$$E_{70 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{70 \text{ LED}} = (70 + 7) * 12 * 58 [\text{kW.h}]$$

$$E_{70 \text{ LED}} = 53,59 [\text{kW.h}]$$

$$E_{200 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias} [\text{kW.h}]$$

$$E_{200 \text{ LED}} = (200 + 20) * 12 * 71 [\text{kW.h}]$$

$$E_{200 \text{ LED}} = 187,440 [\text{kW.h}]$$

$$E_3 = E_{100 \text{ LED}} + E_{10 \text{ LED}} + E_{10 \text{ LED}} + E_{60 \text{ LED}} + E_{70 \text{ LED}} + E_{200 \text{ LED}} \quad [\text{kW.h}]$$

$$E_3 = 336,58 [\text{kW.h}]$$

Finalmente, se realiza el cálculo de consumo energía de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal. En la tabla 16, se presenta los datos que resumen las características de la actual instalación exterior del alumbrado público ornamental.

Tabla 16. Elementos del sistema de alumbrado público ornamental de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal.

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Tipo de Instalación	Tipo de Alumbrado	Total Luminarias
1	Luz LED de piso spot	20	Constante	Piso	Ornamental	21
2	Luz LED de piso spot	10	Constante	Piso	Ornamental	24
3	Mercurio (Hg) tipo Tubo Fluorescente	30	Constante	Pared	Ornamental	14

Fuente: Elaborado por el autor

El sistema de alumbrado público exterior de la Catedral Católica de Ibarra y Capilla Episcopal, 21 luminarias LED de piso spot de 20W, 24 luminarias LED de piso spot de 10W y 14 luminarias tipo Tubo Fluorescente de mercurio de 30W. Con pérdidas de potencia en el balasto del 10% en cada una de las lámparas según su capacidad en Watios (W), aplicando la Ecuación 7 se tiene:

$$E_{20 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{20 \text{ LED}} = (20 + 2) * 12 * 21 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{20 \text{ LED}} = 5,54 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{10 \text{ LED}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{10 \text{ LED}} = (10 + 1) * 12 * 24 * \text{ [kW.h]}$$

$$E_{10 \text{ LED}} = 3,16 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{30 \text{ Hg}} = (\text{Potencia} + \text{Perdidas}) * \text{tiempo} * \text{Numero de luminarias [kW.h]}$$

$$E_{30 \text{ Hg}} = (30 + 3) * 12 * 14 \text{ [kW.h]}$$

$$E_{30 \text{ Hg}} = 5,54 \text{ [kW.h]}$$

$$E_4 = E_{20 \text{ LED}} + E_{10 \text{ LED}} + E_{30 \text{ Hg}} \text{ [kW.h]}$$

$$E_4 = 14,24 \text{ [kW.h]}$$

$$E_3 + E_4 = 350,82 \text{ [kW.h]}$$

De igual manera, se realiza el Cálculo de la potencia total consumida por el parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia, detallado en la tabla 17.

Tabla 17. Potencia total consumida por el parque Pedro Moncayo y su respectiva iglesia

Ítem	Tipo de luminarias	Potencia promedio (w)	Nivel de potencia	Total	Total
				Luminarias	Luminarias
1	Reflector existente LED	100	Constante	55	5500
2	Luz LED de pared	10	Constante	88	880
3	Luz LED de piso spot	10	Constante	62	620
4	Reflector de luz LED	60	Constante	4	240
5	Luminaria fumagally de luz LED	70	Constante	58	4060
6	Reflectores de luz LED	200	Constante	71	14200
1	Luz LED de piso spot	20	Constante	21	420
2	Luz LED de piso spot	10	Constante	24	240
3	Mercurio (Hg) tipo Tubo Fluorescente	30	Constante	14	420
				Potencia total (W)	26580

Fuente: Elaborado por el autor

El consumo de energía total diaria será calculado mediante la sumatoria de los totales de Energía consumida en cada uno de los lugares de estudio.

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \text{ [kW. h]}$$

$$E_T = 186,51 + 74,58 + 336,58 + 14,24 \text{ [kW. h]}$$

$$E_T = 611,91 \text{ [kW. h]}$$

## 2.5.6. Iluminación actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra

Tomando en consideración que las zonas de estudio, son los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra, no es posible aplicar el criterio de luminancia, puesto que no existe una distancia de observador mayor a 60 metros y no se puede ubicarlo correctamente debido a la superficie limitada a medir. Por lo que en este tipo de zonas como parques, plazas y áreas recreativas se aplicará el criterio de iluminancia.

### 2.5.6.1. Métodos de medición de la iluminación

El método de medición utilizado está de acuerdo con lo establecido en la publicación CIE 140-2000 y la norma técnica colombiana (NTC 900) tercera actualización. El procedimiento contempla la forma de evaluación de los campos de medición seleccionados por el sistema de muestreo, las características que debe reunir las áreas de estudio por medir, la forma del marcado de la malla, la ejecución de las mediciones y el cálculo de los parámetros de calidad a partir de los datos obtenidos en las mediciones con los equipos.

El procedimiento establecido en la CIE 140-2000, incluye la evaluación de los casos especiales y de las vías peatonales, en las que se determina la forma de marcación del campo de medición y los parámetros de calidad por evaluar.

#### a) *Medidas de iluminación*

El equipo de medida utilizado debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe tener calibración o verificación vigente en todo el rango de medición por utilizar, con un patrón trazable internacionalmente.
- Su exactitud debe ser mejor al 5 %.
- Debe tener el factor coseno efectivamente corregido hasta 85°.
- Debe tener corrección de color que siga la curva de eficiencia luminosa espectral CIE,  $V(\lambda)$ .

- La sensibilidad del aparato debe ser independiente de la temperatura ambiente dentro del sitio o, si es sensible, se deben indicar los factores de corrección.
- Relación de alrededores (SR): El ancho de las cuatro franjas debe ser igual a 5 m, o la mitad del ancho de la calzada, o el ancho de la zona sin obstáculos que caiga fuera de la calzada, cualquiera que sea la menor de ellas. Para calzadas dobles, ambas calzadas se deben tratar conjuntamente como si fueran una única, a menos que estén separadas por más de 10 m.

b) *Evaluación del campo de medición seleccionado*

El campo de medición deberá reunir las siguientes características:

- No debe presentar obstáculos que obstruyan la distribución luminosa de las luminarias (árboles, automóviles estacionados, etc.).
- El recubrimiento de las calzadas no debe presentar ondulaciones (presencia de baches pronunciados) que impidan la visualización de los puntos de medición ó la horizontalidad del luxómetro.
- No debe estar ubicado en las zonas calificadas como altamente peligrosas desde el punto de vista delincuencial.
- Debe estar libre de influencia de fuentes luminosas diferentes a las del sistema por evaluar (vehicular o comercial).

c) *Procedimiento de medición*

La iluminancia debe medirse sobre la superficie de la vía en los puntos especificados en la Figura 40, según lo establecido por la publicación CIE No. 140-2000.

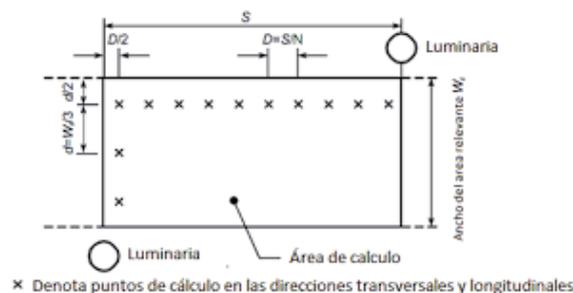


Figura 40. Puntos de cálculo para la iluminancia  
Fuente: (Comisión Internacional de Iluminación, 2006)

Para estar seguros de la confiabilidad de las mediciones se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todos los instrumentos de medición deben estar calibrados.
- Se debe tener en cuenta la geometría de la instalación: altura de montaje, avance, ángulo de inclinación de la luminaria, Inter distancia, ancho de vía, posición de la bombilla en el reflector.
- Por medio de inspección visual se debe verificar que los accesorios eléctricos y la bombilla sean los adecuados para la luminaria.
- Verificar el voltaje de alimentación en los bornes de las luminarias.
- Las luminarias deben estar en régimen normal de funcionamiento.
- Las bombillas deben ser nuevas con un envejecimiento mínimo de 100 h.
- El conjunto óptico de la luminaria debe estar limpio.
- Se deben anotar las condiciones atmosféricas existentes en el momento de la medición.
- En lo posible, se debe eliminar el efecto de las fuentes luminosas ajenas al sistema analizado que puedan causar errores en la medición, tales como avisos luminosos, faros de automóviles, etc.
- Evitar la toma de mediciones con el piso mojado porque pueden presentarse reflexiones que introducen errores.
- El personal que interviene en las mediciones no debe producir sombras en el campo de medición, ni bloquear la luz hacia el aparato de medición.

d) *Marcación de la vía*

La marcación de los puntos de medición en los tramos o campo de medición seleccionados dependerá del tipo de calzada para lograr una buena visualización durante las mediciones.

- Calzadas claras y oscuras.  
Se sugiere que la marcación de los puntos por medir en este tipo de calzada se realice con tiza blanca.
- Calzadas adoquinadas  
Se sugiere que la marcación de los puntos por medir en este tipo de calzada se realice con tiza blanca.
- Malla de medición en vías rectas

- En dirección longitudinal

El espaciamiento en dirección longitudinal se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$D = \frac{S}{N}$$

Ecuación 8. Espaciamiento entre los puntos en la dirección longitudinal

En donde:

D: es el espaciamiento entre los puntos en la dirección longitudinal (m);

S: es el espaciamiento entre luminarias (m)

N: es el número de puntos de cálculo en la dirección longitudinal con los siguientes valores:

Para  $S \leq 30$  m,  $N=10$

Para  $S > 30$  m, el entero menor que resulte de  $D \leq 3$  m.

La primera fila de puntos de cálculo está espaciada a una distancia  $D/2$ , más allá de la primera luminaria (m).

- En la dirección transversal

$$d = \frac{W_R}{3}$$

Ecuación 9. Espaciamiento entre los puntos de la dirección transversal

En donde:

d: es el espaciamiento entre los puntos de la dirección transversal (m)

$W_R$ : es el ancho de la calzada del área pendiente

- Toma de lecturas

Sobre el terreno, se localizan los mismos puntos utilizados en las memorias de cálculo, se coloca el aparato en cada punto y se registran las lecturas. A continuación, a partir de las lecturas registradas se calcula el nivel promedio y los porcentajes de uniformidad:

$$E_p = \frac{\sum E_i}{n}$$

Ecuación 10. Iluminancia promedio

$$U_o = \frac{E_{min}}{E_p}$$

Ecuación 11. Uniformidad promedio

Ep: Iluminancia promedio

Ei: Iluminancia en cada uno de los puntos de la malla

n: Número de puntos

Uo: Uniformidad promedio

Emin: Iluminancia mínima sobre la calzada.

- Cumplimiento de los niveles de iluminación

En base a la toma de lecturas, se analiza el cumplimiento de los niveles de iluminación y se calcula un error en cuanto a los niveles mínimos establecidos para cada área.

Para el cálculo se usó la siguiente fórmula:

$$Error (\%) = \frac{valor\ teorico - valor\ real}{valor\ real} * 100\%$$

Ecuación 12. Error - cumplimiento de los niveles de iluminación

Se debe tomar en consideración que no existe un valor máximo limitante para iluminación, solo se analizan los valores que resulten positivos, dado que los mismos indican que no se cumple con el mínimo valor teórico.

- Malla de medición en casos especiales

Se consideran casos especiales en la marcación para las mediciones de intersecciones, rampas, pendientes, secciones de intercambio, plazas, parques, cruces y puentes peatonales, óvalos y glorietas. Estas pueden incluir áreas conflictivas, zonas residenciales y áreas donde predomina la actividad peatonal.

Los puntos de cálculo deben cubrir áreas aplicables y estar sobre una malla con un espaciado entre puntos no mayor de 5 m. Para áreas de un interés o una importancia particular se debe considerar un espaciado de alrededor de 1,0 m.

- Medición de áreas de conflicto:

Tomando en consideración que las mediciones se realizaran en zonas recreativas, plazas y parques, que poseen distintos diseños y estructuras con diversos parámetros arquitectónicos; lo que diferencia un parque de otro, se debe indicar que el procedimiento utilizado para la medición de iluminancia de las áreas de estudio está en base a ciertas particularidades de la NTC 900, misma que se basa es la CIE 140-200.

#### 2.5.6.2. Metodología aplicada para medición de la iluminancia

##### a) *Ubicación del sitio*

- Es importante conocer la ubicación y situación actual para en base a eso planificar y tomar los criterios necesarios para las mediciones. Además, la verificación del funcionamiento de un gran número de las lámparas.

##### b) *Equipo*

- La inclinación del luxómetro debe ser la misma que el plano de trabajo o el plano proyectado por la lámpara.
- El rango del luxómetro debe estar dentro de los valores esperados en la medición.
- Como todo equipo de medición, la medida tiene un error debido al grado de exactitud del equipo y a su sistema de calibración por un laboratorio acreditado.
- La persona encargada de realizar las mediciones le corresponde percatarse en no interferir con la luz que llega a la zona de trabajo.

##### c) *Procedimiento:*

- Establecer una malla de los puntos de medición tomando en cuenta los extremos del parque con una separación única entre ellos de 5 a 8 metros.
- Se recomienda realizar mínimo 30 lecturas, en el área de medición. En caso de ser áreas o zonas pequeñas se tomarán puntos específicos.
- Se procede a tomar las medidas con el equipo, para mediciones más confiables se debe cumplir los requerimientos del luxómetro.
- Se verifica los valores obtenidos realizando una segunda lectura.

Los instrumentos, utilizados para medir la iluminancia en las áreas de estudio son el luxómetro y cinta métrica en rollo o flexómetro.

### 2.5.6.3. Instrumentos para medición de iluminación

#### a) Luxómetro

El luxómetro, es un instrumento utilizado para medir la intensidad de luz, está compuesto principalmente de una célula fotoeléctrica, la cual es encargada de convertir la energía luminosa en energía eléctrica. Las especificaciones técnicas del luxómetro utilizado se describen a continuación:



Figura 41. Medidor De Luz Epsilont Eps2000lm

Fuente: (Epsilon Technology, 2020)

- Resolución:  
Lux: 0.1, 1, 10, 100  
Fc: 0.01, 0.1, 1, 10
- Rango de medición:  
Lux: 200/2000/20000/100000  
Fc: 20/200/2000/10000
- Precisión: 4% + 2 dígitos
- Funciones:  
Lecturas min/máx., rango manual o automático, ajuste en cero, almacenamiento de datos, auto apagado

b) Cinta métrica en rollo o flexómetro

La cinta métrica, de marca Truper y modelo TP20ME, es el instrumento utilizado para la medición de distancia hasta un rango de 20 metros (66 pies).



Figura 42. Cinta Métrica en rollo

Fuente: (Epsilon Technology, 2020)

2.5.6.4. Datos, mediciones y análisis de la iluminación en los Parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias

a) Parque La Merced y su respectiva iglesia

En base a la Metodología para la medición de la iluminancia descrita en el ítem 2.5.6.2, a continuación, se describe el mapa de iluminación actual de parque La Merced y su respectiva iglesia debido a su cercanía.



Figura 43. Medición de intensidades del parque La Merced y su respectiva iglesia

Fuente: Elaborado por el autor

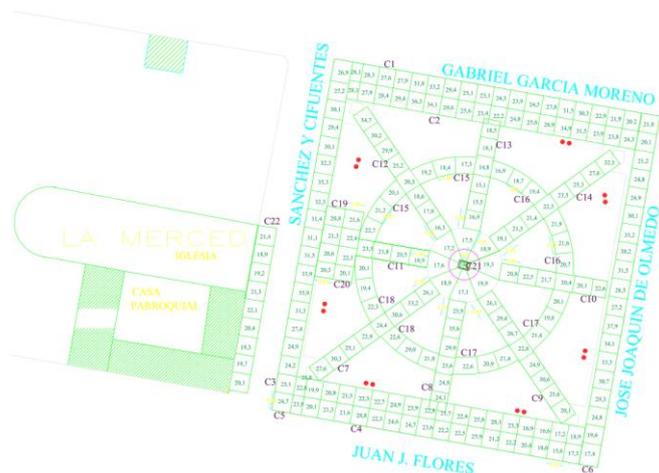


Figura 44. Matriz de Intensidades del parque La Merced y su respectiva iglesia  
 Fuente: Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra & El Autor

Tabla 18. Matriz de Intensidades del La Merced y su respectiva iglesia

C1	26,9	28,1	28,3	27,6	27,9	31,8	32,2	29,4	25,1	23,1
	24,3	23,9	24,5	27,8	31,5	30,3	22,9	21,9	20,2	21,8
C2	27,2	28,1	27,9	28,4	29,4	36,3	34,2	29,6	25,6	23,4
	22,2	24,8	25,6	28,9	34,9	31,5	23,9	23,8	24,3	21,1
C3	23,1	22,8	19,9	20,8	21,9	22,3	22,7	24,9	23,9	22,8
	21,7	22,4	25,8	28,1	23,3	16,9	16,6	17,2	18,9	19,6
C4	24,7	23,9	20,1	21,3	21,6	28,8	23,3	24,6	24,7	23,6
	22,2	22,5	25,9	21,2	22,2	20,4	18,6	15,6	17,3	17,4
C5	24,7	23,1	24,2	24,9	27,4	31,3	35,9	33,9	31,5	31,1
	31,4	32,3	35,3	32,3	30,1	29,4	30,1	27,2	26,9	
C6	17,4	19,6	24,8	29,3	30,7	33,3	34,1	37,9	27,2	28,5
	31,5	38,2	35,2	30,1	24,9	24,8	21,2	20,1	21,8	
C7	25,8	27,6	30,3	25,1	22,9	24,4	30,6	33,2	26,1	
C8	24,1	24,8	25,6	29,9	35,6	25,9				
C9	20,1	25,6	30,6	24,9	22,8	26,7	29,4	26,1		
C10	20,8	22,5	21,7	20,4	20,1	22,6				
C11	23,5	21,8	20,5	18,9						
C12	16,3	17,9	18,6	20,3	25,2	29,9	30,2	34,7		
C13	18,5	18,1	14,8	15,1	15,5	16,9				
C14	19,1	21,5	21,4	22,3	23,5	25,3	27,6	32,1		

C15	23,5	22,7	21,2	20,1	20,3	19,2	18,4	17,3		
C16	14,4	16,9	18,7	19,4	22,3	21,9	21,6	20,7		
C17	20,4	20,1	19,8	21,4	22,8	21,4	20,9	22,6		
C18	25,6	21,8	20,1	22,6	24,4	22,3	19,4	20,1		
C19	20,3	20,6	21,3	20,8						
C20	20,1	22,1	22,4	21,6						
C21	17,6	17,2	17,5	18,9	19,3	19,9	17,1	18,9		
C22	21,4	18,9	19,2	21,3	22,1	20,4	19,3	19,7	20,1	

Fuente: Elaborado por el autor

El análisis de las mediciones en el parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia se realiza en base a la tablas 18. Con ello se calcula los valores de iluminancias y uniformidades, de igual manera para identificar el error entre la iluminancia real y lo teórico, se basa en los valores de Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.

Tabla 19. Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069.

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminación promedio (luxes)	Uniformidad general $U_o \geq \%$
Plazas y plazoletas	C1	30	33

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico Ecuatoriano 069, 2011, pág. 59)

Tabla 20. Valores de iluminancias y uniformidades del parque La Merced y su respectiva iglesia

Caminera	$E_{promedio}$	$E_{min}$	$U_o$ real	n	$E_p$ Teórico	$U_o$ Teórico	Error (%): Variación (real vs teórico)	Cumple
C1	26,5	20,2	0,8	20,0	30,0	33,0	13,3	NO
C2	27,6	21,1	0,8	20,0	30,0	33,0	8,9	NO
C3	21,8	16,6	0,8	20,0	30,0	33,0	37,7	NO
C4	22,0	15,6	0,7	20,0	30,0	33,0	36,4	NO

C5	29,6	23,1	0,8	19,0	30,0	33,0	1,2	NO
C6	27,3	17,4	0,6	19,0	30,0	33,0	9,8	NO
C7	27,3	22,9	0,8	9,0	30,0	33,0	9,8	NO
C8	27,7	24,1	0,9	6,0	30,0	33,0	8,5	NO
C9	25,8	20,1	0,8	8,0	30,0	33,0	16,4	NO
C10	21,4	20,1	0,9	6,0	30,0	33,0	40,5	NO
C11	21,2	18,9	0,9	4,0	30,0	33,0	41,7	NO
C12	24,1	16,3	0,7	8,0	30,0	33,0	24,3	NO
C13	16,5	14,8	0,9	6,0	30,0	33,0	82,0	NO
C14	24,1	19,1	0,8	8,0	30,0	33,0	24,5	NO
C15	20,3	17,3	0,9	8,0	30,0	33,0	47,5	NO
C16	19,5	14,4	0,7	8,0	30,0	33,0	53,9	NO
C17	21,2	19,8	0,9	8,0	30,0	33,0	41,7	NO
C18	22,0	19,4	0,9	8,0	30,0	33,0	36,1	NO
C19	20,8	20,3	1,0	4,0	30,0	33,0	44,6	NO
C20	21,6	20,1	0,9	4,0	30,0	33,0	39,2	NO
C21	18,3	17,1	0,9	8,0	30,0	33,0	63,9	NO
C22	20,3	18,9	0,9	9,0	30,0	33,0	48,0	NO

Fuente: Elaborado por el autor

Se observa que el parque La Merced y su respectiva iglesia, no cumple con los niveles de uniformidad, ni los niveles promedio y esto se debe a que existen luminarias fuera de funcionamiento, otras en donde su ubicación no se encuentra correctamente distribuidas según el área a iluminar, tomando en consideración también, que parte de la luz que llega al parque e iglesia es de las luminarias de las calles e edificios adyacentes.

b) Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia

En base a la Metodología para la medición de la iluminancia descrita en el ítem 2.5.6.2, a continuación, se describe el mapa de iluminación actual de parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia debido a su cercanía.



Figura 45. Medición de intensidades del parque La Pedro Moncayo y su respectiva iglesia

Fuente: Elaborado por el autor

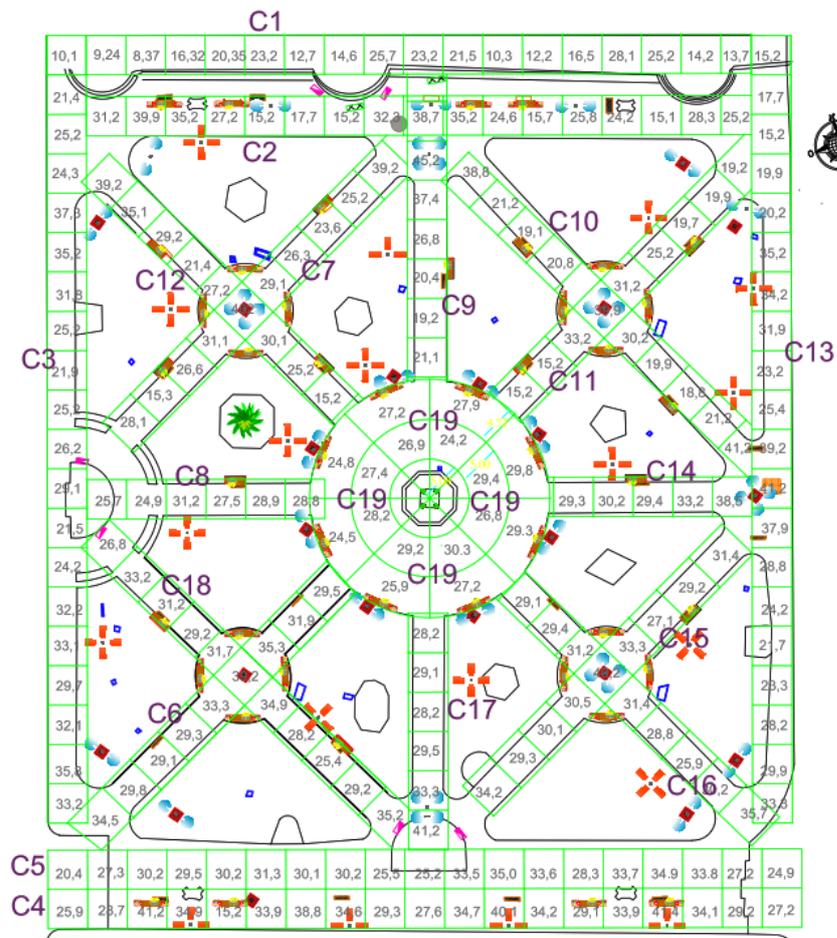


Figura 46. Matriz de Intensidades del Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia

Fuente: Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra & El Autor

Tabla 21. Matriz de Intensidades del Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia

C1	10,1	9,4	8,37	16,32	20,35	23,2	12,7	14,6	27,7	23,2	21,5
	10,3	12,2	16,5	28,1	25,2	14,2	13,7	15,2			
C2	31,2	39,9	35,2	27,2	15,2	17,7	15,2	32,3	38,7	35,2	24,6
	15,7	25,8	24,2	15,1	28,3	25,2					
C3	10,1	21,4	25,2	24,3	37,3	35,2	31,8	25,2	21,9	25,2	26,2
	29,1	21,5	24,2	32,2	33,1	29,7	32,1	35,8	33,2	26,4	25,9
C4	25,9	28,7	41,2	34,9	15,2	33,9	38,8	34,6	29,3	27,6	34,7
	40,1	34,2	29,1	33,9	41,4	34,1	29,2	27,2			
C5	20,4	27,3	30,2	29,5	30,2	31,3	30,1	30,2	25,5	25,2	33,5
	35	33,6	28,3	33,7	34,9	33,8	27,2	24,9			
C6	34,5	29,8	29,1	29,3	33,3	39,2	35,3	31,9	29,5		
C7	28,1	15,3	26,6	31,1	40,2	29,1	26,3	23,6	25,2	39,2	
C8	25,7	24,9	31,2	27,5	28,9	28,8					
C9	38,7	45,2	37,4	26,8	20,4	19,2	21,1				
C10	38,8	21,2	19,1	20,8	39,9	30,2	19,9	18,8	21,2	41,2	
C11	15,2	15,2	33,2	39,9	31,2	25,2	19,7	19,9	19,2		
C12	39,2	35,1	29,2	21,4	27,2	40,2	30,1	25,2	15,2		
C13	15,2	17,7	15,2	19,9	20,2	35,2	34,2	31,9	23,2	25,4	39,2
	41,2	37,9	28,8	24,2	21,7	23,3	28,2	29,9	33,3		
C14	29,3	30,2	30,4	33,2	38,5						
C15	34,2	29,3	30,1	30,5	40,2	33,3	27,1	29,2	31,4		
C16	29,1	29,4	31,2	40,2	31,4	28,8	35,9	30,2	35,7		
C17	28,2	29,1	28,2	29,5	33,3	41,2					
C18	26,8	33,2	31,2	29,2	31,7	39,2	34,9	28,2	25,4	29,2	35,2
C19	24,8	27,2	27,9	29,8	29,3	27,2	25,9	24,5	27,4	26,9	24,2
	29,4	26,8	30,3	29,2	28,2						

Fuente: Elaborado por el autor

El análisis de las mediciones en el parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia, se realiza en base a la tabla 21. Con ello se calcula los valores de iluminancias y uniformidades, de igual manera para identificar el error entre la iluminancia real y lo teórico, se basa en los valores de Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.

