



Diseño y construcción del circuito de alumbrado público con tecnología LED para el urbanismo del proyecto Residencial Reserva San David en la ciudad de Bogotá Localidad de Usme para la empresa INVERSIONES G&R SAS.

JOSE GIOVANNY BUITRAGO VEGA

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Bogotá D.C., Colombia
2020

Diseño y construcción del circuito de alumbrado público con tecnología LED para el urbanismo del proyecto Residencial Reserva San David en la ciudad de Bogotá Localidad de Usme para la empresa INVERSIONES G&R SAS.

JOSE GIOVANNY BUITRAGO VEGA

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Electromecánico

Director (a):

Ingeniero John Ríos

Línea de Investigación:

Instalaciones Eléctricas para Baja Tensión y Alumbrado Publico

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Bogotá D.C., Colombia

2020

(Dedicatoria o lema)

A mi hijo Juan Jose

“Un optimista ve una oportunidad en toda calamidad, un pesimista ve una calamidad en toda oportunidad.”

Winston Churchill

Agradecimientos

El autor muestra su agradecimiento al Ingeniero Jhon Alexander Molina Director del proyectos de INVERSIONES G&R SAS que realizo el aval y autorización para realzar los trabajos dentro de la obra, al ingeniero Fredy Suspes Ingeniero Residente de Obras a cargo de la obra en el urbanismo del proyecto Residencial Reserva SAN DAVID, al ingeniero Néstor German Martines coordinador de las obras eléctricas e instalación de la infraestructura subterránea, a Ariel encargado de la supervisión y seguimiento de la programación y cumplimiento de las actividades técnicas, a Deysi Malagón gestora de seguridad encargada de que todas las actividades dentro de la obra se realizaran cumpliendo los protocolos de seguridad y cumplimiento de los protocolos COVID- 19 dentro de la obra, al Ingeniero Carlos David Solano de la Empresa INADISA por su aporte en la información técnica requerida para el diseño del proyecto y al ingeniero Sebastian Benjumea Líder de Diseño iluminación y soporte tecnológico de la Empresa CELSA S.A. por sus aportes y compartir la información técnica necesaria para la realización de los diseño en Dialux.

De igual manera al ingeniero John Ríos director y tutor del presente proyecto gracias a sus valiosos aportes se pudieron cumplir todos los objetivos.

Resumen

El presente trabajo tiene como objeto realizar el diseño fotométrico para la instalación del circuito de alumbrado público en el espacio público que debe construir como cesión al distrito la Constructora APIROS por la construcción del conjunto residencial Reserva San David, El urbanismo estuvo a cargo de la empresa **INVERSIONES G&R SAS.** contratada para la construcción de los senderos peatonales, plazoletas, zonas de juegos, y tres canchas deportivas, entre las cuales están una cancha múltiple, una cancha de microfútbol y un patinódromo de uso recreativo.

Para el desarrollo del trabajo se realizó la identificación del tipo de vías o espacios públicos de acuerdo con lo establecido por el POT (Plan de Ordenamiento Territorial), para realizar la caracterización de cada tipo de zona a iluminar y determinar los niveles de iluminación exigidos por el RETILAP según el uso peatonal o vehicular, al igual para las zonas deportivas se proyectó su iluminación de acuerdo con el nivel de uso que tendrán entre recreativo o de competencia.

Una vez realizada esta caracterización se realizó la elaboración de planos en AutoCAD con acompañamiento del área de obra civiles y topografía para determinar las rutas de las redes eléctricas subterráneas del circuito de alumbrado público de acuerdo con las especificaciones técnicas de Enel Codensa S.A ESP como empresa encargada de la operación y mantenimiento de las redes de alumbrado público de Bogotá. En adición se determinó el punto de conexión eléctrica a las redes existentes en el sector y la capacidad de los transformadores disponibles. Para la elaboración de los diseño fotométricos se utilizó el software Dialux EVO versión 9, el cual es de distribución gratuita y permitió realizar una simulación en 3D del proyecto considerando los archivos fotométricos, suministrados por la empresa CELSA de las luminarias de referencia SEPIA LED y DELTA LED, las cuales se utilizaron en el diseño del proyecto que comprende un total de 81 puntos luminosos de tecnología LED con un consumo de 6.247 wátios de potencia eléctrica para la iluminación de un área total de 6.451 m² . En adición la construcción de

1.281 metros de red subterránea para redes de alumbrado público permite la generación de nuevos espacios de esparcimiento al aire libre para los residentes del proyecto urbanístico Reserva San David y para los residentes de los barrios La esperanza sur y aledaños de la localidad de Usme.

PALABRAS CLAVE: Iluminación led, simulación, RETILAP, Dialux EVO 9.0, diseño fotométrico.

Abstract

The purpose of this work is to carry out the photometric design for the installation of the public lighting circuit in the public space that Constructora APIROS must build as a concession to the district for the construction of the Reserva San David residential complex, The urbanism was in charge of the company INVERSIONES G&R SAS. contracted for the construction of the pedestrian paths, squares, playgrounds, and three sports fields, among which are a multiple court, a microfootball court and a recreational skating rink.

For the development of the work, the identification of the type of roads or public spaces was carried out in accordance with the provisions of the POT (Territorial Ordering Plan), to characterize each type of area to be illuminated and determine the lighting levels required by The RETILAP according to pedestrian or vehicular use, as well as for sports areas, their lighting was projected according to the level of use that they will have between recreational or competition.

Once this characterization had been carried out, plans were made in AutoCAD with monitoring of the civil works area and topography to determine the routes of the underground electrical networks of the public lighting circuit in accordance with the technical specifications of Enel Codensa SA ESP as the company in charge of the operation and maintenance of the public lighting networks of Bogotá. In addition, the electrical connection point to the existing networks in the sector and the capacity of the

available transformers were determined. For the elaboration of the photometric designs, the software Dialux EVO version 9 was used, which is freely distributed and allowed to carry out a 3D simulation of the project considering the photometric files, supplied by the company CELSA, of the SEPIA LED and DELTA reference luminaires. LEDs, which were used in the design of the project that comprises a total of 81 LED technology luminous points with a consumption of 6,247 watts of electrical power to illuminate a total area of 6,451 m². In addition, the construction of 1,281 meters of underground network for public lighting networks allows the generation of new recreational spaces in the open air for the residents of the Reserva San David urban project and for the residents of the La Esperanza South neighborhoods and those surrounding the town. of Usme.

KEYWORDS: Led lighting, simulation, RETILAP, Dialux EVO 9.0, photometric design

Contenido

	PÁG.
1. MARCO TEÓRICO	7
1.1.1 <i>Clasificación de la iluminación según el tipo de vía.....</i>	<i>9</i>
1.1.1.1 <i>Vías vehiculares.....</i>	<i>9</i>
1.1.1.2 <