Tabla 22. Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069.

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminación promedio (luxes)	Uniformidad general $U_0 \geq \%$
Plazas y plazoletas	C1	30	33

Fuente: Adaptado de (Reglamento Técnico Ecuatoriano 069, 2011, pág. 59)

Tabla 23. Valores de iluminancias y uniformidades del parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia

Camineras	$E_{promedio}$	$E_{min}$	$U_0$	n	$E_p$ Teórico	$U_0$ Teórico	Error (%): Variación (real vs teórico)	Cumple
C1	17,0	8,4	0,5	19,0	30	33	76,6	NO
C2	26,3	15,1	0,6	17,0	30	33	14,2	NO
C3	27,6	10,1	0,4	22,0	30	33	8,7	NO
C4	32,3	15,2	0,5	19,0	30	33	-7,2	SI
C5	29,7	20,4	0,7	19,0	30	33	0,9	NO
C6	32,4	29,1	0,9	9,0	30	33	-7,5	SI
C7	28,5	15,3	0,5	10,0	30	33	5,4	NO
C8	27,8	24,9	0,9	6,0	30	33	7,8	NO
C9	29,8	19,2	0,6	7,0	30	33	0,6	NO
C10	27,1	18,8	0,7	10,0	30	33	10,7	NO
C11	24,3	15,2	0,6	9,0	30	33	23,5	NO
C12	29,2	15,2	0,5	9,0	30	33	2,7	NO
C13	27,3	15,2	0,6	20,0	30	33	9,9	NO
C14	32,3	29,3	0,9	5,0	30	33	-7,2	SI
C15	31,7	27,1	0,9	9,0	30	33	-5,4	SI
C16	32,4	28,8	0,9	9,0	30	33	-7,5	SI
C17	31,6	28,2	0,9	6,0	30	33	-5,0	SI
C18	31,3	25,4	0,8	11,0	30	33	-4,1	SI
C19	27,4	24,2	0,9	16,0	30	33	9,3	NO

Fuente: Elaborado por el autor

Se observa que el parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia, en la mayoría de camineras no cumple con los niveles de uniformidad, ni los niveles promedio y esto se debe a que existen luminarias fuera de funcionamiento, otras en donde su ubicación no se encuentra correctamente distribuidas según el área a iluminar, tomando en consideración también, que parte de la luz que llega al parque e iglesia es de las luminarias de las calles e edificios adyacentes.

### 2.5.7. Situación actual del transformador de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra

El transformador trifásico Padmounted número 7214 que alimenta los circuitos de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias, se encuentra ubicado en el subsuelo del Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra, y según el levantamiento de información tiene una capacidad de 100 [kVA] (TRT3P100), que se puede evidenciar mediante el SIG WEB de EMELNORTE. Las características del transformador se detallan en la tabla 24.

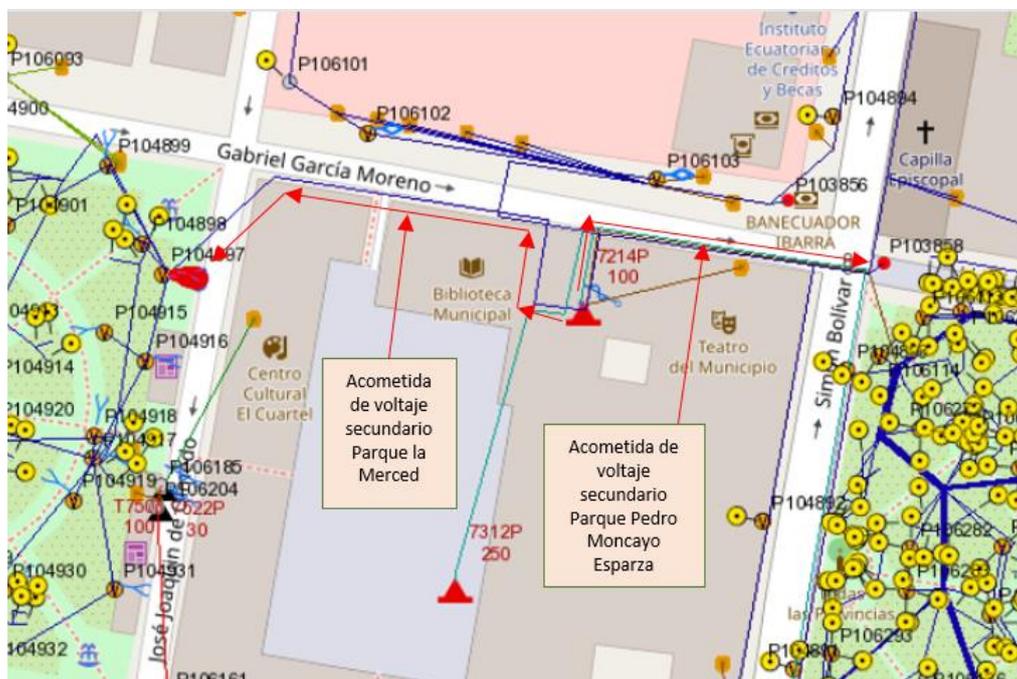


Figura 47. Transformador actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias

Fuente: (EMELNORTE, 2021)

Tabla 24. Características del transformador exterior trifásico Padmounted (7214)

Potencia (Kva)	Voltaje Primario		Voltaje secundario	
	13.8 Kv	Fusible	220/127	Fusible
	In (A)	I (A)	In (A)	I (A)
100	4.18	6 K	262.43	200

Fuente: (EMELNORTE, 2021)

#### 2.5.8. Acometida en media voltaje actual

La acometida de medio voltaje actual del transformador trifásico Padmounted (7214) de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias, está conformado por un tramo MTS Trifásico soterrado de 13 metros desde el pozo de derivación (J1PZ62) con configuración 3F4C, 3 conductores de 15kV.Cu.#2AWG y un conductor para el neutro Des.Cu.#1/0AWG que es alimentado por el circuito 1 de la subestación Ajavi.

#### 2.5.9. Acometida en bajo voltaje de los parques La Merced y Pedro Moncayo Esparza con sus respectivas iglesias

El circuito del parque la Merced y su respectiva iglesia se alimenta por medio de una acometida bifásica soterrada 2F3C (COO0066) con 2 conductores TTU.CU.#2AWG para las fases y un conductor TTU.CU.#4AWG (COO0065) para el neutro. Los cuales tienen una distancia de 100 metros desde la cámara de transformación ubicada en el subsuelo del Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra, hasta el tablero general de mando (TGM) ubicado en una esquina del mismo parque.

De igual manera, para el circuito del parque Pedro Moncayo y su respectiva iglesia se energiza por medio de una acometida trifásica soterrada 3F4C (COO0066) con 3 conductores TTU.CU.#2AWG para las fases y un conductor TTU.CU.#2AWG para el neutro. Los cuales tienen una distancia de 80 metros desde la cámara de transformación ubicada en el subsuelo del Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra, hasta el tablero general de mando (TGM) del parque.

Se advierte que tanto el transformador instalado en la actualidad (7214) trifásico de 100 kVA y sus respectivas acometidas en bajo voltaje de calibre TTU.CU.#2AWG toleran sin ningún inconveniente la carga individual y total consumida de los parques Pedro Moncayo y La Merced con sus respectivas iglesias; sus valores calculados anteriormente son de 19,7 kW para el parque la Merced y de 26,5 kW para el parque Pedro Moncayo. La potencia total es de 46,2 kW equivalente a 54,35 kVA, (fp de 0,85), este resultado es inferior a la potencia total que puede ofrecernos el transformador actual.

A partir de estos valores llegamos a la conclusión, de que, con una propuesta de iluminación pública ornamental más eficiente en prestaciones de iluminación y consumo de energía que la actual, no será necesario el montaje de un transformador nuevo; así como también, de sus acometidas en bajo voltaje.

## **CAPÍTULO 3:**

### **Resultados**

#### **3.1. Propuesta de iluminación para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra**

Posteriormente de haber realizado un análisis de la iluminación de los parques e iglesias se determinó que el área de alumbrado no tiene una iluminación aceptable acorde a lo que indican los valores de Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas, incumpliendo con las normativas establecidas para iluminación, y con ello se determinó realizar una propuesta de iluminación utilizando tecnología LED y mediante el uso del software DIALUX evo en el que se colocaran las luminarias utilizadas con el fin de obtener características realistas del estudio, y comprobar el cumplimiento de normas.

El programa DIALux evo cuenta con asistentes de planificación lumínica según los tipos de ambiente requerido, con diferentes tipos de luminarias, así como la visualización interactiva en 3D en el cual podemos simular la iluminación con diferentes luminarias. Este software es capaz de facilitar los cálculos para la implementación de un nuevo sistema de alumbrado, a través de simulación con parámetros y condiciones existentes del área en estudio.

Además, dentro de las funcionalidades el software DIALux Evo dispone de un catálogo online de diversos fabricantes que permite obtener fácilmente las fotometrías de gran cantidad de luminarias.

El presente proyecto se elaboró de acuerdo con lo establecido en las normas de distribución que rigen en EMELNORTE, la Homologación del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR) que se encuentra en vigencia, la regulación de la ARCERNNR 006/20, a la carta de posibilidad del servicio eléctrico, y a los planos y requerimientos de información que han sido suministrados por parte del Ilustre Municipio San Miguel de Ibarra.

### 3.1.1. Diseño de Iluminación del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

El diseño a continuación es la simulación del escenario creado, que nos da una idea general del aspecto que pretendemos dar al Parque La Merced y su respectiva Iglesia utilizando la tecnología de iluminación LED, el resultado de la simulación se presenta en las siguientes figuras.

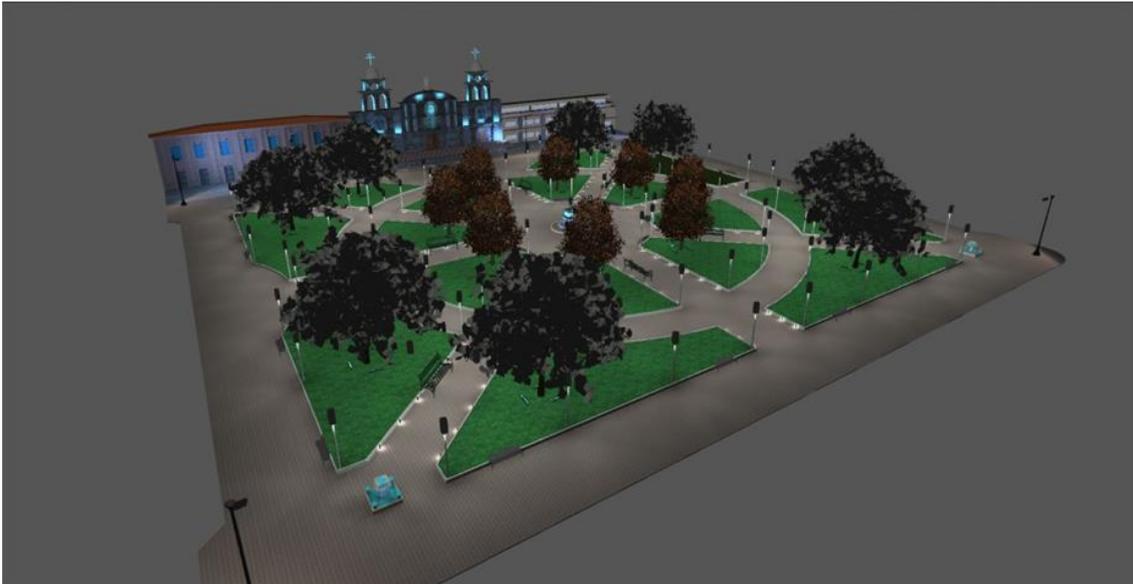


Figura 48. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

Fuente: Simulación en DIALux.



Figura 49. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

Fuente: Simulación en DIALux

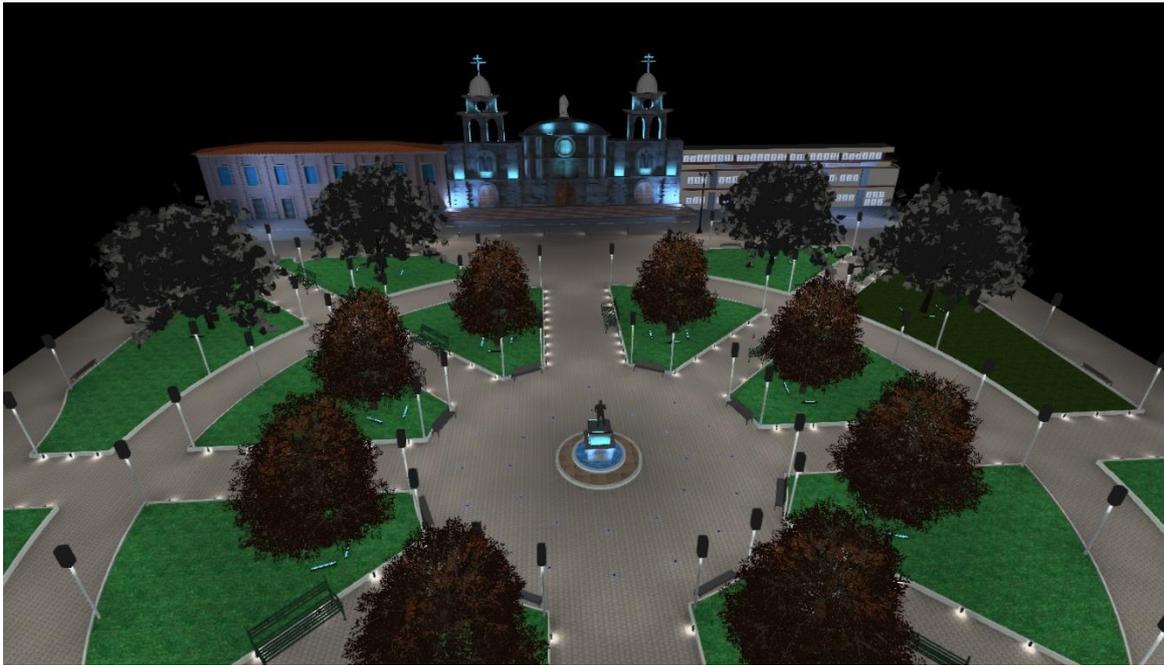


Figura 50. Diseño del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

Fuente: Simulación en DIALux

#### 3.1.1.1. Datos luminotécnicos.

Se puede obtener información de cualquier medida luminosa en cualquiera de las superficies del área analizada. Estos outputs (salidas) pueden ser gráficos o valores tabulados. Los primeros se nos dan en forma de curvas isolux o isonit y los segundos en tablas con valores por coordenadas, la forma como emite el software DIALux evo este reporte se presenta en la figura siguiente:

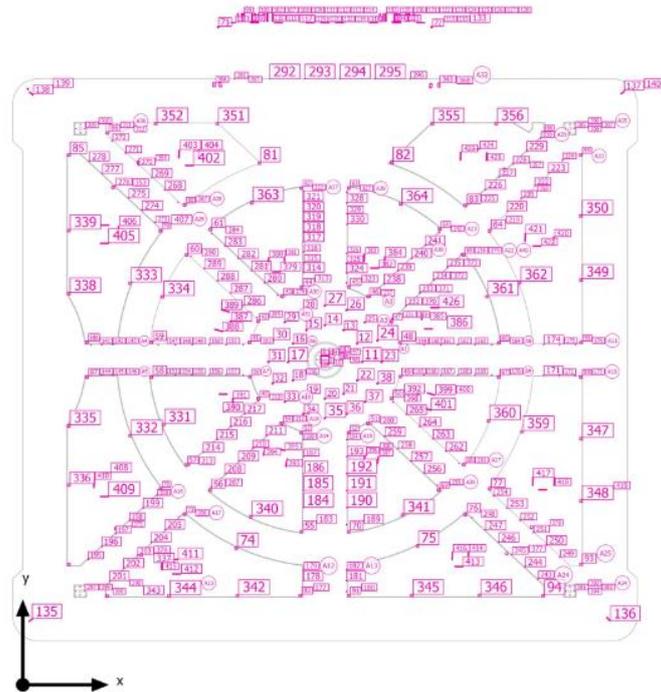
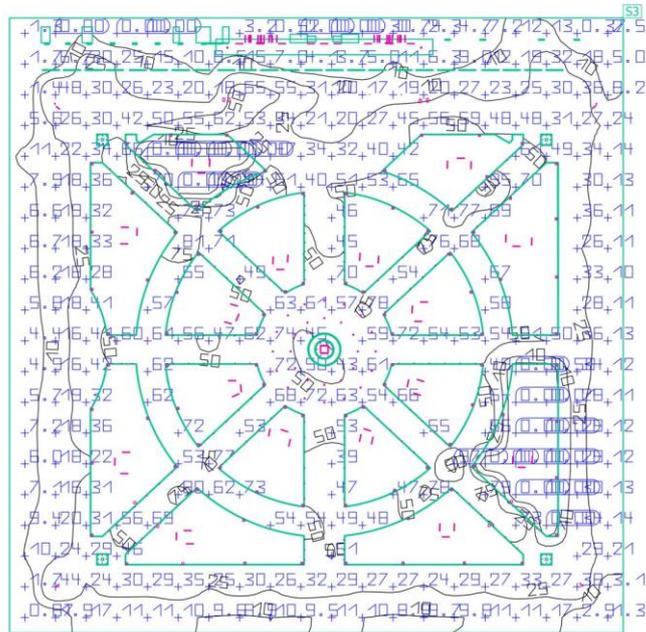


Figura 51. Plano de situación de luminarias.

Fuente: Simulación en DIALux



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Index
Calculation surface 1 Perpendicular illuminance Height: 0.050 m	55.2 lx	18.9 lx	945 lx	0.34	0.015	S1

Figura 52. Niveles de iluminancia del diseño.

Fuente: Simulación en DIALux

Con el diseño propuesto, se tiene una Iluminación promedio ( $\bar{E}$ ) de 55,2 luxes, así como también una uniformidad promedio ( $g_1$ ) superior al 33% lo cual permite cumplir lo que indican los valores de Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.

### 3.1.1.2. Lista de luminarias

Una vez identificadas las características civiles, eléctricas y luminotécnicas del Alumbrado Público ornamental del Parque La Merced y su respectiva Iglesia, procedemos a seleccionar las luminarias de tecnología LED que mejor se ajusten al área de iluminación. Para la selección de las luminarias en el diseño propuesto, se identificó las luminarias que las empresas se encuentran ofertando en nuestro país para este tipo de iluminación. La selección, operación, mantenimiento y reposición de los sistemas de alumbrado público ornamental e intervenido, estará de acuerdo con la regulación 006/20 de la ARCERNNR.

En la tabla 25, se presenta un listado de las luminarias utilizadas y que cumplen con los requerimientos de iluminación del sector estudiado. Las características técnicas de cada luminaria se especifican en el anexo A.

Tabla 25. Lista de luminarias del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

Núm.	Luminaria	Potencia w	Cantidad
1	MEGARA 150 FULL 4W 3000K	4	28
2	P516LED-09-A-WW-D650-70W	70	94
3	Pilos_2   LLG	8,3	174
4	Stalk_1   LLG	9,8	6
5	LED Underground Light	5,5	22
6	LED Floodlight-E II 150W-5700-60D-GY-GP	150	4
7	BGP704 1 xLED100-4S/830 DS50	74	8
8	STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	90

Fuente: Simulación en DIALux y diagrama de circuitos

De igual manera, dentro de la información proporcionada por el software DIALux evo, indica la Potencia total consumida por las luminarias, así como el rendimiento lumínico. Esto permite identificar las ventajas del diseño propuesto relacionadas al menor consumo de energía eléctrica respecto al consumo actual, con un diseño amigable con el medio ambiente.

$\Phi_{total}$ 1090492 lm	$P_{total}$ 12208.0 W	Luminous efficacy 89.3 lm/W
------------------------------	--------------------------	--------------------------------

Figura 53. Potencia total consumida y rendimiento lumínico del Parque La Merced y su respectiva Iglesia

Fuente: Simulación en DIALux y diagrama de circuitos

### 3.1.1.3. Determinación de la demanda de diseño

El cálculo para identificar la demanda de diseño parte en determinar inicialmente la demanda máxima unitaria. Por lo cual se lista todas las posibles cargas cuyas potencias están dadas en las normas de diseño, detallando la cantidad y potencia nominal.

Generalmente para el caso de usuarios comerciales o industriales como es el caso, la Demanda de diseño (DD) es la misma Demanda máxima unitaria (DMU).

- a) La demanda máxima unitaria (DMU) se calcula a partir de la carga instalada por consumidor representativo (CIR), y la aplicación del factor de Simultaneidad (FSn), este factor de simultaneidad es establecido por el proyectista en función de la forma de utilización de las cargas. (FSn) para luminarias es del 100%.

$$DMU (W) = \frac{CIR * Fsn}{100}$$

Ecuación 13. Demanda máxima unitaria

Fuente: Tomado de (Normas de diseño Emelnorte S.A., s.f.)

Donde:

DMU: Demanda máxima unitaria

CIR: Carga instalada por consumidor representativo

Fsn: Factor de simultaneidad para la carga individual

Tabla 26. Plantilla para la determinación de la demanda de diseño.

REGLÓN	LUMINARIAS DE ALUMBRADO PUBLICO				FFUn (Factor de frecuencia de uso de la carga individual)	CIR (Carga instalada por consumidor representativo)	FSn (Factor de simultaneidad para la carga individual)	DMU (Demanda máxima unitaria)
	DESCRIPCION	Cant	Pn (W)	Pt (W)	(%)	(W)	%/100	(W)
1	2	4	3	5	6	7	8	9

Fuente: Tomado de (Normas de diseño Emelnorte S.A., s.f.)

- b) La Demanda Máxima Unitaria obtenida (DMU) expresada en (w), es convertida a kVA, mediante la reducción correspondiente y la consideración del factor de potencia (fp) 0,95 para luminarias LED utilizadas en este proyecto.

$$DMU (kVA) = \frac{\frac{DMU(W)}{fp}}{1000}$$

Ecuación 14 Conversión demanda máxima unitaria a kVA

Fuente: Tomado de (Normas de diseño Emelnorte S.A., s.f.)

Donde:

DMU: Demanda máxima unitaria

fp: Factor de potencia

- c) El Factor de Demanda (FDM) definido por la relación, entre la Demanda Máxima Unitaria (DMU) y la Carga Instalada Representativa (CIR), indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente en el período de máxima solicitud.

Tabla 27. Estudio de la demanda parque la Merced y su respectiva iglesia

DMU (w)	12208
Factor de demanda	1
Factor de potencia	0,95
DMU (kVA)	12,85
DD	12,85

Fuente: El autor

La demanda de diseño calculada para el parque La Merced y su respectiva iglesia es de 12,85 kVA, de acuerdo con las normativas y los valores de potencia normalizados disponibles en el mercado local, se necesitaría un transformador de 15 kVA para servir la demanda eléctrica del proyecto. El cálculo de la demanda de diseño se detalla en el anexo B

Tabla 28. Comparación de potencia y energía consumida parque la Merced y su respectiva iglesia

Potencia actual consumida	Potencia del diseño propuesto
19780 (w)	12208 (w)
Consumo de Energía actual	Consumo de Energía propuesto
257,61 (Kw.h/dia)	161,145 (Kw.h/dia)

Fuente: El autor

Como se demuestra en la tabla 28 el diseño propuesto puede ser alimentado sin ningún problema por el transformador trifásico Padmounted existente de 100 [kVA], ya que la potencia, así como la energía consumida en la actualidad es mayor a la del proyecto planteado.

#### 3.1.1.4. Acometida en medio voltaje

Acorde a la demanda actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias, la carga necesaria para garantizar operatividad del sistema de iluminación es relativamente baja en comparación con la capacidad del transformador instalado actualmente, es por esta razón que no es necesario la proyección de una acometida de medio voltaje.

#### 3.1.1.5. Acometida en bajo voltaje y medición

Como se comprobó en el cálculo de la demanda de diseño la potencia consumida es mayor a la propuesta razón por la cual se mantendrá la acometida actual descrita en el diagnóstico.

El consumo del Alumbrado público ornamental del parque será registrado por un medidor de energía (M1) el mismo que se ubicará en el tablero general de mando (TGM), el registro no será facturado por tratarse de alumbrado público.

### 3.1.1.6. Cálculos de caídas de voltajes en red secundaria

Una vez determinadas las cargas sobre los tramos de línea y establecidas sus extensiones, se procederá al cálculo de las caídas de voltaje, para lo cual se aplicó el modelo de plantilla que se muestra a continuación tabla 29.

Tabla 29. Planilla para cómputo de caídas de voltaje circuitos secundarios

DATOS			Carga/usua rio	Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO		Nro.			FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	CONSUM.	kVA/tramo	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Fuente: Tomado de (Emelnorte S.A., (2010), Norma de Distribución, s.f.)  
(Normas de diseño Emelnorte S.A., s.f.)

El proceso para llenarla es el siguiente:

- a) Se asigna los datos generales del proyecto
- b) Se plasma el esquema lineal resultante de la distribución de cargas.
- c) En cada columna se anotara los valores y resultados correspondientes:
  - Columna (1) (2): Se anotara la Designación y la longitud del tramo.
  - Columna (3): Número de consumidores.
  - Columna (5): Carga de cada circuito de luminarias en kVA.
  - Columna (6): Configuración de red, # de fases (trifásica).
  - Columna (7) y (8): El conductor y el factor de caída de voltaje (FDV), correspondiente a la combinación adoptada, obtenido de la tabla 30.
  - Columna (9): El producto de la longitud del tramo por la Carga del circuito, (2) x (5), en kVA-m.
  - Columna (10): El valor obtenido de la expresión  $kVA\text{-}m/FDV$ , (9/8), que representa la caída de voltaje parcial expresada en % del valor nominal.
  - Columna (11): El valor acumulado de las caídas de voltaje parciales

Tabla 30. Factor de caída de voltaje (FDV) en redes de cobre subterráneas.

CALIBRE	CU	
	KVA-m RED SUBTERRANEA TRIFÁSICO	MONOFÁSICO(3H)
8	210	137
6	330	215
4	510	335
2	775	510
1/0	1170	780
2/0	1430	960
3/0	1730	1160
4/0	2090	1410
250 MCM	2360	1605
300 MCM	2700	1850

Fuente: Tomado de (Emelnorte S.A., (2010), Norma de Distribución, s.f.)

El valor máximo de la caída de voltaje obtenido deberá ser próximo e inferior al límite de voltaje admisible que es de 3,5 % del suministro en la fuente; en caso de superarlo, se deberá incrementar el calibre y tipo de conductor, con el propósito de satisfacer la limitación impuesta.

Se ha calculado la caída de voltaje de tal manera que la alimentación hacia la carga que se encuentre más alejado de cada circuito no exceda los límites permitidos por la Empresa Eléctrica Regional Norte SA (EMELNORTE). El cálculo de las caídas de voltaje para los diferentes circuitos se aprecia en el Anexo G.

### 3.1.1.7. Características de las instalaciones

La red de alumbrado público ornamental (AP) será subterránea y se ha dividido en 8 circuitos con el fin de poder controlar horarios de encendido y maniobras de apagado cuando así lo requieran, esta red de AP se encuentra debidamente dimensionada con conductores 2xTTU#8 (220 V) en todo el tramo de canalización y a partir de los pozos en manguera negra de 1 1/2".

El tablero general de mando constara de un medidor con una protección bifásica de 63 A, para luego alimentar al tablero de control y sus circuitos eléctricos de alumbrado público ornamental con protecciones bipolares 220v de 20 A cada uno; además de temporizadores electrónicos, con su respectivo contactor, que permitirán el encendido y el apagado de acuerdo con el horario solicitado.

Posteriormente, dentro de los parámetros y detalles del diseño se anexan:

- Anexo C: Diagrama de recorrido de los circuitos
- Anexo E: Diagrama de tablero general de mando
- Anexo F: Detalle de postes para luminarias

#### 3.1.1.8. Sistema de Puesta a Tierra

Para la protección de luminarias y peatones en los dos parques La Merced y Pedro Moncayo con sus respectivas iglesias, se robustecerá el sistema de puesta a tierra instalando en cada pozo de revisión varillas Copperweld de 1,8 metros de longitud, 5 milímetros de radio a una profundidad aproximada de 2.4 m, las varillas estarán interconectados con cable de cobre desnudo # 6 AWG (por resistencia mecánica) y soldadura exotérmica. En el anexo H se muestra la ubicación de instalación de las varillas Copperweld.

#### 3.1.1.9. Pozo y ductos de revisión

Los detalles constructivos de los pozos de revisión tanto para el parque La Merced como el Pedro Moncayo con sus respectivas iglesias, serán de tipo EU0-OPA y los ductos son de tipo EU0-0B2X2B1, de igual manera los ductos deben realizarse con tubería PVC de pared estructurada interior liso y exterior corrugado de 110 mm acorde a la homologación del Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables (MERNNR). Los detalles se muestran en el anexo I y D respectivamente.

### **3.1.2. Diseño de Iluminación del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia**

El diseño a continuación es la simulación del escenario creado, que nos da una idea general del aspecto que pretendemos dar al Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia utilizando la tecnología de iluminación LED, el resultado de la simulación se presenta en las siguientes figuras.

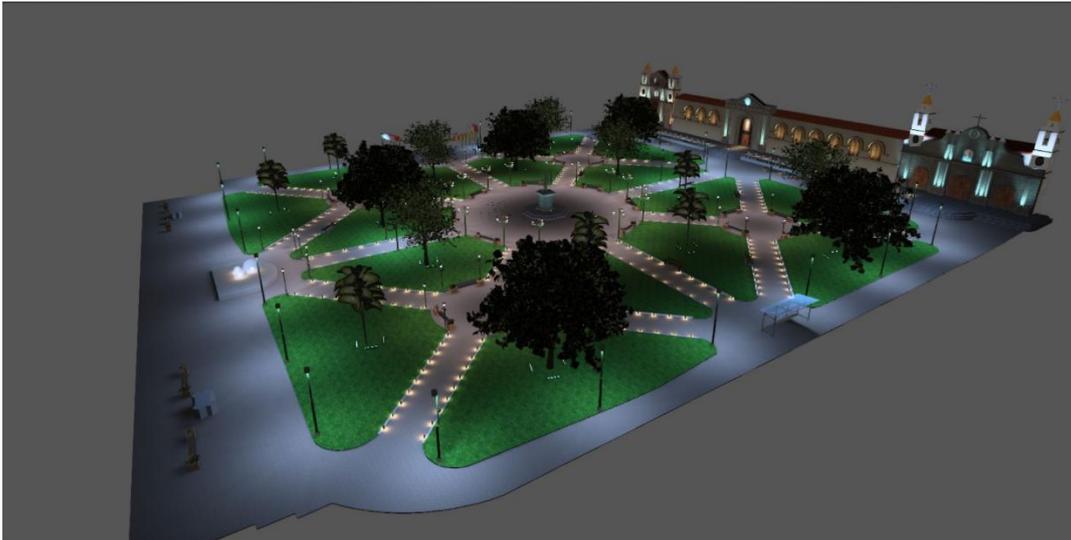


Figura 54. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia  
Fuente: Simulación en DIALux.



Figura 55. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia  
Fuente: Simulación en DIALux.



Figura 56. Diseño del Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia  
Fuente: Simulación en DIALux.

#### 3.1.2.1. Datos luminotécnicos.

Se puede obtener información de cualquier medida luminosa en cualquiera de las superficies del área analizada. Estos outputs (salidas) pueden ser gráficos o valores tabulados. Los primeros se nos dan en forma de curvas isolux o isonit y los segundos en tablas con valores por coordenadas, la forma como emite el software Dialux evo este reporte se presenta en la figura siguiente:



Properties	$\bar{E}$	$E_{min}$	$E_{max}$	$g_1$	$g_2$	Index
Calculation surface 1 Perpendicular illuminance Height: 0.000 m	58.2 lx	19.63 lx	342 lx	0.33	0.014	S1

Figura 58. Niveles de iluminancia del diseño.

Fuente: Simulación en DIALux

Con el diseño propuesto, se tiene una Iluminación promedio ( $\bar{E}$ ) de 58,2 luxes, así como también una uniformidad promedio ( $g_1$ ) superior al 33% lo cual permite cumplir lo que indican los valores de Clase y niveles de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.

### 3.1.2.2. Lista de luminarias

De igual manera que en el parque anterior. En la figura a continuación, se presenta un listado de las luminarias utilizadas y que cumplen con los requerimientos de iluminación del sector estudiado. De igual manera las características técnicas de cada luminaria se especifican en el anexo A.

Tabla 31 Lista de luminarias del parque Pedro Moncayo y su iglesia

Num	LUMINARIA	W	CANTIDAD
1	ARTEMIDE MEGARA 150 FULL 4W 3000K	4	30
2	ESSYSTEM PARK FLOWER MIDI 4.LED	125	30
3	LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm	18	90
4	Linea_Light Oh!_FL65   LLG	20	3
5	Linea_Light Pilos_2   LLG	8,3	401
6	NVC LED Underground Light	5,5	14
7	OPPLE LED Floodlight-E II 150W-5700-60D-GY-GP	150	2
8	Performance in Lighting TRACCIA TRIMLESS 500 ELL 13x36°	20	4
9	PIL STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL	30	84
10	WEEF DOC220 [EE] IP66:LED-12/24W/3K + IO-180°	28	2

Fuente: Simulación en DIALux y diagrama de circuitos

Dentro de la información proporcionada por el software DIALux evo, indica la Potencia total consumida por las luminarias, así como el rendimiento lumínico. Esto permite identificar las ventajas del diseño propuesto relacionadas al menor consumo de energía eléctrica respecto al consumo actual, con un diseño amigable con el medio ambiente.

$\Phi_{total}$ 1122522 lm	$P_{total}$ 11911.3 W	Luminous efficacy 94.2 lm/W
------------------------------	--------------------------	--------------------------------

Figura 59. Potencia total consumida y rendimiento lumínico del parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia

### 3.1.2.3. Determinación de la demanda de diseño

La demanda de diseño calculada para el parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva Iglesia es de 12,54 kVA tabla 32, de acuerdo con las normativas y los valores de potencia normalizados disponibles en el mercado local, se necesitaría un transformador de 15 kVA para servir la demanda eléctrica del proyecto. El cálculo de la demanda de diseño se detalla en el anexo K.

Tabla 32. Estudio de la demanda parque Pedro Moncayo y su respectiva iglesia

DMU (w)	11911,3
Factor de demanda	1
Factor de potencia	0,95
DMU (kVA)	12,54
DD	12,54

Fuente: El autor

Tabla 33. Comparación de potencia y energía consumida Parque Pedro Moncayo Esparza y su respectiva iglesia.

Potencia actual consumida	Potencia del diseño propuesto
26580 (w)	11911,3 (w)
Consumo de Energía actual	Consumo de Energía propuesto
339,85 (Kw.h/dia)	154,07 (Kw.h/dia)

Fuente: El autor

Como se demuestra en la tabla 33 el diseño propuesto puede ser alimentado sin ningún problema por el transformador trifásico Padmounted existente de 100 [kVA], ya que la potencia, así como la energía consumida en la actualidad es mayor a la del proyecto planteado.

#### 3.1.2.4. Acometida en bajo voltaje y medición

Como se comprobó en el cálculo de la demanda de diseño la potencia consumida es mayor a la propuesta razón por la cual se mantendrá la acometida actual descrita en el diagnóstico.

El consumo del Alumbrado público ornamental del parque, será registrado por un medidor de energía (M1), el mismo que se ubicará en el tablero general de mando (TGM) y su registro no será facturado por tratarse de alumbrado público.

#### 3.1.2.5. Cálculos de caídas de voltajes en red secundaria

Se ha calculado la caída de voltaje de tal manera que la alimentación hacia la carga que se encuentre más alejado de cada circuito, no exceda los límites 3,5% permitidos por la Empresa Eléctrica Regional Norte SA (EMELNORTE). El cálculo de las caídas de voltaje para los diferentes circuitos, se aprecia en el Anexo P.

#### 3.1.2.6. Características de instalaciones

La red de alumbrado público ornamental (AP) será subterránea y se ha dividido en 5 circuitos con el fin de poder controlar horarios de encendido y maniobras de apagado cuando así lo requieran, esta red de AP se encuentra debidamente dimensionada con conductores 2xTTU#8 (220 V) en todo el tramo de canalización y a partir de los pozos en manguera negra de 1 1/2".

El tablero general de mando constara de un medidor con una protección trifásica de 63 A, para luego alimentar al tablero de control y sus circuitos eléctricos de alumbrado público

ornamental con protecciones bipolares 220v de 20 A cada uno; además de temporizadores electrónicos, con su respectivo contactor, que permitirán el encendido y el apagado de acuerdo al horario solicitado.

Posteriormente, dentro de los parámetros y detalles del diseño se anexan:

- Anexo L: Diagrama de recorrido de los circuitos
- Anexo N: Diagrama de tablero general de mando
- Anexo O: Detalle de postes para luminarias

## CONCLUSIONES

- El levantamiento de información de la situación actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra, permitió identificar que la tecnología de iluminación pública ornamental usada actualmente se basa en lámparas de vapor de sodio, vapor de mercurio y LED. De igual manera, la falta de mantenimiento al sistema eléctrico, mala ubicación de las lámparas y daño ocasionado por los transeúntes ha ocasionado que se vea afectado la calidad y niveles de luminosidad del servicio de iluminación pública ornamental.
- El uso del método de medición acorde a lo establecido en la publicación CIE 140-2000 y la norma técnica colombiana (NTC 900) tercera actualización, permitió construir el mapa de iluminación actual de los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra.
- Con el análisis de los mapas de iluminación actual, se identificó que los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra, no cumple con los niveles y clases de Iluminación en Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas. Esto debido que existen luminarias fuera de funcionamiento, otras en donde su ubicación no se encuentra correctamente distribuidas según el área a iluminar, tomando en consideración también, que parte de la luz que llega al parque e iglesia es de las luminarias de las calles e edificios adyacentes.
- El software DIALux Evo permitió simular el sistema de iluminación propuesto para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra, facilitando el dimensionamiento de las cargas necesarias y cumplimiento de los niveles y clases de Iluminación de Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas.
- El realizar un diseño de iluminación para los parques Pedro Moncayo Esparza y La Merced con sus respectivas iglesias del centro histórico de la ciudad de Ibarra, conlleva el analizar detalles de los lugares como son iluminación aledaña, ubicación de árboles y de elementos como piletas, monumentos, bancas, camineras y senderos entre otros; lo que demuestra que no se pueden fijar diseños únicos, sino más bien

serán distintos unos de otros, pero siempre orientados a cumplir los niveles óptimos de iluminancia.

- Los resultados obtenidos en el estudio energético reflejan las ventajas del diseño propuesto relacionadas al menor consumo de energía eléctrica, diseño amigable con el medio ambiente y que además de ser eficiente cumple con los niveles y clases de Iluminación de Zonas Críticas (RTE) INEN 069 para Plazas y plazoletas, y se puede obtener un valor agregado como es el turismo, la seguridad y el confort de los usuarios.

## RECOMENDACIONES

- Realizar una evaluación técnico económico exclusivamente para luminarias tipo LED con sistemas de Telegestión, de tal manera que permita determinar la mejor alternativa en relación al sistema de iluminación seleccionado en el presente trabajo de grado.
- Analizar diferentes direccionamientos de los puntos de luz (información que se ingresa al sistema DIALux evo ®) para optimizar los resultados y a su vez desechar los que no cumplen con las expectativas del diseño propuesto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Centro de apoyo a la Investigación. (2008). *Nociones básicas sobre la Luz*. Obtenido de [http://www.difo.uah.es/cursos/nociones\\_basicas\\_sobre\\_la\\_luz.html](http://www.difo.uah.es/cursos/nociones_basicas_sobre_la_luz.html)
- Afinidad eléctrica. (2007). *Lámparas de inducción magnética*. Obtenido de <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=267>
- Amko SOLARA. (2010). *Ejemplo del control inteligente de iluminación de las carreteras*. Obtenido de [http://www.amkosolara.com/esp/product\\_content3.php?c3\\_id=212](http://www.amkosolara.com/esp/product_content3.php?c3_id=212)
- ARCERNNR. (2020). *Estadística anual y multianual del sector eléctrico ecuatoriano*. Obtenido de <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/estadistica-del-sector-electrico/>: <https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/09/Estadistica-2020-baja.pdf>
- Balcells, J. (2010). *EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGIA ELECTRICA*. BARCELONA: CIRCUTOR S.A.
- Campino, V. (s.f). *The Deco Journal*. Recuperado el 03 de Julio de 2019, de <http://www.thedecojournal.com/que-es-un-proyecto-de-iluminacion/>
- Centro Español de Metrología. (2018). *Radiometría y fotometría: Magnitudes y leyes básicas*. Obtenido de <https://www.e-medida.es/numero-9/radiometria-y-fotometria-magnitudes-y-leyes-basicas/>
- Comisión Internacional de Iluminación. (2006). *Road Lighting Calculations CIE 140-2000*. Vienna.
- Comisión Internacional de Iluminación. (2010). *Alumbrado de Carreteras para tráfico de vehículos y peatones*.
- Comité Español de Iluminación. (2010). *Principios básicos de la iluminación*. España.
- ComparaLUX. (2012). *Magnitudes físicas fundamentales*. Obtenido de <https://www.comparalux.es/www/apuntes/magnitudesFundamentales.php>
- Dirección General de Energía y Cambio Climático. (2008). *Plan de eficiencia energética 2006-2015*. Recuperado el 24 de agosto de 2019, de [http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenergia/pla\\_eficiencia\\_en\\_ergetica/enllumenat\\_1.es.html](http://www.caib.es/conselleries/industria/dgener/user/portalenergia/pla_eficiencia_en_ergetica/enllumenat_1.es.html)
- Edison Tech Center. (2014). *Induction Lamps*. Obtenido de <https://edisontechcenter.org/InductionLamps.html>
- EjerciciosFyQ. (2017). *Leyes de la reflexión y de la refracción de la luz*. Obtenido de <https://ejercicios-fyq.com/?EBAU-Andalucia-Fisica-junio-2017-ejercicio-3-opcion-B>
- EMELNORTE. (2021). *EMELNORTE - GEOPORTAL*. Obtenido de <https://gis.emelnorte.com/GEOPORTAL/>

EMELNORTE. (2021). *SIG WEB Emelnorte*. Obtenido de <https://gis.emelnorte.com/GEOPORTAL/>

Emelnorte S.A., (2010), *Norma de Distribución*. (s.f.).

Empresa Eléctrica Quito, 2. (2021). *Normas para los sistemas de distribución - Guía de diseño*. Obtenido de <https://www.eeq.com.ec:8443/documentacion-y-otros/documentacion>

Epsilon Technology. (2020). *www.epsilontech.com*. Obtenido de [www.epsilontech.com](http://www.epsilontech.com).

fenooptico. (2015). *Refracción de la luz*. Obtenido de <http://fenooptico.blogspot.com/2015/10/refraccion-de-la-luz.html>

Fernández, J. (2012). *Desarrollo de un algoritmo de propagación de flujo luminoso para un dispositivo fotométrico móvil con capacidad de discretización angular*. Catalunya: España. Recuperado el 03 de Junio de 2019, de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/117071/TJFD1de1.pdf;jsessionid=109ADF41A884E20D068DCCB36DEA84AF?sequence=1>

González, O., & Pavas, A. (2017). Cuantificación del ahorro de energía eléctrica en clientes residenciales mediante acciones de gestión de demanda. Dialnet. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6299864.pdf>

Google. (2019). *Google maps*. Obtenido de <https://www.google.com/maps/place/Ibarra/@0.3537471,-78.1187024,15z/data=!4m5!3m4!1s0x8e2a3ca1785b375d:0x85703f133e056adb!8m2!3d0.3471469!4d-78.1323648>

Google Maps. (2021). *Google Maps*.

ingenieriaromo. (2014). *Conceptos de la Iluminación*. Obtenido de <https://ingenieriaromo.wordpress.com/2014/06/28/conceptos-de-la-iluminacion/>

León, A. (2007). *Lighting*. Hawaii: Atlantic International University Honolulu. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <https://www.aiu.edu/applications/DocumentLibraryManager/upload/Lighting%20Adrian%20Leon.pdf>

luminotechdesign. (2017). *Intensidad Luminosa*. Obtenido de <http://luminotechdesign.blogspot.com/2017/02/intensidad-luminosa.html>

Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R. (2013). Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022. Quito, Ecuador. Recuperado el 16 de agosto de 2019, de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>

Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R. (2017). Plan Maestro de Electricidad 2016-2025. Quito - Ecuador.

Ministerio de Energía y Recursos Naturales no R. (2019). *Eficiencia Energética en el Sector Público*. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <http://historico.energia.gob.ec/eficiencia-energetica-en-el-sector-publico/>

Moreno, J. (2010). *Instalaciones eléctricas interiores: electricidad-electrónica*. España: Madrid Paraninfo.

Normas de diseño Emelnorte S.A. (s.f.).

Otorongo, M. (2021). *Análisis técnico - económico de factibilidad de la implementación de sistemas de alumbrado público inteligente en el Ecuador (Tesis de Posgrado)*. Ecuador - Quito: EPN.

Reglamento Técnico Ecuatoriano 069. (2011). *Alumbrado Público*. Ecuador - Quito: INEN.

Regulación No. ARCERNR 006/20. (2020). *Prestación del Servicio de Alumbrado Público General*. Ecuador - Quito.

Regulación No. CONELEC 008/11. (2011). *Prestación del Servicio de Alumbrado Público General*. Ecuador - Quito.

Regulación No. CONELEC 005/14 . (2014). *Prestación del Servicio de Alumbrado Público*. Ecuador - Quito.

Rodriguez, R. (2017). *Aplicación de las innovaciones tecnológicas en instalaciones de alumbrado para la integración de personas en riesgo de exclusión (Tesis doctoral)*. España - Granada.

Schröder. (2010). *El control inteligente para una iluminación eficiente*. Obtenido de <https://www.schreder.com/globalassets/sitecollectiondocuments/additional-content/schreder-owlet-sistemas-de-control.pdf>

Sector-Electricidad. (2015). *Lámpara de inducción vs LED*. Recuperado el 03 de junio de 2019, de <http://www.sectorelectricidad.com/13951/lampara-de-induccion-vs-led/>

Secue, Páez, Fonseca, & Muela. (2018). *Análisis de Tecnologías y Normatividad de Iluminación Eficiente en Alumbrado Público*. Canada: OLADE.

SmartCharge. (2013). *SmartCharge: La bombilla LED que funciona durante un apagón*. Obtenido de <https://www.neoteo.com/smartcharge-bombilla-led-recargable-que-funciona-en-un-apagon/>

tesla-electric. (sf). *Definiciones generales de iluminación*. Obtenido de <https://tesla-electric.weebly.com/definiciones-generales-de-iluminacioacuten.html>

Universidad Politécnica de Cataluña. (2013). *Curso On-Line de iluminación*. Obtenido de <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/index2.php>

## ANEXOS

**Anexo A:** Características de Luminarias Parque "La Merced" y "Pedro Moncayo" con sus respectivas iglesias.

La Merced

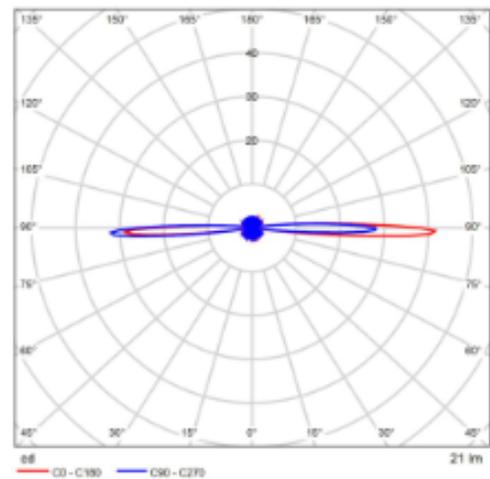
DIALux

### Product data sheet

ARTEMIDE MEGARA 150 FULL 4W 3000K



Article No.	T415400W00
P	4.0 W
$\Phi_{\text{Luminaire}}$	21 lm
Luminous efficacy	5.2 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



Polar LDC

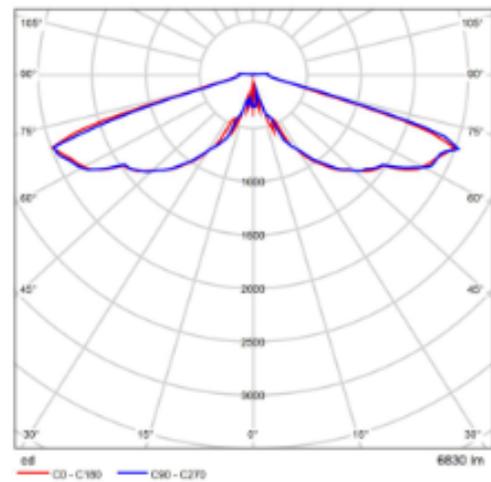
MEGARA 150 FULL 4W 3000K

**Product data sheet**

CUPHOSCO P516LED-09-A-WW-D650-70W



Article No.	P516LED-09
P	70.0 W
$\Phi_{\text{Luminaire}}$	6835 lm
Luminous efficacy	97.6 lm/W
CCT	3000 K
CRI	70

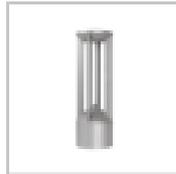


Polar LDC

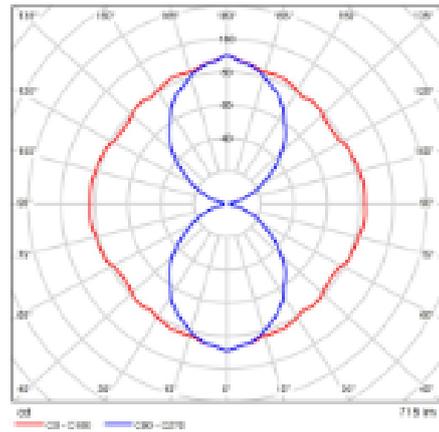
Absolute photometry

## Ficha de producto

Linea\_Light\_Group Pilas\_2 | LLG



Nº de artículo	60075ND0
P	8.3 W
Ø luminosa	71.5 mm
Rendimiento lumínico	85.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80



CDL polar

Pilas | Boilard & Poie | arrayLED 7 W 180mA | CRI 80

Valores de deslumbramiento según UGR												
α (grados)	β (grados)	E <sub>av</sub> (lx)					E <sub>av</sub> (lx)					
		0°	15°	30°	45°	60°	0°	15°	30°	45°	60°	
0°	0°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
0°	15°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
0°	30°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
0°	45°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
0°	60°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
15°	0°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
15°	15°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
15°	30°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
15°	45°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
15°	60°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
30°	0°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
30°	15°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
30°	30°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
30°	45°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
30°	60°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
45°	0°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
45°	15°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
45°	30°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
45°	45°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
45°	60°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
60°	0°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
60°	15°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
60°	30°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
60°	45°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	
60°	60°	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	17.5	18.4	19.4	20.5	21.5	

Diagrama UGR (SHR: 0.25)

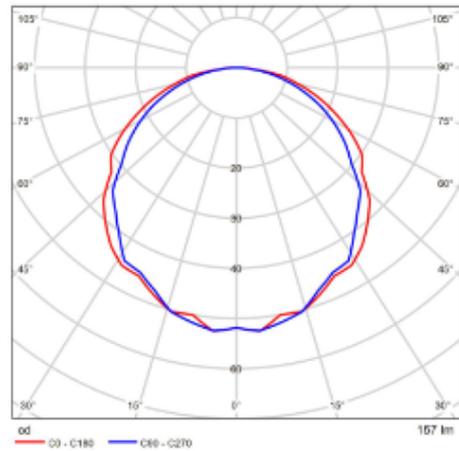
Ficha de producto

Linea\_Light\_Group Stalk\_1 | LLG



Nº de artículo	63465W00
P	9.8 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	157 lm
Rendimiento lumínico	16.1 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Stalk | Bollard & Pole | topLED 8 W 24V | CRI 80



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR										
α (°)	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
β (°)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
γ (°)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
2H	2H	13.1	14.8	13.4	14.8	15.0	14.0	15.6	16.3	15.8
	2H	14.4	15.7	14.7	16.0	16.2	15.5	16.7	15.8	17.0
4H	4H	14.8	16.1	15.2	16.5	16.6	16.1	17.3	16.4	17.6
	4H	15.1	16.3	15.5	16.8	16.9	16.5	17.6	16.8	17.9
6H	6H	15.2	16.3	15.5	16.6	17.0	16.0	17.7	16.9	18.0
	6H	15.2	16.3	15.5	16.6	17.0	16.5	17.7	17.0	18.0
8H	8H	15.8	15.8	14.1	15.3	15.6	14.4	15.6	16.8	15.9
	8H	15.2	16.2	15.6	16.6	16.9	16.1	17.1	16.4	17.4
10H	10H	15.7	16.7	16.1	17.0	17.4	16.0	17.7	17.2	18.1
	10H	16.2	17.0	16.5	17.4	17.8	17.3	18.1	17.7	18.5
12H	12H	16.3	17.1	16.7	17.5	17.9	17.4	18.2	17.6	18.6
	12H	16.3	17.0	16.8	17.5	17.9	17.9	18.2	18.0	18.6
14H	14H	16.0	16.8	16.4	17.2	17.6	16.9	17.7	17.4	18.1
	14H	16.5	17.2	17.3	17.8	18.1	17.6	18.2	18.0	18.6
16H	16H	16.7	17.3	17.2	17.9	18.2	17.9	18.4	18.3	18.9
	16H	16.8	17.4	17.4	17.9	18.3	17.9	18.4	18.4	18.9
18H	18H	16.0	16.7	16.5	17.1	17.6	16.9	17.6	17.4	18.1
	18H	16.6	17.2	17.1	17.8	18.1	17.6	18.2	18.1	18.6
20H	20H	16.0	17.3	17.3	17.9	18.3	17.9	18.5	18.3	18.9
	20H	16.0	17.3	17.3	17.9	18.3	17.9	18.5	18.3	18.9

Variación de la posición del espectador para separaciones 2 entre luminarias		
S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+0.3 / -0.5	+0.4 / -0.4
S = 2.0H	+0.5 / -0.9	+0.7 / -0.9

Tabla estándar	GR25	GR25
Sumando de corrección	+0.0	0.0

Tabla de deslumbramiento corregido en relación a 1570r Flujo luminoso total

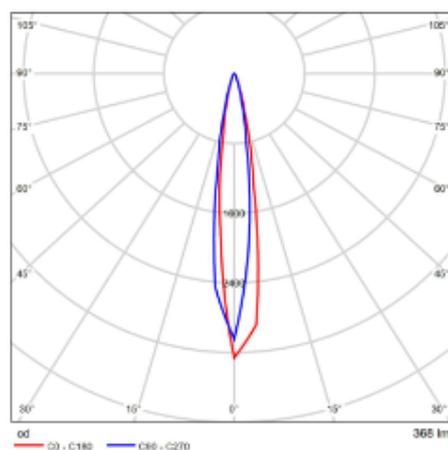
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

### NVC LED Underground Light



Nº de artículo	NELED4203 6W-6000K
P	5.5 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	368 lm
Rendimiento lumínico	66.9 lm/W
CCT	6775 K
CRI	79



CDL polar

#### Specification

- .Die-casting aluminum housing
- .316 stainless steel front cover
- .Tempered glass. T=8MM
- .OSRAM LED
- .PVC mounting sleeve
- .Exert force area of Ø10=917kg, Ø30>2000kg, Ø60>2000kg
- .LED driver is not included (DC24V)
- .LED driver is included (110-240V)
- .IP67

#### Applications

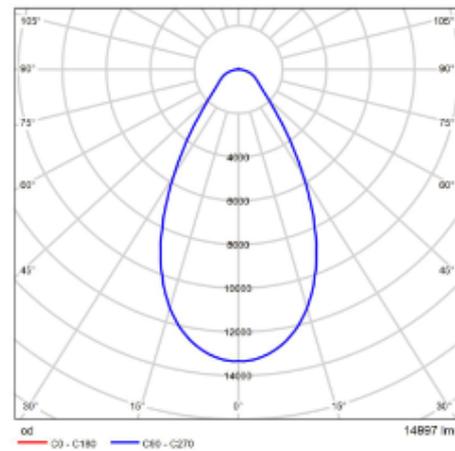
- .Outdoor decoration lighting
- .Path
- .Square and park

Ficha de producto

OPPLE LED Floodlight-E II 150W-5700-60D-GY-GP



Nº de artículo	140064727
P	150.0 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	14997 lm
Rendimiento lumínico	100.0 lm/W
CCT	5700 K
CRI	80



CDL polar

Housing: PC

Mounting ring: Grey;

Installation: Bracket;

Dimensions: 342\*257\*59mm

Power: 150W;

Efficacy 100 Lm/w

Colour temperature: 5700K;

Colour rendering: RA80;

Total luminous flux of luminaire: 15000Lm

Beam angle:60°

Service life: 30,000h

Degree of protection: IP65;

Mains voltage: 220-240V/50-60Hz;

Valoración de deslumbramiento según UGR											
Techo		70	70	50	50	33	33	20	20	30	
Paredes		50	35	50	33	33	50	30	50	30	
Suelo		20	35	35	20	20	35	20	20	20	
Número del local X Y		Ángulo de inclinación del eje de lámpara					Ángulo longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	31.6	27.7	21.9	22.9	22.1	27.9	22.7	21.9	22.9	
	2H	22.6	22.9	22.3	24.2	24.4	22.0	22.9	22.3	24.2	
	4H	22.6	24.5	22.9	24.9	25.1	22.6	24.5	22.9	24.9	
	6H	24.1	25.9	24.5	25.2	25.6	24.1	25.0	24.5	25.2	
	12H	24.3	25.1	24.7	25.4	25.9	24.3	25.1	24.7	25.4	
4H	2H	22.1	22.9	22.5	22.3	22.9	22.1	22.0	22.5	22.3	
	2H	22.7	24.5	24.1	24.9	25.1	22.7	24.5	24.1	24.9	
	4H	24.5	25.2	24.9	25.6	25.9	24.5	25.2	24.9	25.6	
	6H	25.2	25.9	25.0	25.2	25.6	25.2	25.0	25.6	25.2	
	12H	25.8	26.0	25.3	25.4	25.8	25.8	26.0	25.0	25.4	
6H	2H	25.7	26.2	26.1	26.6	27.0	25.7	26.2	26.1	26.6	
	4H	24.9	25.4	25.3	25.8	26.2	24.9	25.4	25.3	25.8	
	6H	25.7	26.1	26.2	26.6	27.0	25.7	26.1	26.2	26.6	
	8H	26.0	26.4	26.5	26.9	27.4	26.0	26.4	26.5	26.9	
	12H	26.9	26.7	26.8	27.1	27.6	26.9	26.7	26.8	27.1	
12H	4H	24.9	25.4	25.3	25.8	26.2	24.9	25.4	25.3	25.8	
	6H	25.8	26.2	26.3	26.6	27.1	25.8	26.2	26.3	26.6	
	8H	26.2	26.5	26.7	27.0	27.5	26.2	26.5	26.7	27.0	

Valoración de la posición del eje de lámpara con escalaciones G entre luminarias		
S = 1.0H	+0.3 / -0.3	+0.3 / -0.3
S = 1.5H	+0.8 / -0.5	+0.8 / -0.5
S = 2.0H	+1.5 / -0.8	+1.5 / -0.8
Tabla estándar:	GR05	GR06
Sumario de corrección:	0.7	0.7
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1200lm Flujo Luminoso total		

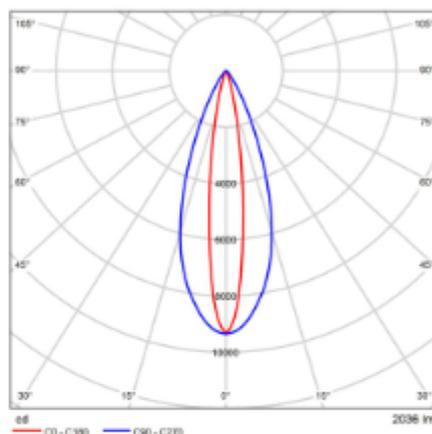
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Product data sheet

PIL STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45° 32W RGBW 2700K GR-11 DMX

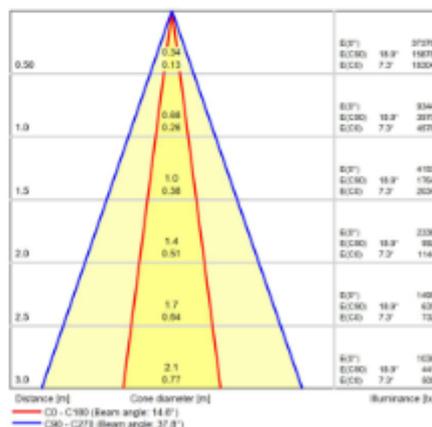


Article No.	3109420
P	30.0 W
Φ <sub>Luminaire</sub>	2034 lm
Luminous efficacy	67.8 lm/W
CCT	- 7723 K 2700 K
CRI	- -18 80



Polar LDC

Series of class I reduced depth in-ground luminaires, comprising:  
 Extruded anodised aluminium housing  
 Tempered glass diffuser, screen-printed inside  
 Die-cast aluminium end caps, painted  
 Anti-ageing silicone gasket  
 QUICK versions are supplied complete with IP rated connection box suitable for through wiring for Ø 5 mm to Ø 13 mm cables  
 Stainless steel locking screws  
 Adjustable wall mounting bracket with joint for directing the luminaire  
 Aluminium gear tray for high heat dissipation of components  
 Built-in driver  
 Available with ON-OFF driver and dimmable DALI  
 Light colour and brightness adjustable via Tunable White control  
 TW TUNABLE WHITE(2700 ÷ 6500 K) version DALI DT8  
 DMX signal generator for RGBW versions to be ordered separately  
 Recessed box to be ordered separately  
 Through-wiring designed  
 Through wiring version available. Consult factory



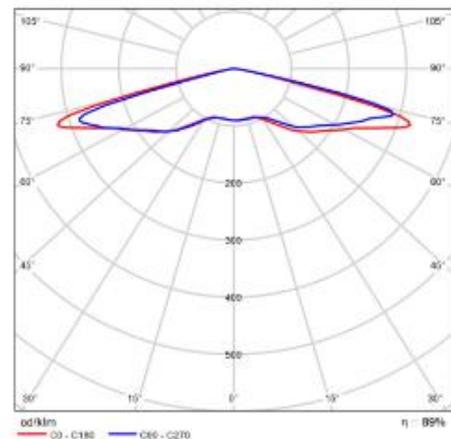
Cone diagram

## Ficha de producto

PHILIPS BGP704 1 xLED100-4S/830 DS50



P	74.0 W
$\Phi_{\text{Lámpara}}$	10000 lm
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	8901 lm
$\eta$	89.01 %
Rendimiento luminico	120.3 lm/W
CCT	3000 K
CRI	100



CDL polar

Luma gen2 - The standard in road lighting, redefined. "Luma gen2 is the next generation of the Luma LED luminaire family, fully optimized to become your long-term lighting and innovation partner. While keeping the distinctive design characteristics of the first generation, Luma gen2 gives you the benefits of the latest technologies thanks to its future-proof System Ready architecture, use of optimized Ledgine LED and optical platform ensuring best in class lighting performance in a broad range of applications. It also offers improved serviceability. Installation has also become easier and faster, and thanks to the Service tag, you have access to all relevant documentations onsite. Also, the cable feed-through has been redesigned and access to the gear components is easy thanks to top down tool-less access. Luma gen2 also offers all connectivity and dimming options available today and thanks to being System Ready, it can also be paired with lighting management systems such as Interact City or existing and upcoming sensor innovations. The Luma gen2 has been developed to optimize and simplify spare part repair and maintenance work using a new plug & play GearFlex module containing all electrical components in an easy to handle and accessible box inside the housing. As a company conscious about the impact of light on the environment and biodiversity, we also equipped the Luma gen2 with dedicated light recipes that help with maintaining the optimal

## Ficha de producto

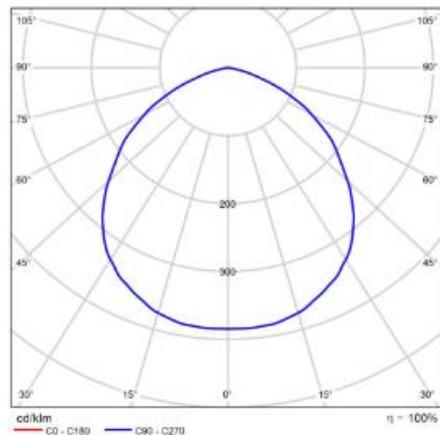
ESSYSTEM PARK FLOWER MIDI 4.LED 830 13600lm MAT 125W IP65 RAL7042 DRV



Nº de artículo	3735300
P	125.0 W
Φ Lámpara	13600 lm
Φ Luminaria	13600 lm
η	100.00 %
Rendimiento lumínico	108.8 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

Oprawa do montażu na słupie o wysokości 4-6m i średnicy trzpienia 60 mm  
 OBUDOWA: ciśnieniowy odlew aluminiowy malowany proszkowo oraz profil z ekstrudowanego aluminium  
 DYFUZOR: szkło hartowane, przezroczyste lub matowe  
 ZASILACZ: elektroniczny, wewnątrz oprawy  
 INNE: regulowane położenie płatków umożliwia dostosowanie oprawy do różnych wymagań oświetleniowych; wyprowadzony przewód zasilający długości 4m

Pole top luminaires for installation on 60 mm diameter and 4-6 m height poles  
 BODY: powder-coated die-cast and extruded aluminum profile  
 DIFFUSER: hardened glass, transparent or matt  
 POWER SUPPLY: integral electronic driver  
 OTHER: due to the adjustable optical segments, this luminaire fulfills different lighting



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR												
Techo	70	70	50	50	30	30	75	70	50	50	30	30
Presión	30	30	50	30	30	30	50	30	30	30	30	30
Suelo	30	20	20	20	20	20	30	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Módulo en perpendicular al eje de simetría						Módulo longitudinalmente al eje de simetría					
X												
Y												
2H	2H	24.9	25.2	25.2	25.4	25.6	24.9	25.2	25.2	25.4	25.6	25.6
3H	3H	25.8	27.0	26.1	27.2	27.9	25.8	27.0	26.1	27.2	27.9	27.9
4H	4H	26.0	27.1	26.3	27.3	27.9	26.0	27.1	26.3	27.3	27.9	27.9
6H	6H	26.2	27.0	26.3	27.3	27.6	26.0	27.0	26.3	27.3	27.6	27.6
8H	8H	26.0	26.9	26.3	27.2	27.6	26.0	26.9	26.3	27.2	27.6	27.6
12H	12H	25.9	26.6	26.3	27.2	27.6	25.9	26.6	26.3	27.2	27.6	27.6
6H	3H	25.4	26.5	25.7	26.7	27.0	25.4	26.5	25.7	26.7	27.0	27.0
3H	3H	25.4	27.3	26.0	27.7	28.0	25.4	27.3	26.0	27.7	28.0	28.0
4H	4H	26.7	27.0	27.1	27.6	28.2	26.7	27.0	27.1	27.6	28.2	28.2
6H	6H	26.7	27.4	27.1	27.8	28.2	26.7	27.4	27.1	27.8	28.2	28.2
8H	8H	26.7	27.2	27.1	27.7	28.1	26.7	27.2	27.1	27.7	28.1	28.1
12H	12H	26.6	27.2	27.1	27.7	28.1	26.6	27.2	27.1	27.7	28.1	28.1
6H	4H	26.7	27.4	27.1	27.8	28.2	26.7	27.4	27.1	27.8	28.2	28.2
3H	6H	26.9	27.3	27.2	27.7	28.2	26.8	27.3	27.2	27.7	28.2	28.2
6H	6H	26.3	27.2	27.2	27.7	28.2	26.3	27.2	27.2	27.7	28.2	28.2
12H	12H	26.7	27.1	27.2	27.6	28.1	26.7	27.1	27.2	27.6	28.1	28.1
6H	12H	26.7	27.3	27.1	27.7	28.1	26.7	27.3	27.1	27.7	28.1	28.1
6H	6H	26.7	27.2	27.2	27.7	28.1	26.7	27.2	27.2	27.7	28.1	28.1
6H	6H	26.7	27.1	27.2	27.6	28.1	26.7	27.1	27.2	27.6	28.1	28.1
Valores de la posición del espectador para observaciones 0 entre luminarias												
S = 1.0H	+0.2 / -0.3						+0.2 / -0.3					
S = 1.5H	+0.4 / -0.7						+0.4 / -0.7					
S = 2.0H	+1.0 / -1.6						+1.0 / -1.6					
Tamaño estándar	B300						B300					
Factor de conexión	0.2						0.2					
Índice de deslumbramiento calculado en relación a 1350lm flujo luminoso total												

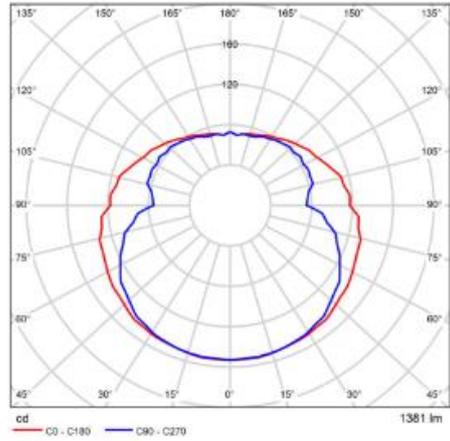
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

Ficha de producto

Linea\_Light\_Group Oh!\_FL65 | LLG



Nº de artículo	15192
P	20.0 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	1381 lm
Rendimiento lumínico	69.0 lm/W
CCT	3000 K
CRI	90



CDL polar

Oh! | Floor Lamp | arrayLED 19 W 500mA | CRI 93

Valoración de deslumbramiento según UGR																	
		70	70	60	60	30	30	70	70	60	60	30					
Techo		90	30	60	30	30	90	30	60	30	30	90					
Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20					
Tamaño del local		Módulo en perpendicular al eje de la lámpara						Módulo longitudinalmente al eje de la lámpara									
X	Y																
2H	2H	7.0	8.8	8.6	9.7	10.7	7.4	8.4	8.2	9.3	10.2						
	3H	10.3	11.2	11.1	12.1	13.1	9.6	10.5	10.4	11.4	12.4						
	4H	11.9	12.6	12.5	13.4	14.5	10.7	11.6	11.5	12.5	13.6						
	6H	13.2	13.8	13.8	14.7	15.8	11.9	12.6	12.6	13.5	14.6						
4H	2H	8.6	9.5	9.4	10.3	11.4	8.3	9.1	9.1	10.0	11.1						
	3H	11.3	12.0	12.1	12.9	14.0	10.9	11.6	11.6	12.5	13.6						
	4H	12.8	13.5	13.7	14.4	15.5	12.0	12.6	12.6	13.5	14.7						
	6H	14.3	14.9	15.2	15.8	17.0	13.2	13.8	13.8	14.7	15.9						
6H	2H	10.2	10.8	10.9	11.7	12.7	13.7	14.3	14.7	15.2	16.4						
	3H	13.7	14.3	14.4	15.2	16.4	14.3	14.9	15.2	16.4	17.6						
	4H	15.2	15.8	15.9	16.7	17.8	15.5	16.1	16.1	17.0	18.2						
	6H	16.5	17.2	17.3	18.2	19.4	16.5	17.1	17.1	18.0	19.2						
12H	2H	13.3	13.8	14.2	14.8	15.9	12.7	13.2	13.4	14.2	15.4						
	3H	16.1	16.5	16.6	17.3	18.5	14.3	14.7	14.7	15.7	16.9						
	4H	17.1	17.5	17.6	18.4	19.6	15.1	15.5	15.5	16.5	17.7						
	6H	18.1	18.5	18.6	19.4	20.6	16.1	16.5	16.5	17.5	18.7						
Variación de la posición del espectador para ocupaciones o entre luminarias																	
S = 1.0H	+0.1 / -0.1						+0.1 / -0.1										
S = 1.5H	+0.2 / -0.2						+0.2 / -0.2										
S = 2.0H	+0.3 / -0.4						+0.3 / -0.4										
Tamaño estándar	BK11						BK10										
Índice de conexión	1.2						-0.3										
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1381 lm Flujo luminoso total																	

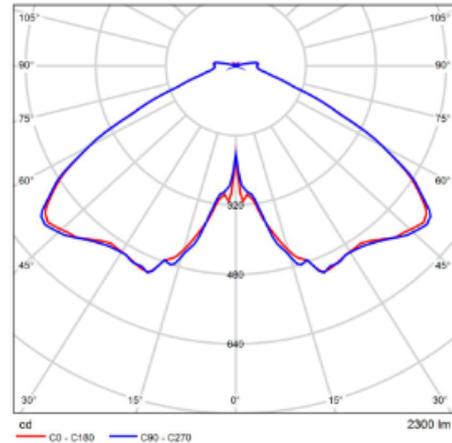
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm 4000K IP66 O20 - for parks and parking lots gray II



Nº de artículo	130272.3L022.031.84 6
P	18.0 W
Φ <sub>Luminaria</sub>	2300 lm
Rendimiento lumínico	127.8 lm/W
CCT	4000 K
CRI	70



CDL polar

Park luminaire in modern form for LED light sources.

Mounting: on pillar ø48/60/76mm, with mounting bracket (included)

Body: high pressure die-cast aluminum

Lateral Surface Wind Exposed: 0,088 m<sup>2</sup>

Power: 220-240V 50/60Hz

Lifetime (L90B10): 100 000 h

Available on request: DALI, LLOC, twilight sensor, 10kV surge protection, NTC

Other remarks: the pole is not part of the luminaire

Warranty: 5 years

Application: cycle paths, avenues, sidewalks, parks, residential, public spaces, playgrounds, promenade, residential area roads Type of optics: O20 - for parks and parking lots

Valoración de deslumbramiento según UGR										
h	Techo	30	70	90	90	30	70	70	90	30
h	Planchas	30	30	90	30	30	30	30	30	30
h	Suelo	30	20	20	20	30	20	20	20	30
2H	2H	29.0	30.4	29.3	32.7	31.0	29.0	30.4	29.3	32.7
	3H	29.5	30.8	29.9	31.1	31.5	29.5	30.8	29.9	31.1
4H	4H	29.6	30.9	30.0	31.2	31.6	29.6	30.9	30.0	31.2
	6H	29.7	30.9	30.1	31.2	31.6	29.7	30.9	30.2	31.2
6H	8H	29.8	30.9	30.2	31.3	31.7	29.8	30.9	30.2	31.3
	12H	29.9	31.0	30.3	31.3	31.8	29.9	31.0	30.4	31.4
4H	2H	29.8	31.1	30.3	31.4	31.8	29.8	31.1	30.3	31.4
	3H	30.5	31.5	30.9	31.9	32.3	30.5	31.5	30.9	31.9
4H	4H	30.7	31.6	31.1	32.0	32.4	30.7	31.6	31.1	32.0
	6H	30.8	31.6	31.3	32.1	32.5	30.8	31.6	31.3	32.1
6H	8H	30.9	31.7	31.4	32.1	32.6	30.9	31.7	31.4	32.1
	12H	31.1	31.8	31.6	32.3	32.8	31.1	31.8	31.6	32.3
8H	4H	30.7	31.5	31.2	31.9	32.4	30.7	31.5	31.2	31.9
	6H	31.0	31.6	31.5	32.1	32.6	31.0	31.6	31.5	32.1
8H	8H	31.2	31.7	31.7	32.3	32.8	31.2	31.7	31.7	32.3
	12H	31.5	32.0	32.1	32.5	33.1	31.5	32.0	32.0	32.5
12H	6H	30.7	31.4	31.2	31.9	32.4	30.7	31.4	31.2	31.9
	8H	31.0	31.6	31.6	32.1	32.6	31.0	31.6	31.6	32.1
12H	8H	31.3	31.7	31.8	32.3	32.8	31.3	31.7	31.8	32.3

Variación de la posición del espectador para separaciones 0 entre luminarias		
S = 1.0H	+0.1 / -0.1	+0.1 / -0.1
S = 1.5H	+1.0 / -1.0	+1.0 / -1.0
S = 2.0H	+2.0 / -2.0	+1.9 / -2.0

Tiempo estándar	BK03	BK03
Sumando de corrección	13.7	13.7

Índice de deslumbramiento corrigido en relación a 2200lm Flujo luminoso total

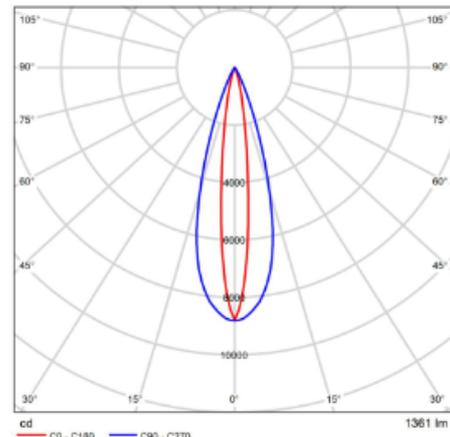
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Ficha de producto

Performance in Lighting TRACCIA TRIMLESS 500 ELL 13x36° 20W 830 GR-11



Nº de artículo	305346
P	20.0 W
$\Phi_{\text{Luminaria}}$	1359 lm
Rendimiento lumínico	67.9 lm/W
CCT	3259 K
CRI	80



CDL polar

Serie de aparatos LED empotrables a tierra en clase I, constituidos por:

- Cuerpo en aluminio extruido anodizado
- Difusor de vidrio templado serigrafiado
- Soporte portacableado en aluminio para una elevada disipación térmica de los componentes
- Rejilla antideslumbramiento en tecnopolímero
- Dispositivo para la orientación del haz entre 0° y 30°
- Versiones con LED a 2700 K y 5000 K están disponibles bajo petición
- Junta de EPDM
- Luminaria equipada con alimentador
- Tornillos de anclaje de acero inoxidable
- Versiones con borde que cubre
- Luminaria preparada para la conexión en cascada
- El producto puede instalarse individualmente o en composiciones lineales sin interrupciones
- La luminaria requiere de caja de empotrar, que se suministra por separado
- Conexión eléctrica externa mediante conector estanco de enchufe QUICK, completo de cable
- Disponibles bajo solicitud versiones regulables DALI

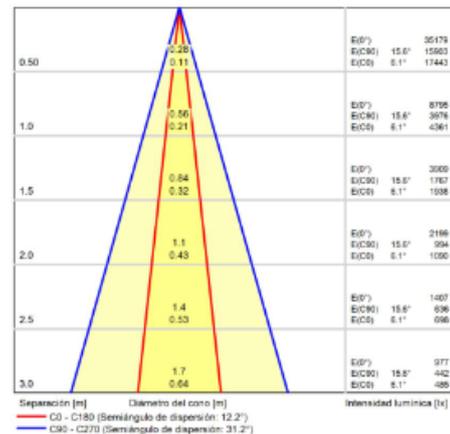


Diagrama conico

## Ficha de producto

WEEF DOC220 [EE] IP66:LED-12/24W/3K + IO-180°

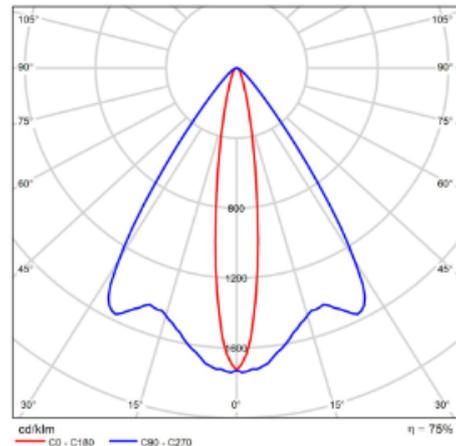


Nº de artículo	134-1335
P	28.0 W
ΦLámpara	2951 lm
ΦLuminaria	2210 lm
η	74.90 %
Rendimiento lumínico	78.9 lm/W
CCT	3000 K
CRI	80

IP66, Class I, IK07. Marine-grade, die-cast aluminium alloy. 5CE superior corrosion protection including PCS hardware. Silicone rubber gasket. Safety glass lens, frame with safety catch. Two cable entries.

Factory installed circuit board with High Efficiency LEDs. PMMA-LED lens array.

A pre-installation blockout, proud or flush, is available and recommended for mounting in concrete ceilings.



CDL polar

Valoración de deslumbramiento según UGR											
z	Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
z	Paredes	50	30	50	30	30	50	30	30	50	30
z	Suelo	30	20	20	20	30	20	20	20	30	20
	Tamaño del focal X	Medio en perpendicular al eje de lámpara					Medio longitudinalmente al eje de lámpara				
	Y										
2H	2H	14.7	15.6	15.0	15.8	16.0	25.4	26.3	25.7	26.5	26.7
	3H	16.1	15.9	16.4	16.2	16.4	25.5	26.3	26.6	26.5	26.8
	4H	16.2	16.9	16.6	16.2	16.5	25.6	26.2	26.8	26.5	26.7
	6H	15.3	15.9	15.5	16.3	16.5	25.4	26.1	25.7	26.4	26.7
	8H	15.2	15.8	15.5	16.1	16.4	25.4	26.0	25.7	26.3	26.6
	12H	15.2	15.6	15.5	16.1	16.4	25.5	26.0	25.7	26.3	26.6
4H	2H	15.7	16.4	16.0	16.7	17.0	25.3	26.0	25.6	26.3	26.5
	3H	16.2	16.8	16.9	17.1	17.4	25.3	26.0	25.7	26.3	26.6
	4H	16.3	16.9	16.7	17.2	17.5	25.3	25.9	25.7	26.2	26.6
	6H	16.3	16.8	16.7	17.2	17.5	25.3	26.0	25.7	26.2	26.5
	8H	16.3	16.7	16.7	17.1	17.5	25.3	25.7	25.7	26.1	26.5
	12H	16.3	16.7	16.7	17.1	17.5	25.2	25.6	25.6	26.0	26.6
8H	4H	16.4	16.9	16.9	17.3	17.7	25.2	25.7	25.7	26.1	26.5
	6H	16.5	16.9	16.9	17.3	17.7	25.2	25.6	25.6	26.0	26.4
	8H	16.5	16.8	17.0	17.3	17.7	25.2	25.5	25.6	25.9	26.4
	12H	16.5	16.8	17.0	17.3	17.8	25.1	25.4	25.6	25.8	26.3
12H	4H	16.4	16.8	16.9	17.2	17.7	25.2	25.6	25.6	26.0	26.4
	6H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	25.2	25.5	25.6	25.9	26.4
	8H	16.5	16.8	17.0	17.2	17.7	25.1	25.4	25.6	25.8	26.3
Variación de la posición del espejador para separaciones 0 entre luminarias											
	S = 1.0H	-0.5 / -0.5					+0.3 / +0.8				
	S = 1.5H	+1.0 / -1.0					+0.0 / +0.7				
	S = 2.0H	+1.0 / -0.1					+10.0 / -7.0				
	Tamaño espejador	BK02					BK00				
	Factor de corrección	-2.7					6.0				
Índice de deslumbramiento conseguido en relación a 2001 lm Flujo luminoso total											

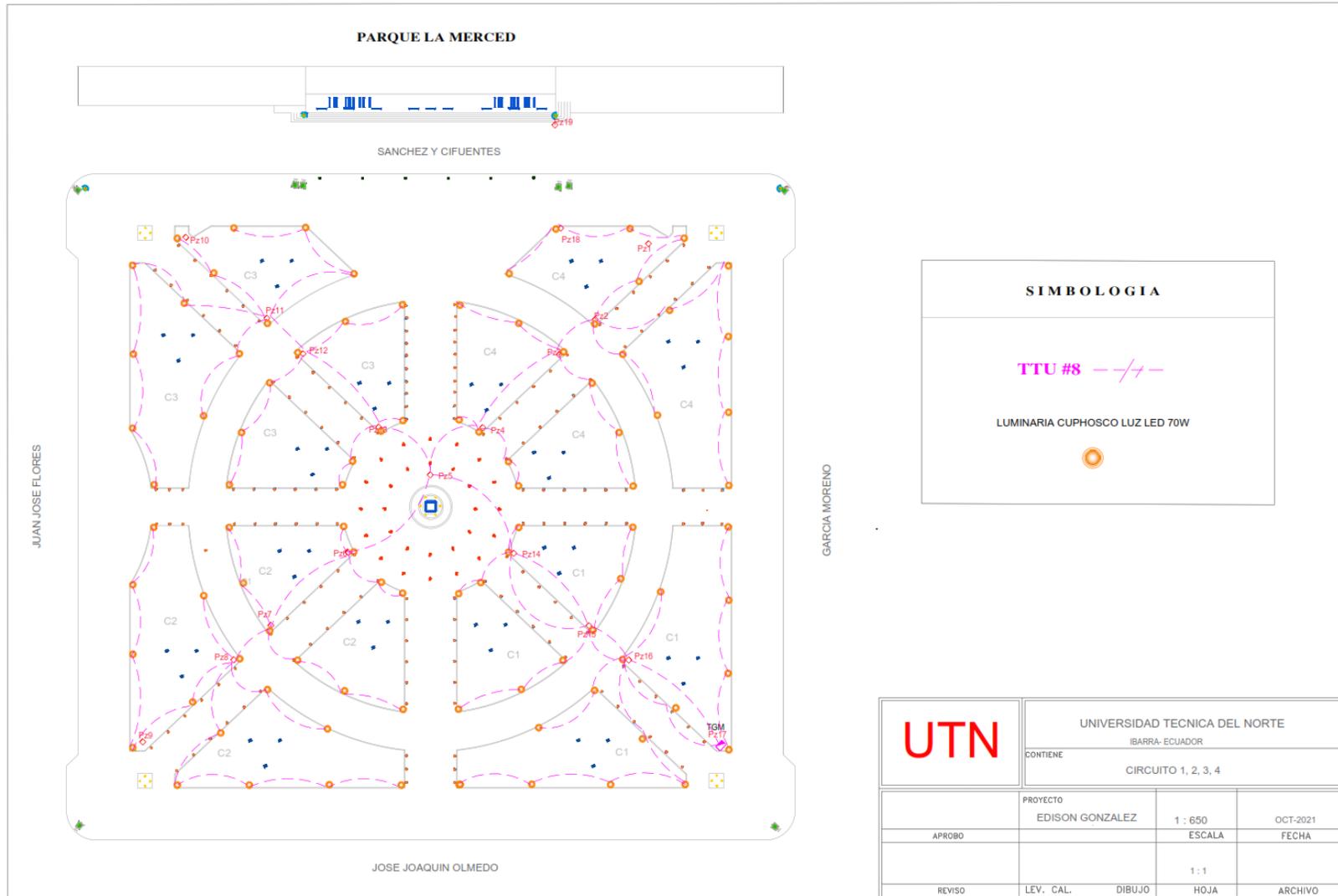
Diagrama UGR (SHR: 0.25)

## Anexo B: Determinación de la demanda de diseño parque "La Merced"

<b>CÁLCULO DE LA DEMANDA DE DISEÑO:</b>									
NOMBRE DEL PROYECTO: <b>LA MERCED</b> No. DEL PROYECTO: 1 USUARIO: LA MERCED LOCALIZACIÓN: <b>IBARRA - CENTRO</b>									
Circuitos	Descripción	Circuitos	Luminarias - Tipo	w	instaladas	Pn (W)			
C1	* Iluminación principal	circuito 1	P516LED-09-A-WW-D650-70W	70	24	1680			
C2		circuito 2	P516LED-09-A-WW-D650-70W	70	24	1680			
C3		circuito 3	P516LED-09-A-WW-D650-70W	70	23	1610			
C4		circuito 4	P516LED-09-A-WW-D650-70W	70	23	1610			
C5	* Iluminación pasillos y monumentos central	circuito 5-1	Pilos_2   LLG	8,3	42	1248,5			
			LED Underground Light	5,5	14				
			STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	4				
			MEGARA 150 FULL 4W 3000K	4	4				
		circuito 5-2	BGP704 1 xLED100-4S/830 DSS0	74	1				
			Pilos_2   LLG	8,3	43				
			MEGARA 150 FULL 4W 3000K	4	8				
			BGP704 1 xLED100-4S/830 DSS0	74	1				
C6	* Iluminación pasillos y luminarias de piso	circuito 6-1	LED Floodlight-E II 150W-5700-60D-GY-GP	150	1	1144,7			
			Pilos_2   LLG	8,3	44				
			LED Underground Light	5,5	4				
			MEGARA 150 FULL 4W 3000K	4	16				
		circuito 6-2	BGP704 1 xLED100-4S/830 DSS0	74	1				
			Pilos_2   LLG	8,3	45				
			LED Underground Light	5,5	4				
			BGP704 1 xLED100-4S/830 DSS0	74	1				
C7	* Iluminación iglesia	circuito 7	LED Floodlight-E II 150W-5700-60D-GY-GP	150	2	1794,8			
			STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	38				
			Stalk_1   LLG	9,8	6				
			BGP704 1 xLED100-4S/830 DSS0	74	4				
C8	* Iluminación arboles y jardineras	circuito 8-1	STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	12	1440			
		circuito 8-2	STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	12				
		circuito 8-3	STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	12				
		circuito 8-4	STRIP SQUARE+ INGROUND 1300 ELL 15x45°	30	12				
P Total						12208			
REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUn (Factor de frecuencia de uso de la carga individual)	CIR (Carga instalada por consumidor representativo)	FSn (Factor de simultaneidad para la carga individual)	DMU (Demanda máxima unitaria)	
	DESCRIPCION	Cant	Pn (W)	Pt (W)	(%)	(W)	%/100	(W)	
1	2	4	3	5	6	7	8	9	
<b>CARGA ALUMBRADO ORNAMENTAL</b>									
1	Carga alumbrado ornamental	1	12208	12208,00	100%	12208	100%	12208	
SUBTOTAL				<b>12208,00</b>		<b>12208</b>		<b>12208</b>	
FMD (Factor de demanda):								1,00	
FP (Factor de potencia)(carga): 0,95		DMU(kVA): 12,851		N: 1		FD: 1		$DMU (kVA) = \frac{DMU(W)}{1000 \cdot fp}$	
DDe(kVA): 12,85									
<b>TRANSFORMADOR REQUERIDO:</b>			<b>15 [kva]</b>						

Donde DD, es la Demanda de Diseño, DMU es la Demanda Máxima Unitaria del usuario comercial o industrial representativo, N es el número de abonados comerciales o industriales que inciden sobre el punto considerado de la red y FD, el factor de Diversidad que es dependiente de N

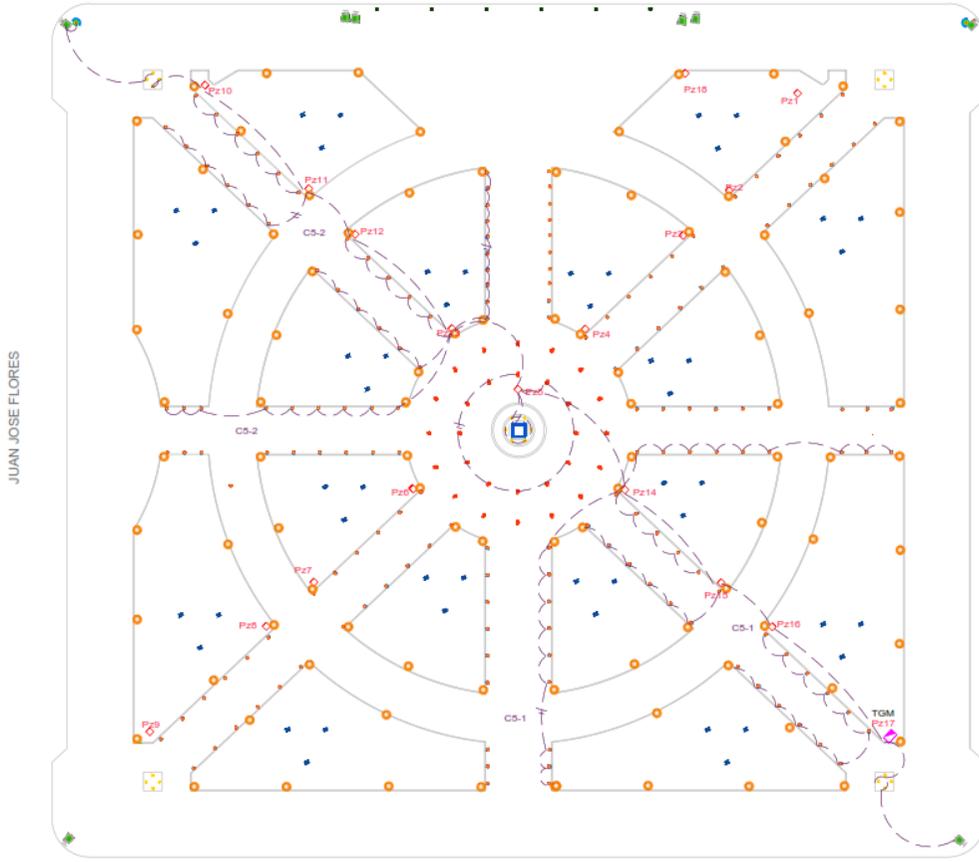
## Anexo C: Diagrama de circuitos - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia



PARQUE LA MERCED



SANCHEZ Y CIFUENTES



JUAN JOSE FLORES

GARCIA MORENO

JOSE JOAQUIN OLMEDO

SIMBOLOGIA

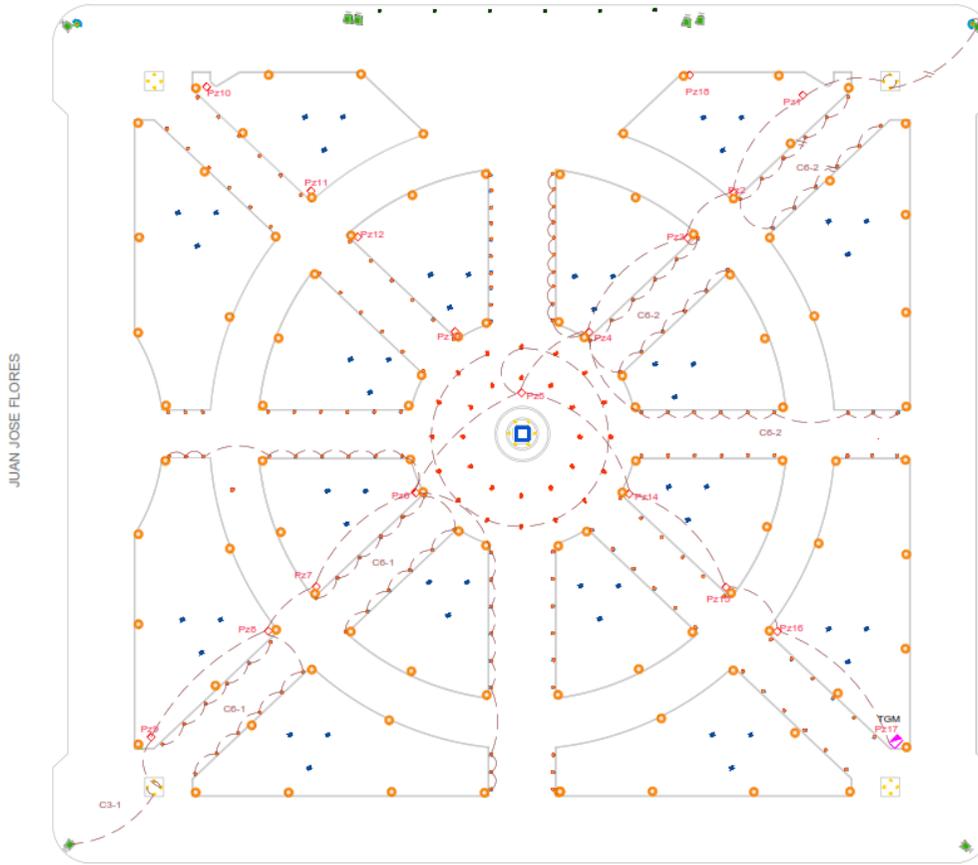
- C5 TTU #8
- REFLECTOR LUZ LED 74W
- REFLECTOR LUZ LED 150W
- LUMINARIA STRIP SQUARE LUZ LED 30W
- LUMINARIA PILOS\_2 LUZ LED 8.3W
- LUMINARIA ARTEMIDE MEGARA LUZ LED 4 W
- LUMINARIA DE PISO NELED4203 LUZ LED 5.5W
- LUMINARIA STALK\_1 LUZ LED 9.8W

<b>UTN</b>	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		
	IBARRA- ECUADOR		
CONTIENE			
CIRCUITO 5			
PROYECTO		OCT-2021	
EDISON GONZALEZ		1 : 650	ESCALA
AFROBO		1 : 1	FECHA
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA
			ARCHIVO

PARQUE LA MERCED



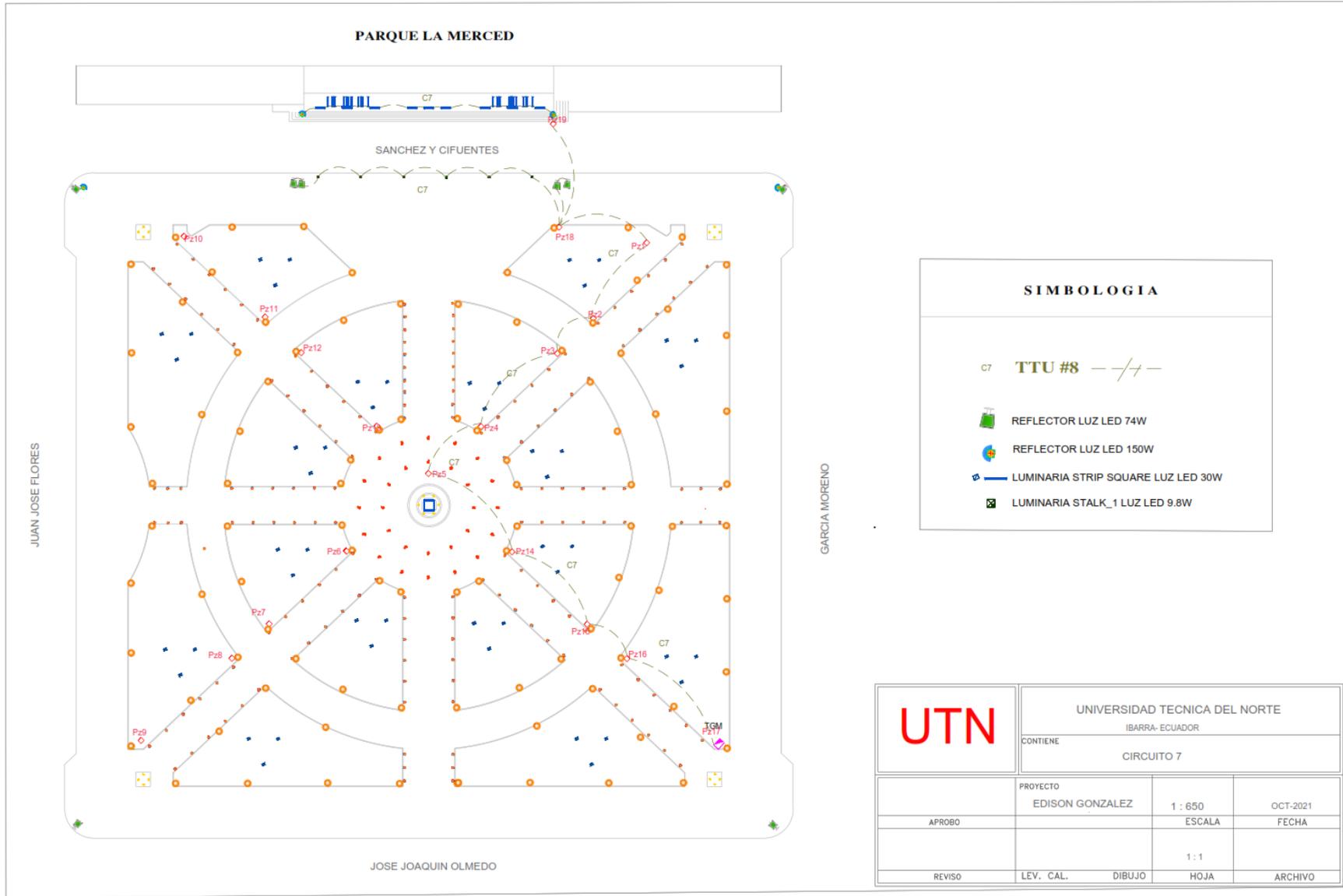
SANCHEZ Y CIFUENTES

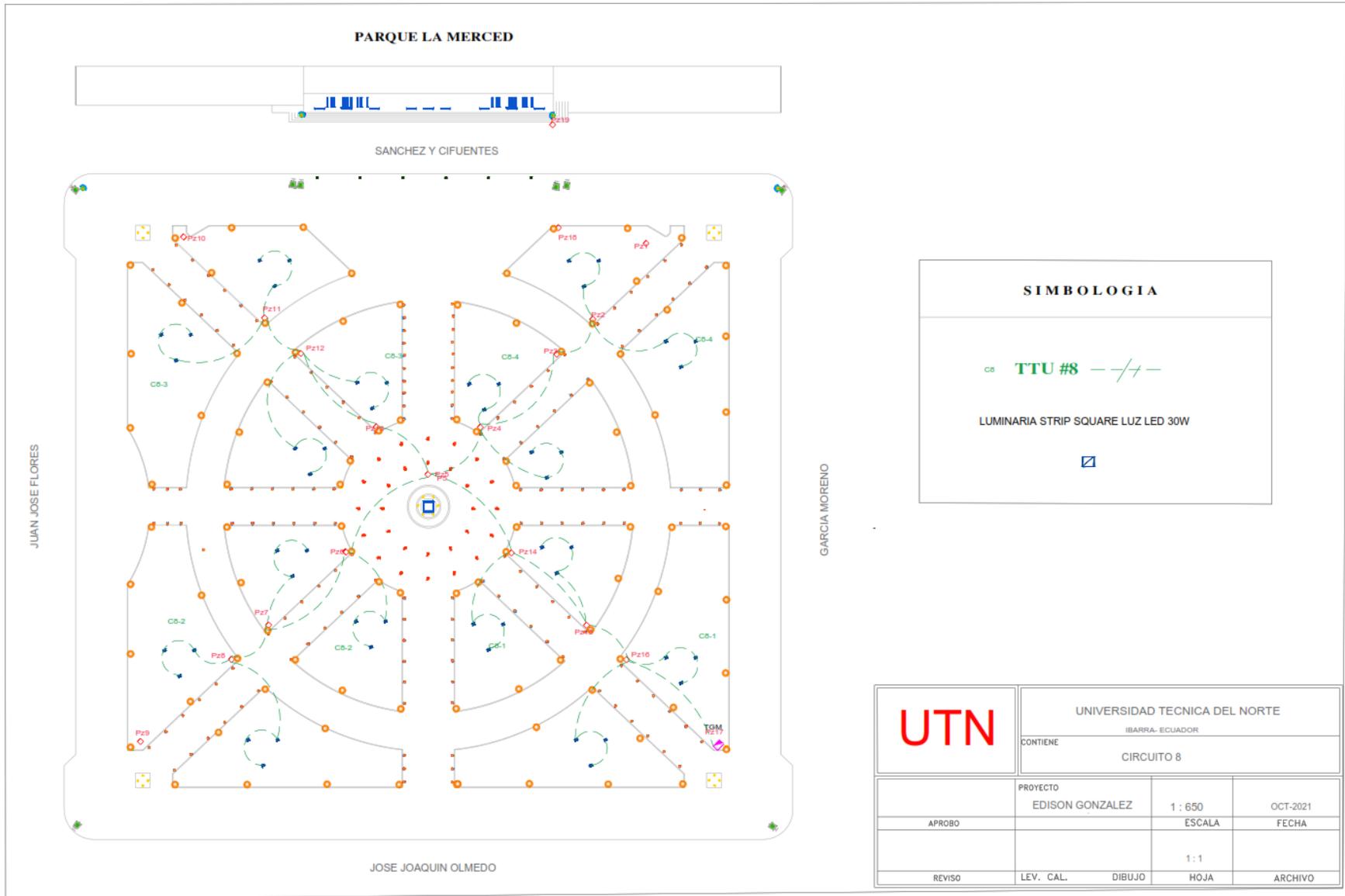


SIMBOLOGIA

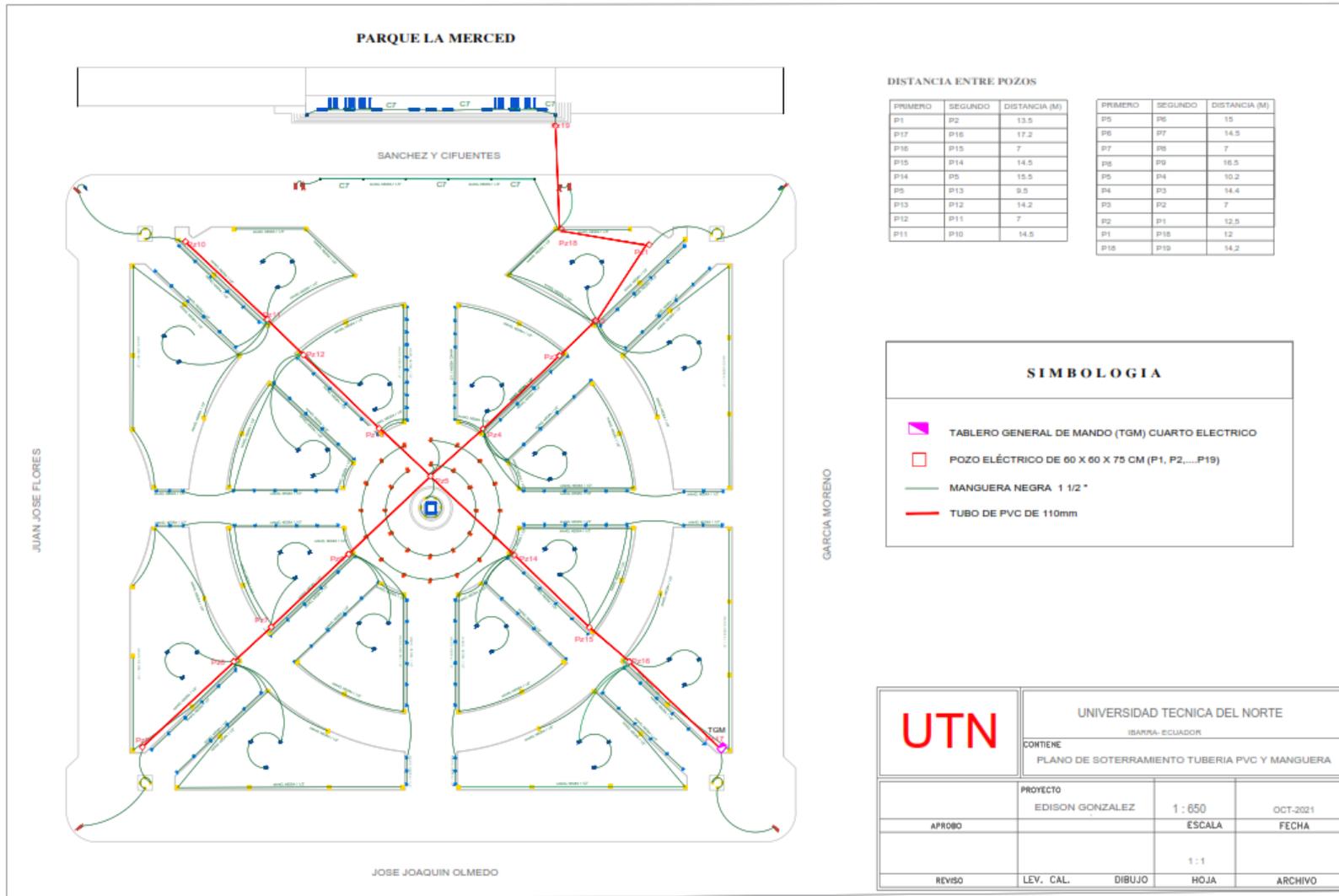
- CC **TTU #8**
- REFLECTOR LUZ LED 74W
- REFLECTOR LUZ LED 150W
- LUMINARIA PILOS\_2 LUZ LED 8.3W
- LUMINARIA ARTEMIDE MEGARA LUZ LED 4 W
- LUMINARIA DE PISO NELED4203 LUZ LED 5.5W
- LUMINARIA STALK\_1 LUZ LED 9.8W

<b>UTN</b>	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		
	IBARRA- ECUADOR		
CONTIENE		CIRCUITO 6	
PROYECTO		OCT-2021	
EDISON GONZALEZ		1 : 650	FECHA
APROBO	ESCALA		1 : 1
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	ARCHIVO

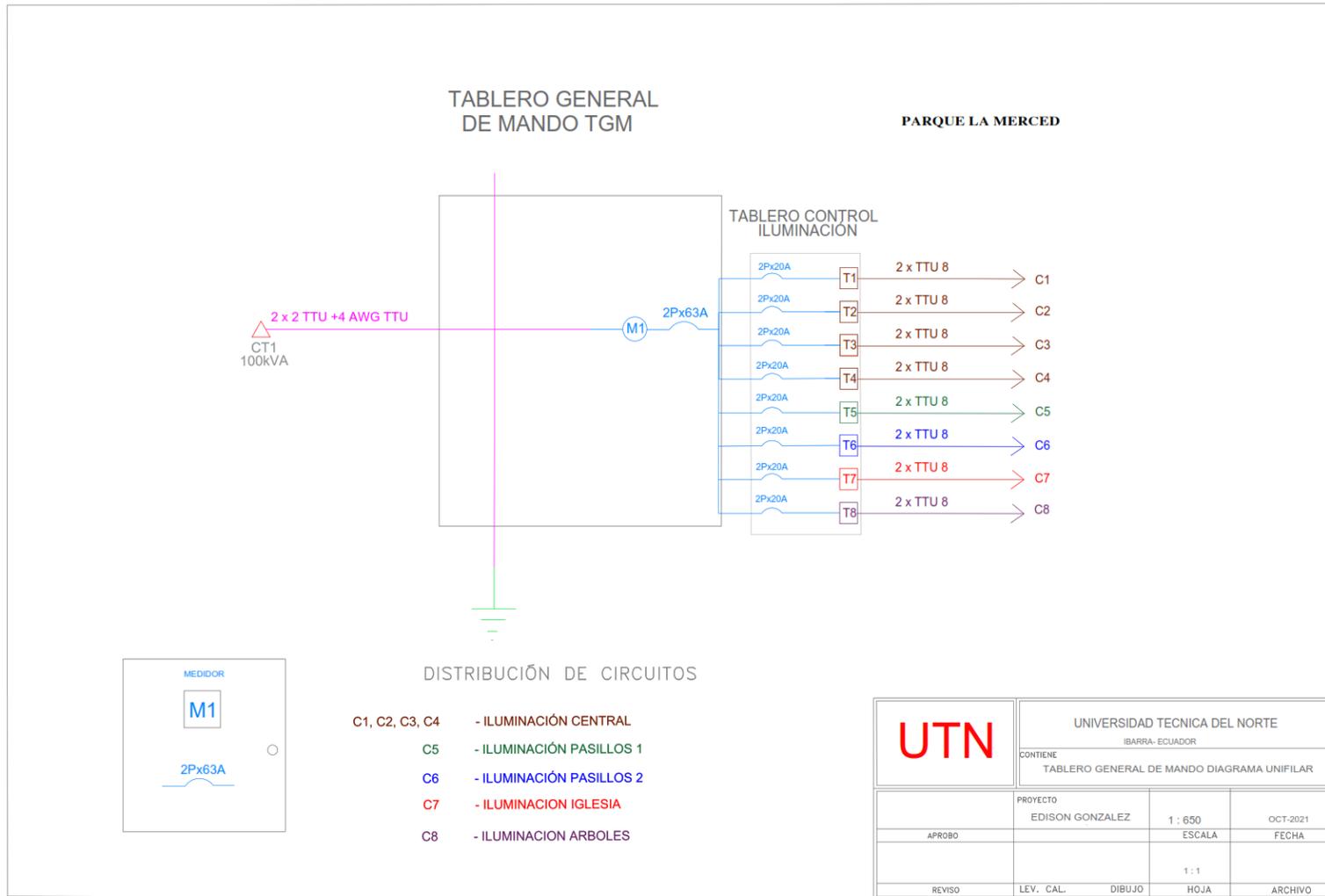




## Anexo D: Plano de soterramiento - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia



## Anexo E: Diagrama de tablero general demanda - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia



## Anexo F: Postes para luminarias - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia

- DETALLES DE POSTE DE HIERRO GALVANIZADO 8m DE ALTURA

Los postes metálicos galvanizado de 8m de altura, espesor de lámina 4mm, con placa base de 12mm de espesor y 400mm de lado distancia de huecos en la base de 300mm y diámetro de 15mm. Requiere de un dado de hormigón de 0.50x0.50x0.50 m para su anclaje.

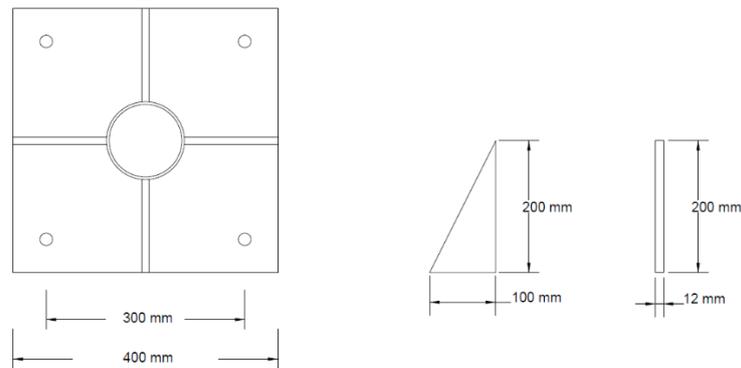


Fig. Detalle de base de poste y refuerzos.

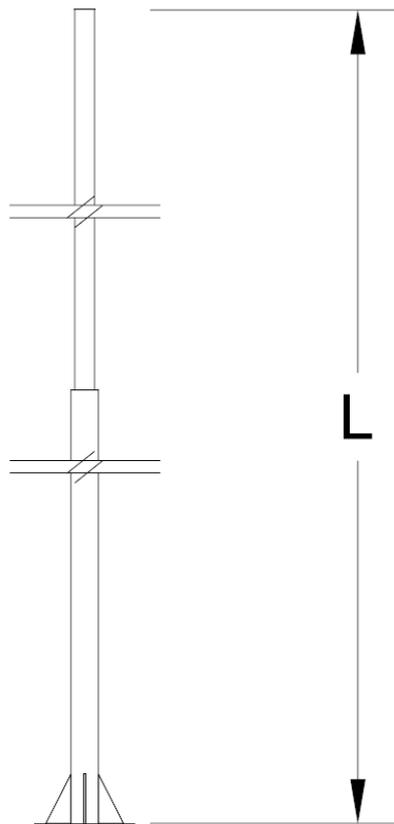


Fig. Detalle de poste 8m

- **DETALLES DE POSTE DE HIERRO GALVANIZADO 4m DE ALTURA**

Los postes metálicos galvanizado de 4m de altura, espesor de lámina 4mm, con placa base de 12mm de espesor y 400mm de lado distancia de huecos en la base de 300mm y diámetro de 15mm. Requiere de un dado de hormigón de 0.50x0.50x0.50 m para su anclaje.

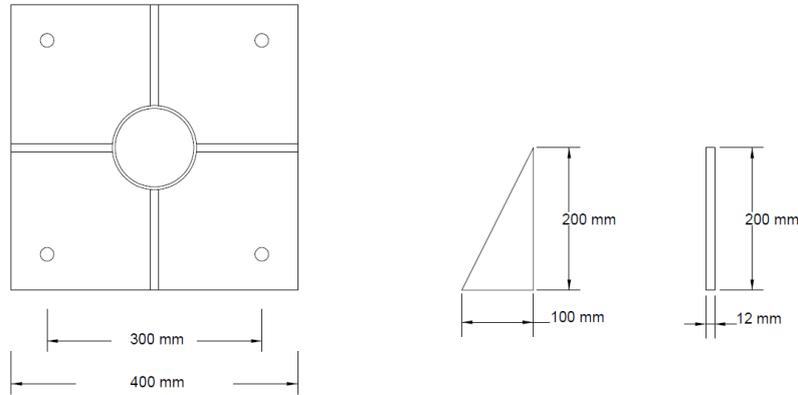


Fig. Detalle de base de poste y refuerzos.

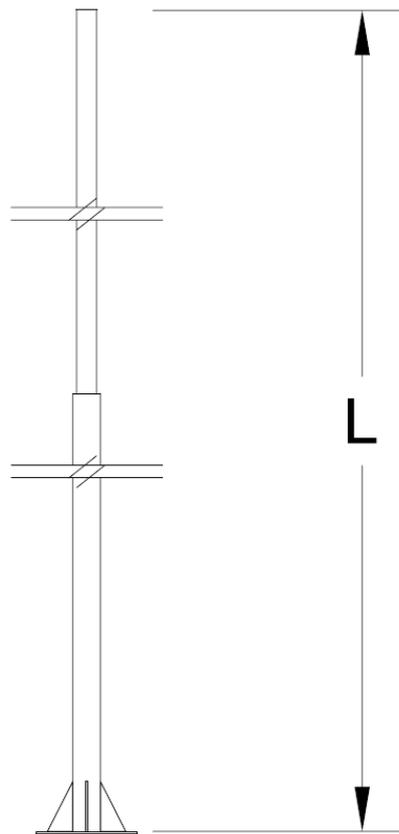
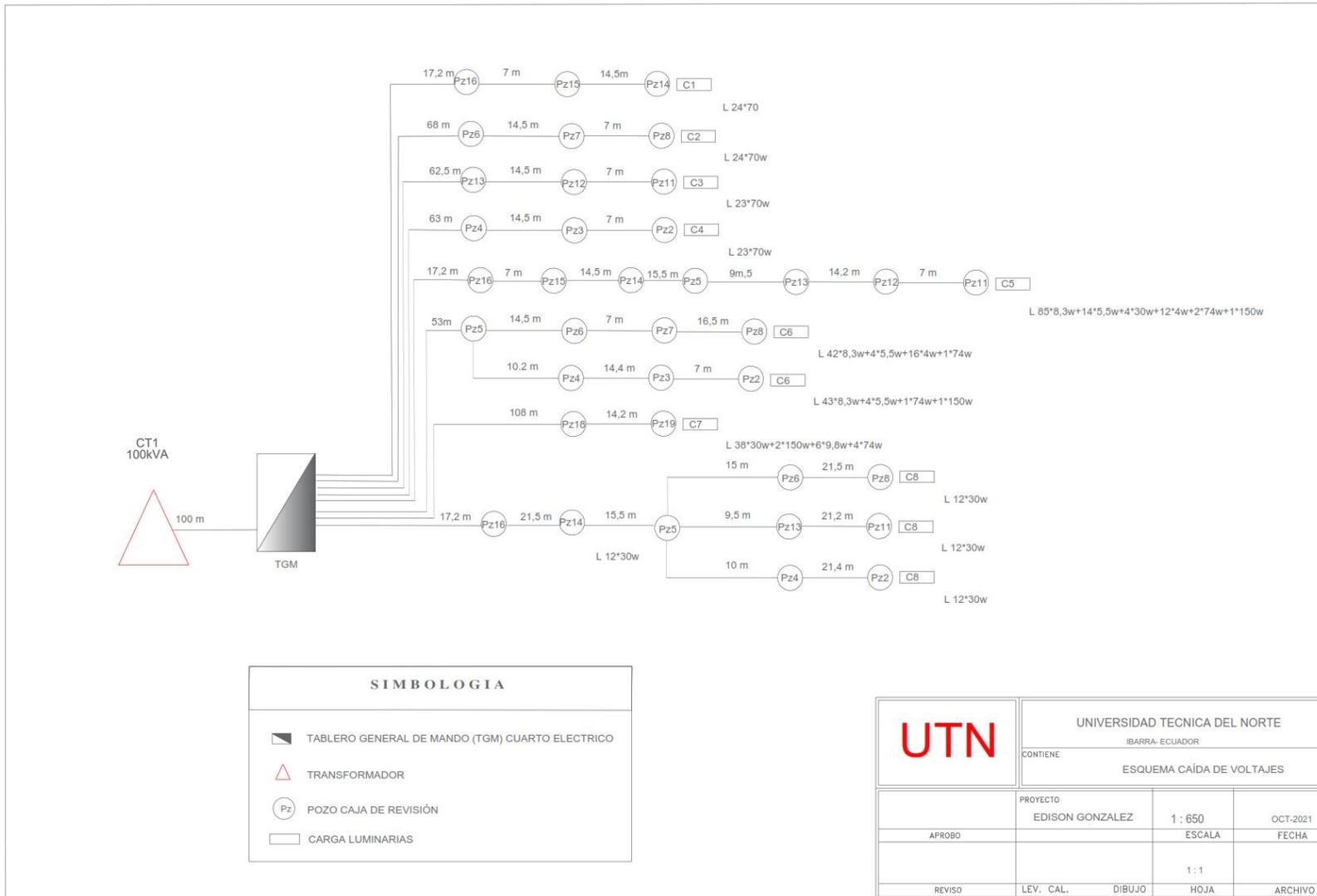


Fig. Detalle de poste 4m

## Anexo G: Cálculos de Caídas de Voltajes - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia

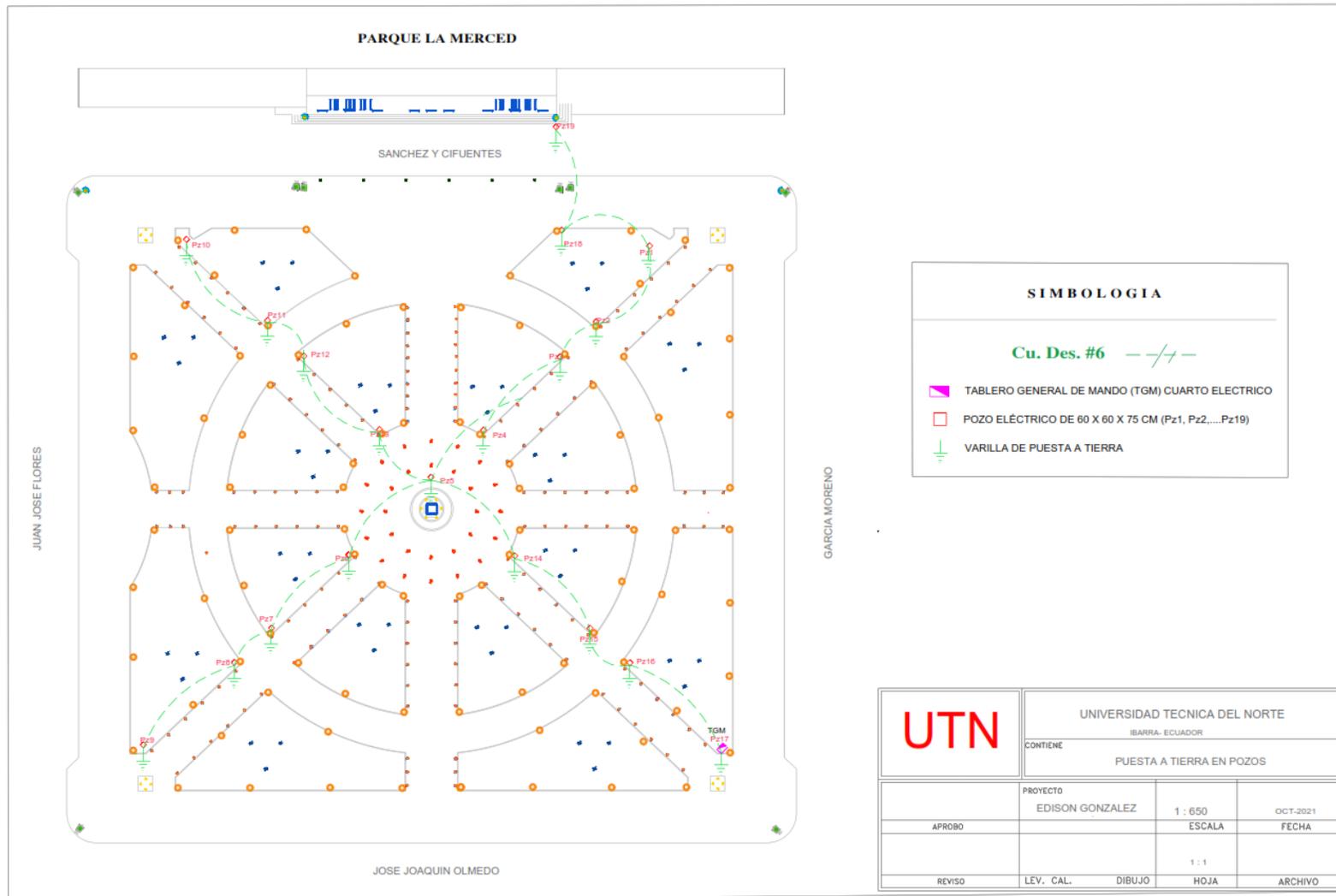


**ANEXO : COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS RED SUBTERRANEA**

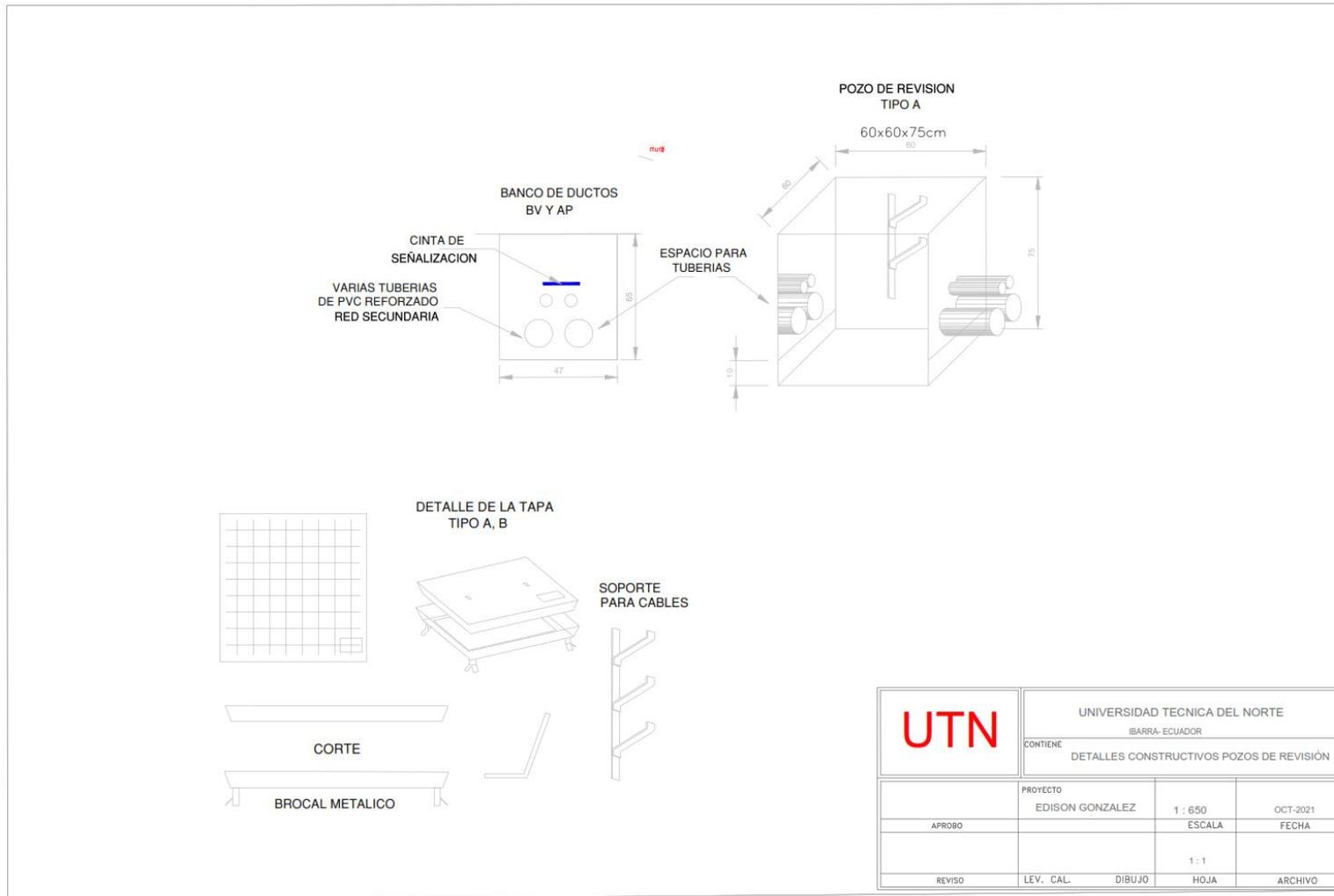
NOMBRE DEL PROYECTO:		Alumbrado ornamental parque "La Merced"		Fecha:	15 de octubre de 2021			HOJA: 1	DE 1	
TIPO DE INSTALACIÓN:		Subterránea	VOLTAJE:		127/220	LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:		3,50%		
CONDUCTOR:		Cobre	No. FASES:		3	Tipo de Red:		Trifásico		
DATOS		Carga/usuario	Luminarias	CIRCUITO		CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO				Nro.	FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	CONSUM.	kVA/tramo					kVA/tramo	Conf. de red	AWG
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CT1-TGM	100,00	1	0,00	12,85	Trifásico	2	775	1285,053	1,66	1,66
TGM-Pz16 (C1)	17,20	1	0,00	1,77	Trifásico	8	210	30,417	0,14	1,80
Pz16-Pz15 (C1)	7,00	1	0,00	0,74	Trifásico	8	210	5,158	0,02	1,83
Pz15-Pz14 (C1)	14,50	1	0,00	0,29	Trifásico	8	210	4,274	0,02	1,85
TGM-Pz6 (C2)	68,00	1	0,00	1,77	Trifásico	8	210	120,253	0,57	2,23
Pz6-Pz7 (C2)	14,50	1	0,00	1,47	Trifásico	8	210	21,368	0,10	2,33
Pz7-Pz8 (C2)	7,00	1	0,00	1,03	Trifásico	8	210	7,221	0,03	2,37
TGM-Pz13 (C3)	62,50	1	0,00	1,69	Trifásico	8	210	105,921	0,50	2,16
Pz12-Pz11 (C3)	14,50	1	0,00	1,40	Trifásico	8	210	20,300	0,10	2,26
Pz14-Pz15 (C3)	7,00	1	0,00	0,66	Trifásico	8	210	4,642	0,02	2,28
TGM-Pz4 (C4)	63,00	1	0,00	1,69	Trifásico	8	210	106,768	0,51	2,17
Pz4-Pz3 (C4)	14,50	1	0,00	1,40	Trifásico	8	210	20,300	0,10	2,26
Pz3-Pz2 (C4)	7,00	1	0,00	0,96	Trifásico	8	210	6,705	0,03	2,30
TGM-Pz16 (C5)	17,20	1	0,00	1,31	Trifásico	8	210	22,604	0,11	1,77
Pz16-Pz15 (C5)	7,00	1	0,00	1,21	Trifásico	8	210	8,462	0,04	1,81
Pz15-Pz14 (C5)	14,50	1	0,00	1,00	Trifásico	8	210	14,495	0,07	1,88
Pz14-Pz5 (C5)	15,50	1	0,00	1,00	Trifásico	8	210	15,495	0,07	1,95
Pz5-Pz13 (C-5)	9,50	1	0,00	0,74	Trifásico	8	210	7,029	0,03	1,98
Pz13-Pz12 (C-5)	14,20	1	0,00	0,48	Trifásico	8	210	6,776	0,03	2,01
Pz12-Pz11 (C5)	7,00	1	0,00	0,37	Trifásico	8	210	2,606	0,01	2,03
TGM-Pz5 (C6)	53,00	1	0,00	1,20	Trifásico	8	210	63,862	0,30	1,96
Pz5-Pz6 (C6)	15,00	1	0,00	0,53	Trifásico	8	210	8,021	0,04	2,00
Pz6-Pz7 (C6)	14,50	1	0,00	0,27	Trifásico	8	210	3,953	0,02	2,02
Pz7-Pz8 (C6)	7,00	1	0,00	0,17	Trifásico	8	210	1,175	0,01	2,02
PZ5-Pz4 (C6)	10,20	1	0,00	0,63	Trifásico	8	210	6,473	0,03	2,06

Pz4-Pz3 (C6)	14,40	1	0,00	0,30	Trifásico	8	210	4,268	0,02	2,13
Pz3-Pz2 (C6)	7,00	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	1,341	0,01	2,14
TGM-Pz18 (C7)	108,00	1	0,00	1,89	Trifásico	8	210	204,040	0,97	2,68
Pz18-Pz19 (C7)	14,20	1	0,00	1,52	Trifásico	8	210	21,524	0,10	2,79
TGM-Pz16 (C8)	17,20	1	0,00	1,52	Trifásico	8	210	26,072	0,12	1,84
Pz16-Pz14 (C8)	21,50	1	0,00	1,14	Trifásico	8	210	24,442	0,12	1,95
Pz14-Pz5 (C8)	15,50	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	5,874	0,03	1,98
Pz5-Pz6 (C8)	15,00	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	5,684	0,03	2,01
Pz6-Pz8 (C8)	21,50	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	4,074	0,02	2,03
Pz5-Pz13 (C8)	9,50	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	3,600	0,02	2,04
Pz13-Pz11 (C8)	21,20	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	4,017	0,02	2,06
Pz5-Pz4 (C8)	10,00	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	3,789	0,02	2,08
Pz4-Pz2 (C8)	21,40	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	4,055	0,02	2,10
<b>MAX: 2,79</b>										

## Anexo H: Puesta a tierra en pozos - Parque "La Merced" y su respectiva Iglesia



**Anexo I:** Detalles constructivos pozos de revisión - Parques "La Merced" y "Pedro Moncayo" con sus respectivas Iglesias



## Anexo K: Determinación de la demanda de diseño - Parque "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva iglesia

CÁLCULO DE LA DEMANDA DE DISEÑO:										
NOMBRE DEL PROYECTO: <b>PEDRO MONCAYO</b>										
No. DEL PROYECTO: 1										
USUARIO: PEDRO MONCAYO										
LOCALIZACIÓN: <b>IBARRA - CENTRO</b>										
Circuitos	Descripción	Subcircuitos	Luminarias - tipo	W	cantidad	instaladas	P (W)	Fp	KVA	Pn (W)
C1	Iluminación de pasillos principales y secundarios	circuito 1	LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm	18	90	23	414	0,92	0,5	414
C2		circuito 2	LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm	18	90	25	450	0,92	0,5	450
C3		circuito 3	LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm	18	90	22	396	0,92	0,4	396
C4		circuito 4	LUG AVENIDA LENS LED Modern hat 18W 2300lm	18	90	20	360	0,92	0,4	360
C5	Iluminación de pasillos secundarios y luminarias de piso	circuito 5 - 1	Linea_Light Pilos 2   LLG	8,3	401	96	796,8	0,92	0,9	3104,2
		circuito 5 - 2	Linea_Light Pilos 2   LLG	8,3	401	91	755,3	0,92	0,8	
		circuito 5 - 3	Linea_Light Pilos 2   LLG	8,3	401	91	755,3	0,92	0,8	
		circuito 5 - 4	Linea_Light Pilos 2   LLG	8,3	401	96	796,8	0,92	0,9	
C6	Iluminación de pasillos - junto a calles	circuito 6 - 1	PARK FLOWER MIDI 4.LED	125	30	7	875	0,92	1,0	3750
		circuito 6 - 2	PARK FLOWER MIDI 4.LED	125	30	7	875	0,92	1,0	
		circuito 6 - 3	PARK FLOWER MIDI 4.LED	125	30	8	1000	0,92	1,1	
		circuito 6 - 4	PARK FLOWER MIDI 4.LED	125	30	8	1000	0,92	1,1	
C7	Iluminación de fachada iglesia, monumentos central	circuito 7 - 1	Oh!_FL65   LLG	20	3	3	60	0,92	0,1	1997,1
			LED Underground Light	5,5	14	14	77	0,92	0,1	
		circuito 7 - 2	STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	6	180	0,92	0,2	
			MEGARA 150 FULL	4	30	30	120	0,92	0,1	
			DOC220 [EE] IP66.LED	28	2	2	56	0,92	0,1	
			LED Floodlight-E II	150	2	2	300	0,92	0,3	
		circuito 7 - 3	TRACCIA TRIMLESS 500 ELL 13x36"	20	4	4	80	0,92	0,1	
			STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	30	900	0,92	1,0	
			Linea_Light Pilos 2   LLG	8,3	27	27	224,1	0,92	0,2	
			STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	12	360	0,92	0,4	
C8	Iluminación de arboles y jardineras	circuito 8 - 1	STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	12	360	0,92	0,4	1440
		circuito 8 - 2	STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	12	360	0,92	0,4	
		circuito 8 - 3	STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	12	360	0,92	0,4	
		circuito 8 - 4	STRIP SQUARE+ INGROUND	30	84	12	360	0,92	0,4	
									12,9	
									<b>P TOTAL</b>	<b>11911,3</b>

REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUn (Factor de frecuencia de uso de la carga individual)	CIR (Carga instalada por consumidor representativo)	FSn (Factor de simultaneidad para la carga individual)	DMU (Demanda máxima unitaria)
	DESCRIPCIÓN	Cant	Pn (W)	Pt (W)				
1	2	4	3	5	6	7	8	9
<b>CARGA ALUMBRADO ORNAMENTAL</b>								
1	Carga alumbrado ornamental	1	11911,3	11911,3	100%	11911,3	100%	11911,3
SUBTOTAL				<b>11911,30</b>		<b>11911,3</b>		<b>11911,3</b>

FMD (Factor de demanda):	1,00
--------------------------	------

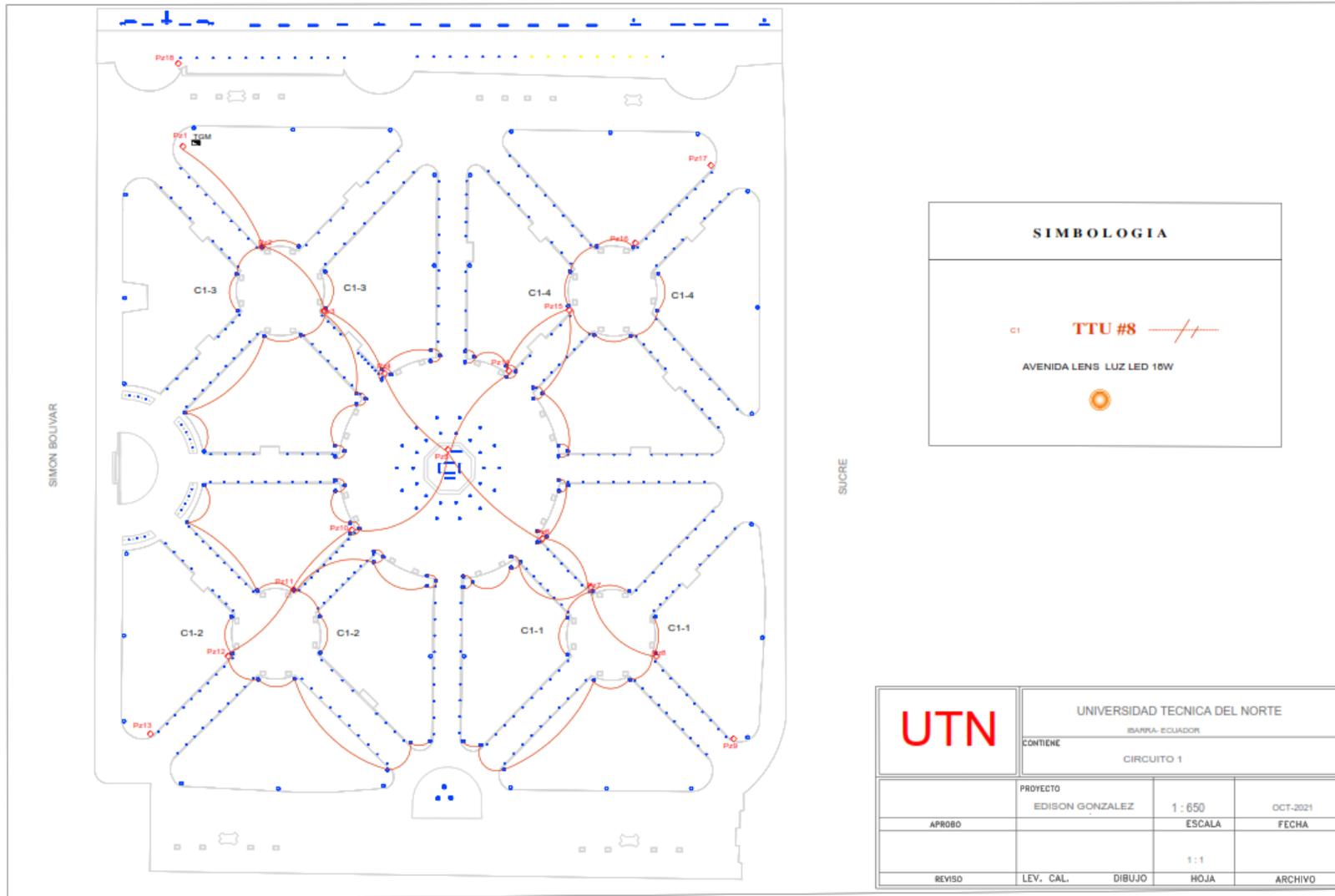
FP (Factor de potencia)(carga):	0,95
DMU(kVA):	12,538
N:	1
FD:	1
DDe(kVA):	12,54

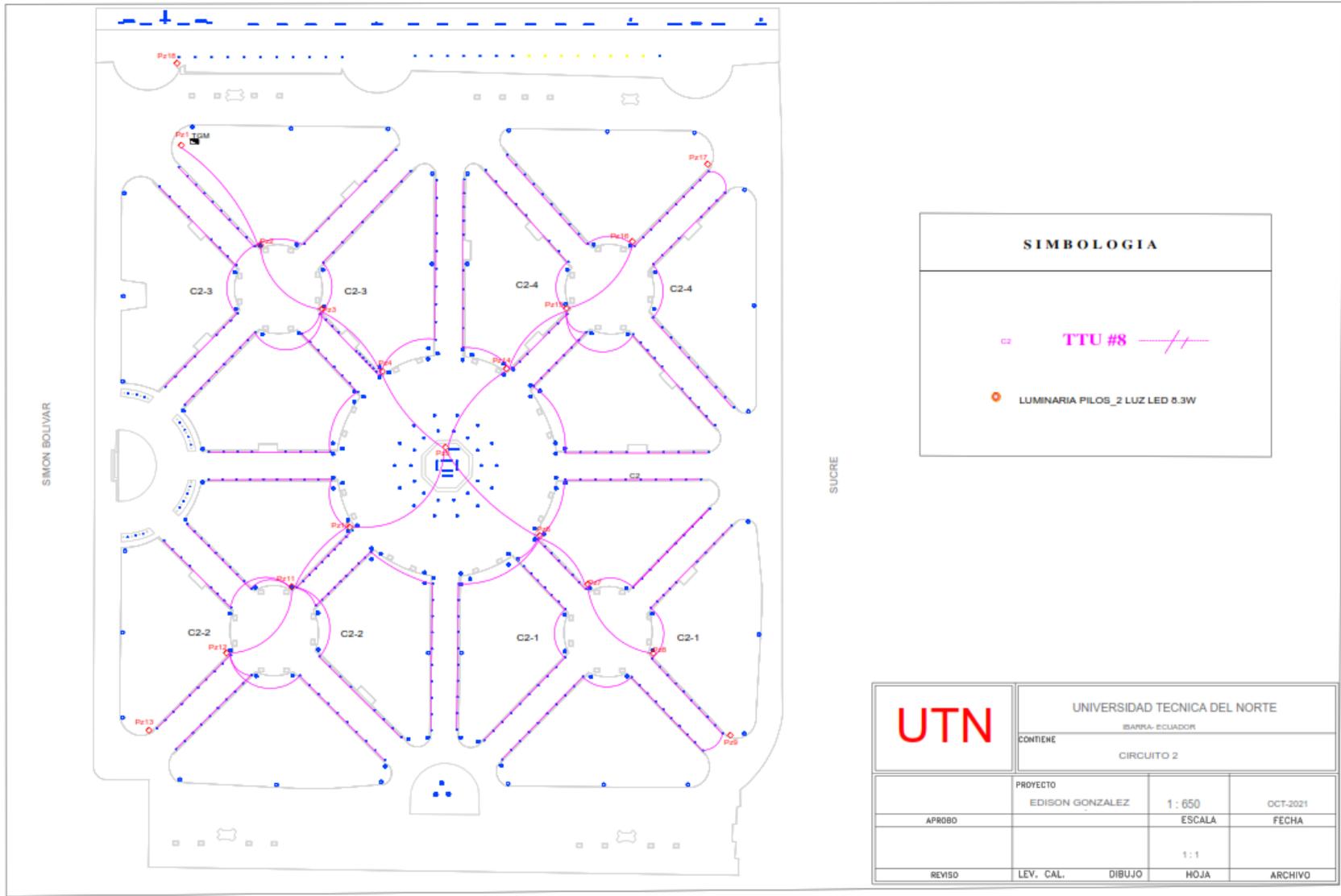
$$DMU (kVA) = \frac{DMU(W)}{1000}$$

<b>TRANSFORMADOR REQUERIDO:</b>	<b>15 [kva]</b>
---------------------------------	-----------------

Donde DD, es la Demanda de Diseño, DMU es la Demanda Máxima Unitaria del usuario comercial o industrial representativo, N es el número de abonados comerciales o industriales que inciden sobre el punto considerado de la red y FD, el factor de Diversidad que es dependiente de N

**Anexo L:** Diagrama de circuitos - Parque "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva Iglesia





**SIMBOLOGIA**

□ TTU #8

○ LUMINARIA PILOS\_2 LUZ LED 8.3W

**UTN**

UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

IMBARA - ECUADOR

CONTIENE

CIRCUITO 2

PROYECTO

EDISON GONZALEZ

1 : 650

OCT-2021

APROBO

ESCALA

FECHA

1 : 1

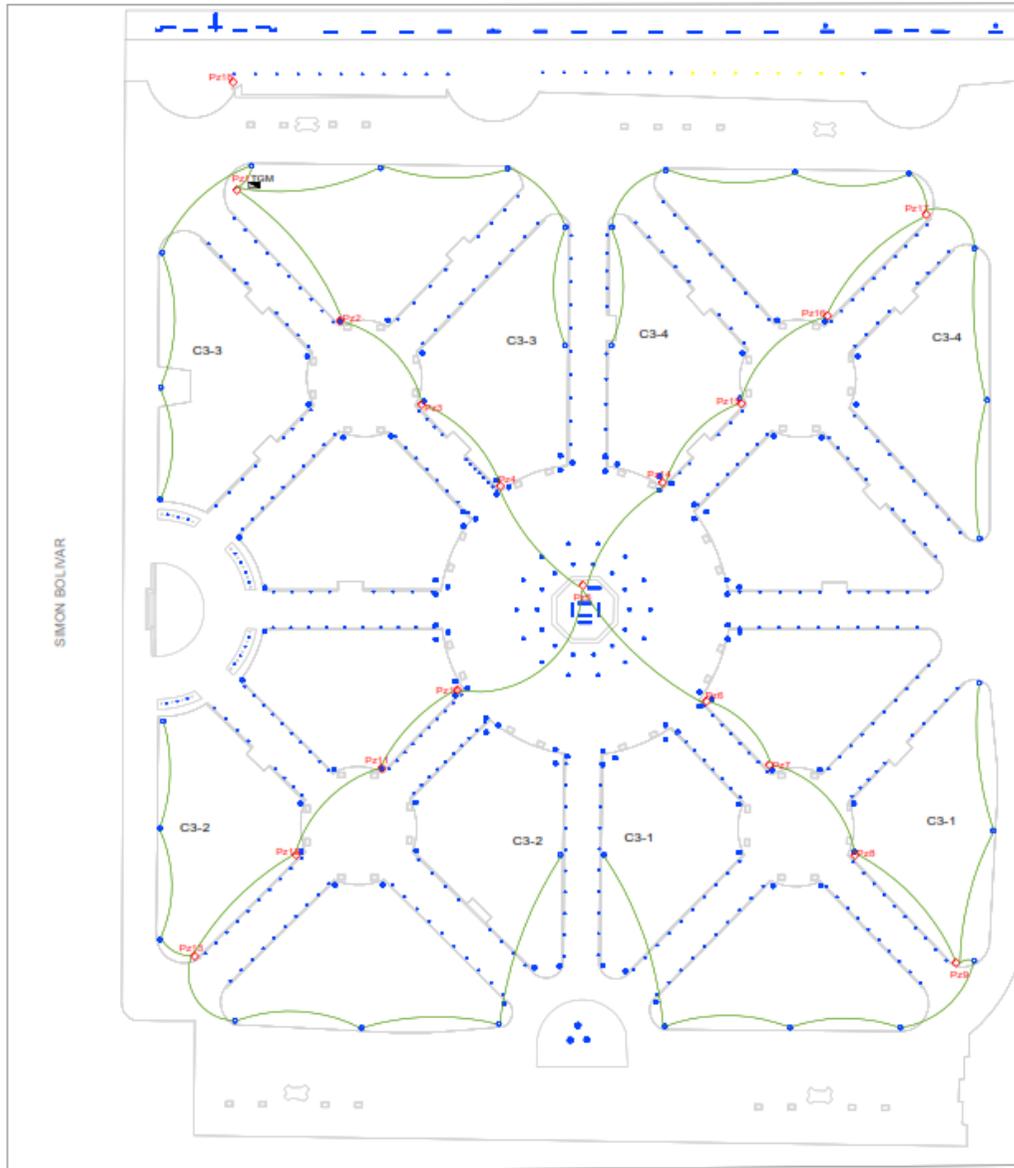
REVISO

LEV. CAL.

DIBUJO

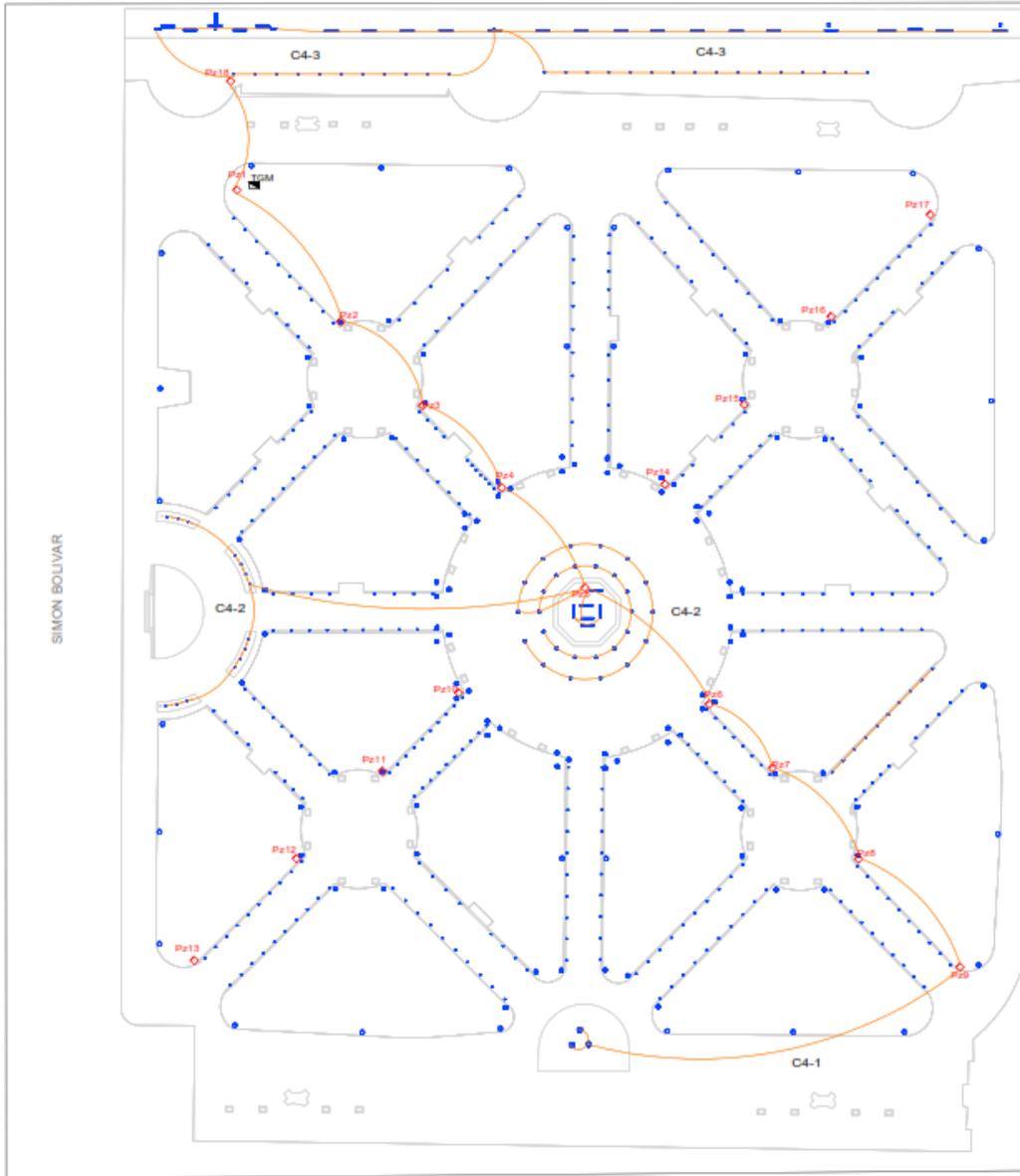
HOJA

ARCHIVO



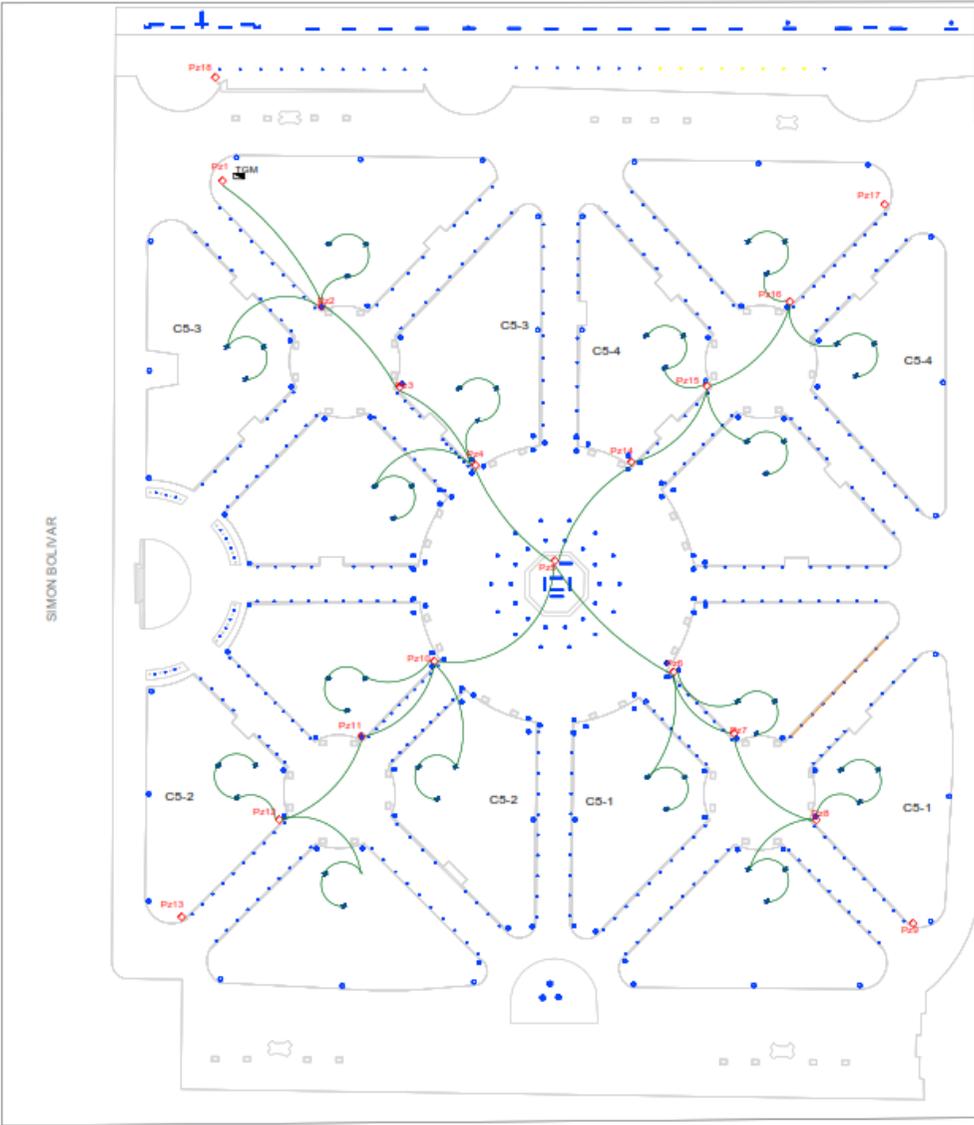
SIMBOLOGIA	
	TTU #8
	PARK FLOWER MIDI LUZ LED 125W

<b>UTN</b>	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		
	IBARRA- ECUADOR		
CONTIENE			
CIRCUITO 3			
	PROYECTO		
	EDISON GONZALEZ	1 : 650	OCT-2021
APROBO		ESCALA	FECHA
		1 : 1	
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA
			ARCHIVO



SIMBOLOGIA	
C4	TTU #8
Megara 150 full LUZ LED 4w Ohj F165 LGG LUZ LED 20w Doc 220 IP66 LUZ LED 28w LED Floodlight reflector led 150w Traccla Trimless 500 LUZ LED 20w Linea light Pilos 2 LGG LUZ LED 5,3w Led underground light strip LUZ LED 5,5w Strip square+ Inground LUZ LED 30w	

<b>UTN</b>	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		
	IBARRA- ECUADOR		
CONTIENE			
CIRCUITO 4			
PROYECTO	EDISON GONZALEZ	1 : 650	OCT-2021
APROBO		ESCALA	FECHA
		1 : 1	
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA
			ARCHIVO



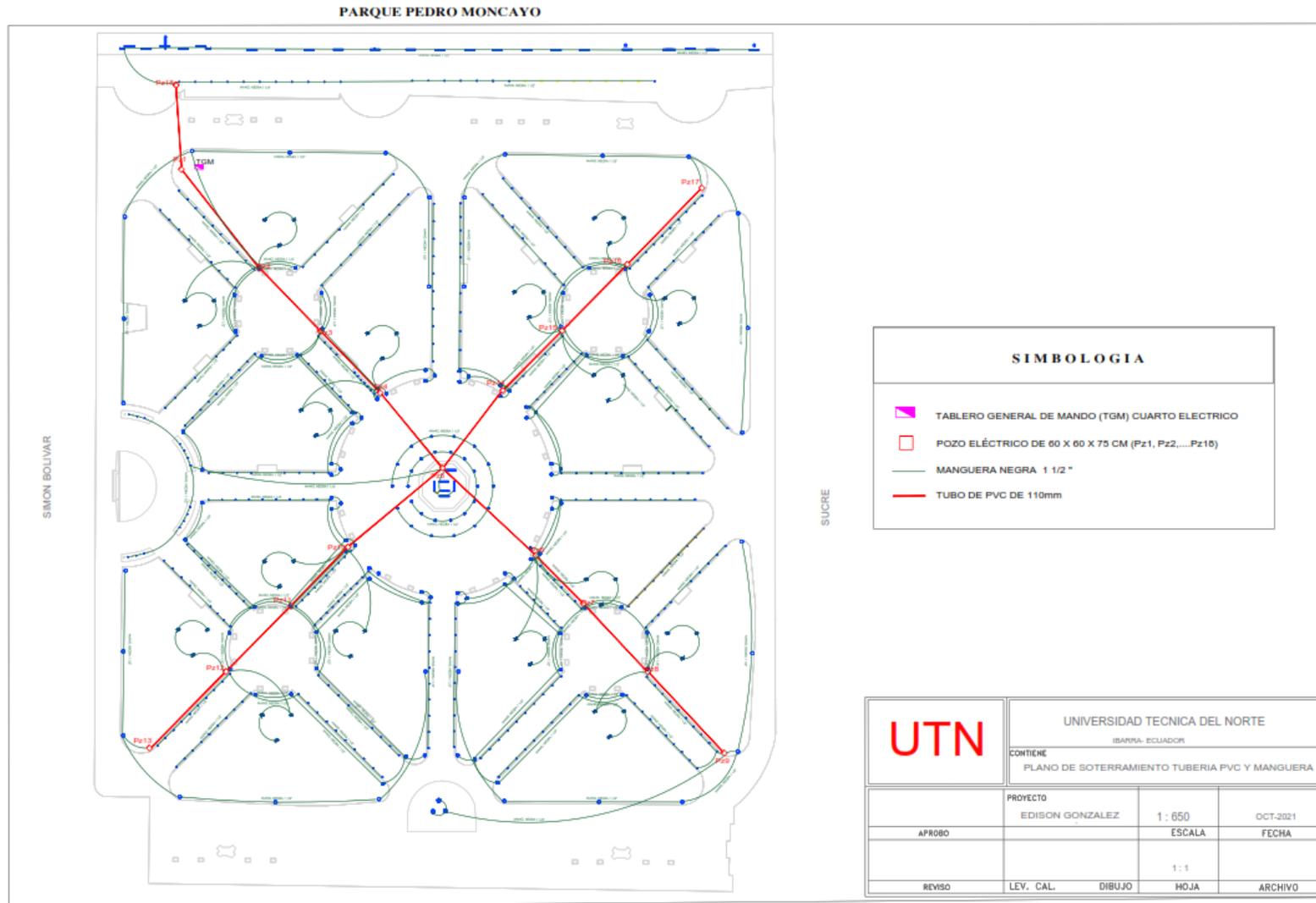
**SIMBOLOGIA**

C5 **TTU #8**

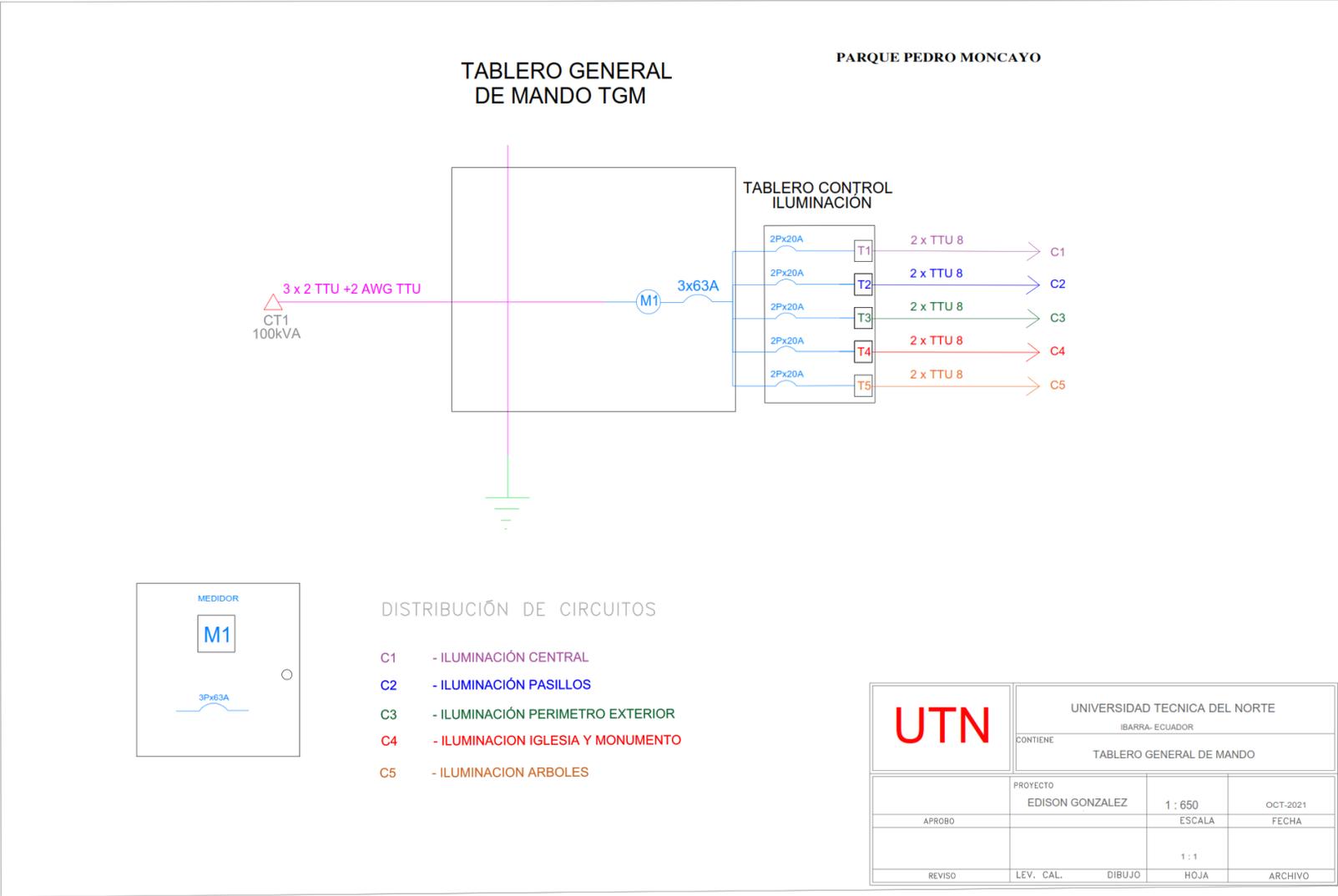
LUMINARIA STRIP SQUARE LUZ LED 30W

<b>UTN</b>	UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE		
	BARRA - ECUADOR		
CONTIENE			
CIRCUITO 5			
	PROYECTO		
	EDISON GONZALEZ	1 : 650	OCT-2021
APROBO		ESCALA	FECHA
		1:1	
REVISO	LEV. CAL.	DIBUJO	HOJA ARCHIVO

## Anexo M: Plano de soterramiento - Parque "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva Iglesia



**Anexo N:** Diagrama de tablero general de mando - "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva Iglesia



**Anexo O:** Detalle de postes para luminarias - Parque "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva Iglesia

- **DETALLES DE POSTE DE HIERRO GALVANIZADO 6m DE ALTURA**

Los postes metálicos galvanizado de 6m de altura, espesor de lámina 4mm, con placa base de 12mm de espesor y 400mm de lado distancia de huecos en la base de 300mm y diámetro de 15mm. Requiere de un dado de hormigón de 0.50x0.50x0.50 m para su anclaje.

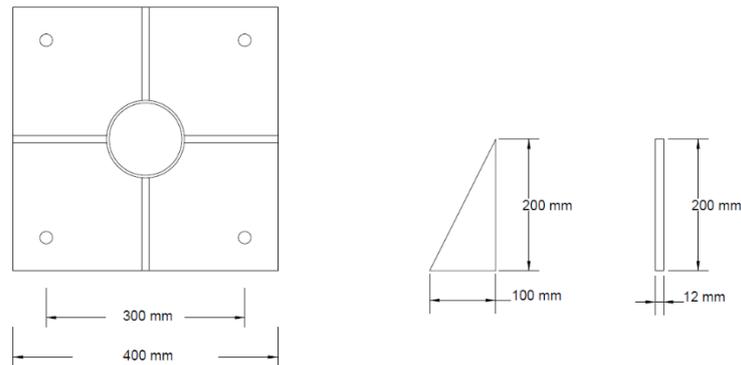


Fig. Detalle de base de poste y refuerzos.

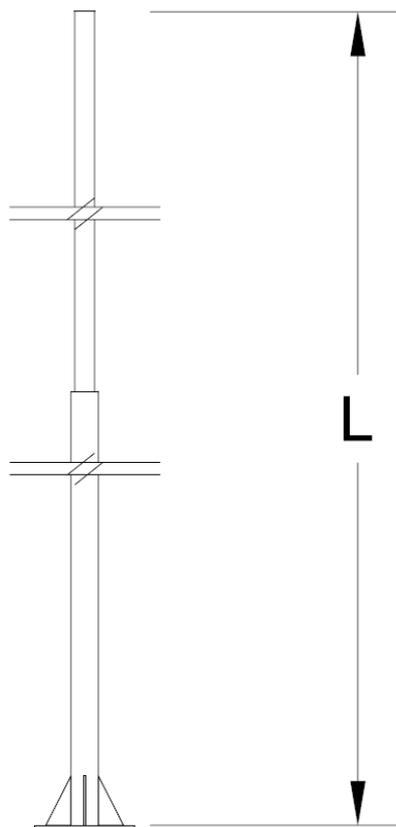


Fig. Detalle de poste 6m

- **DETALLES DE POSTE DE HIERRO GALVANIZADO 3m DE ALTURA**

Los postes metálicos galvanizado de 3m de altura, espesor de lámina 4mm, con placa base de 12mm de espesor y 400mm de lado distancia de huecos en la base de 300mm y diámetro de 15mm. Requiere de un dado de hormigón de 0.50x0.50x0.50 m para su anclaje.

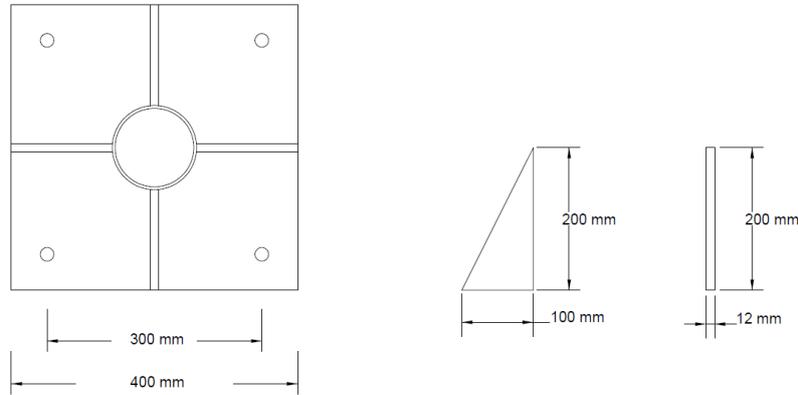


Fig. Detalle de base de poste y refuerzos.

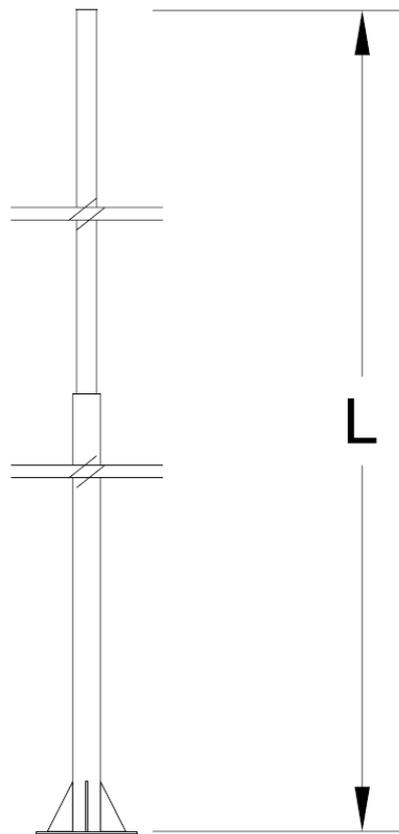
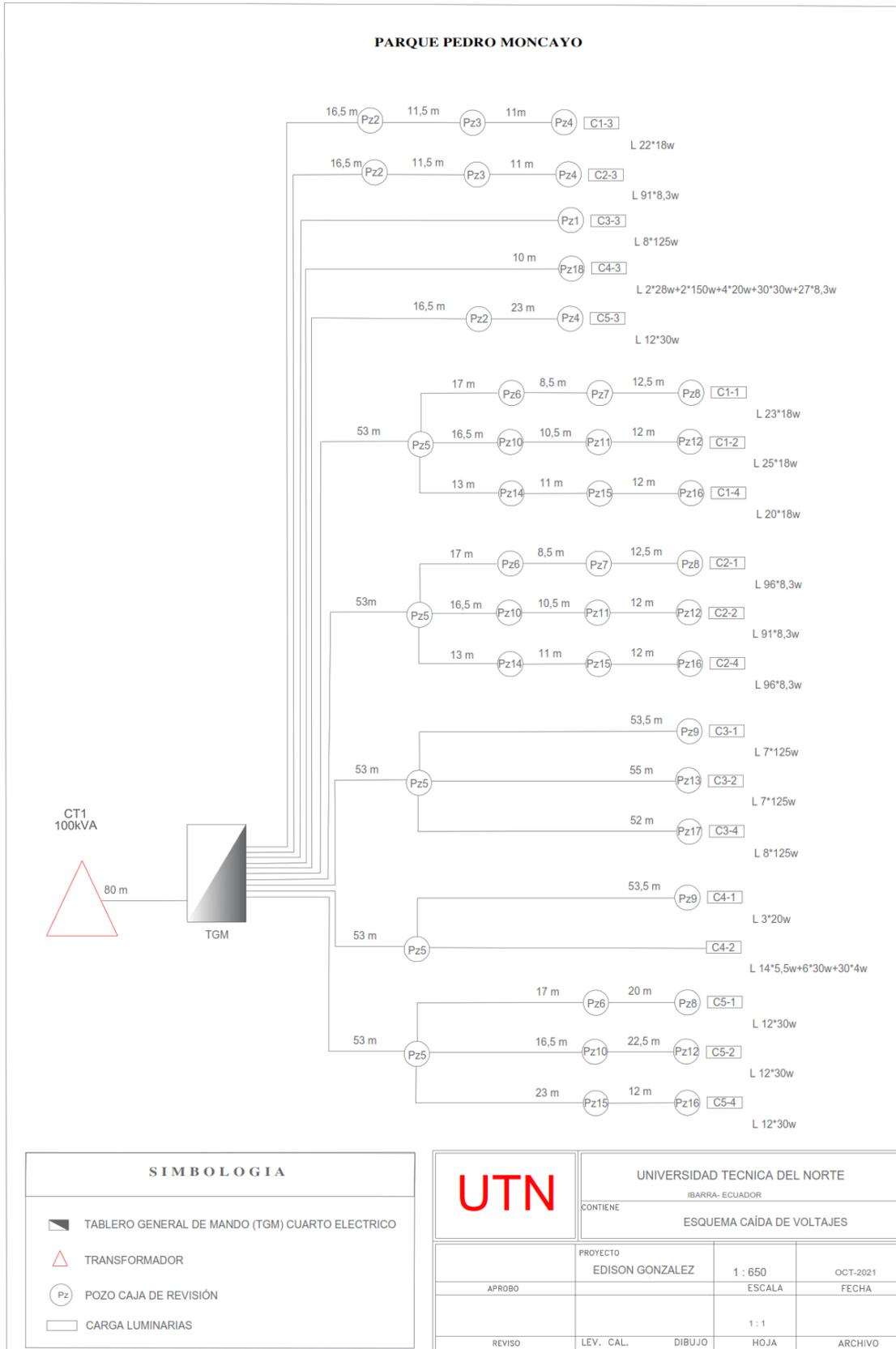


Fig. Detalle de poste 3m

## Anexo P: Cálculos de Caídas de Voltajes - Parque "Pedro Moncayo Esparza" y su respectiva Iglesia



**ANEXO : COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE CIRCUITOS SECUNDARIOS RED SUBTERRANEA**

NOMBRE DEL PROYECTO:	Alumbrado ornamental parque "Pedro Moncayo"		Fecha:	15 de octubre de 2021			HOJA: 1	DE 1		
	Tipo de Usuario:	Comercial	Estrato:	No Aplica	CENTRO DE TRANSFORMACION		CT1- 100kVA			
TIPO DE INSTALACIÓN:	Subterránea	VOLTAJE:	127/220	LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:	3,50%					
CONDUCTOR:	Cobre	No. FASES:	3	Tipo de Red:	Trifásico					
DATOS			Carga/usuario	Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO		Nro.			FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	CONSUM.	kVA/tramo	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
CT1-TGM	80,00	1	0,00	12,54	Trifásico	2	775	1003,057	1,29	1,29
TGM-Pz5 (C1-1)	53,00	1	0,00	1,29	Trifásico	8	210	68,286	0,33	1,62
Pz5-Pz6 (C1-1)	17,00	1	0,00	0,44	Trifásico	8	210	7,408	0,04	1,65
Pz6-Pz7 (C1-1)	8,50	1	0,00	0,21	Trifásico	8	210	1,772	0,01	1,66
Pz7-Pz8 (C1-1)	12,50	1	0,00	0,13	Trifásico	8	210	1,658	0,01	1,67
Pz5-Pz10 (C1-2)	16,50	1	0,00	0,47	Trifásico	8	210	7,816	0,04	1,66
Pz10-Pz11 (C1-2)	10,50	1	0,00	0,25	Trifásico	8	210	2,586	0,01	1,67
Pz11-Pz12 (C1-2)	12,00	1	0,00	0,13	Trifásico	8	210	1,592	0,01	1,68
Pz1-Pz2 (C1-3)	16,50	1	0,00	0,42	Trifásico	8	210	6,878	0,03	1,33
Pz2-Pz3 (C1-3)	11,50	1	0,00	0,34	Trifásico	8	210	3,922	0,02	1,35
Pz3-Pz4 (C1-3)	11,00	1	0,00	0,23	Trifásico	8	210	2,501	0,01	1,36
Pz5-Pz14 (C1-4)	13,00	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	4,926	0,02	1,64
Pz14-Pz15 (C1-4)	11,00	1	0,00	0,15	Trifásico	8	210	1,667	0,01	1,65
Pz15-Pz16 (C1-4)	12,00	1	0,00	0,08	Trifásico	8	210	0,909	0,00	1,66
TGM-Pz5 (C2-1)	53,00	1	0,00	2,47	Trifásico	8	210	131,044	0,62	1,92
Pz5-Pz6 (C2-1)	17,00	1	0,00	0,84	Trifásico	8	210	14,259	0,07	1,99
Pz6-Pz7 (C2-1)	8,50	1	0,00	0,49	Trifásico	8	210	4,159	0,02	2,01
Pz7-Pz8 (C2-1)	12,50	1	0,00	0,35	Trifásico	8	210	4,368	0,02	2,03
Pz5-Pz10 (C2-2)	16,50	1	0,00	0,80	Trifásico	8	210	13,118	0,06	1,98
Pz10-Pz11 (C2-2)	10,50	1	0,00	0,22	Trifásico	8	210	2,293	0,01	1,99
Pz11-Pz12 (C2-2)	12,00	1	0,00	0,26	Trifásico	8	210	3,145	0,01	2,01
Pz1-Pz2 (C2-3)	16,50	1	0,00	0,80	Trifásico	8	210	13,118	0,06	1,36
Pz2-Pz3 (C2-3)	11,50	1	0,00	0,51	Trifásico	8	210	5,827	0,03	1,38
Pz3-Pz4 (C2-3)	11,00	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	2,114	0,01	1,39
Pz5-Pz14 (C2-4)	13,00	1	0,00	0,84	Trifásico	8	210	10,904	0,05	1,97

Pz14-Pz15 (C2-4)	11,00	1	0,00	0,65	Trifásico	8	210	7,112	0,03	2,00
Pz15-Pz16 (C2-4)	12,00	1	0,00	0,33	Trifásico	8	210	3,984	0,02	2,02
TGM-Pz5 (C3-1)	53,00	1	0,00	2,89	Trifásico	8	210	153,421	0,73	2,02
Pz5-Pz9 (C3-1)	53,50	1	0,00	0,92	Trifásico	8	210	49,276	0,23	2,26
Pz5-Pz13 (C3-2)	55,00	1	0,00	0,92	Trifásico	8	210	50,658	0,24	2,27
Pz1-Pz2 (C3-3)	16,50	1	0,00	1,05	Trifásico	8	210	17,368	0,08	1,38
Pz5-Pz17 (C3-4)	52,00	1	0,00	1,05	Trifásico	8	210	54,737	0,26	2,29
TGM-Pz5 (C4-1)	53,00	1	0,00	0,06	Trifásico	8	210	3,347	0,02	1,31
Pz5-Pz9 (C4-1)	53,50	1	0,00	0,06	Trifásico	8	210	3,379	0,02	1,33
Pz1-Pz5 (C4-2)	53,00	1	0,00	0,40	Trifásico	8	210	21,033	0,10	1,41
Pz1-Pz18 (C4-3)	10,00	1	0,00	1,64	Trifásico	8	210	16,422	0,08	1,37
TGM-Pz5 (C5-1)	53,00	1	0,00	1,14	Trifásico	8	210	60,253	0,29	1,58
Pz5-Pz6 (C5-1)	17,00	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	6,442	0,03	1,61
Pz6-Pz8 (C5-1)	20,00	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	3,789	0,02	1,63
Pz5-Pz10 (C5-2)	16,50	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	6,253	0,03	1,61
Pz10-Pz12 (C5-2)	22,50	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	4,263	0,02	1,63
Pz1-Pz2 (C5-3)	16,50	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	6,253	0,03	1,32
Pz2-Pz4 (C5-3)	23,00	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	4,358	0,02	1,34
Pz5-Pz15 (C5-4)	23,00	1	0,00	0,38	Trifásico	8	210	8,716	0,04	1,62
Pz15-Pz16 (C5-4)	12,00	1	0,00	0,19	Trifásico	8	210	2,274	0,01	1,63

**MAX: 2,29**

## Anexo Q: Puesta a tierra en pozos parque "Pedro Moncayo Esparza"

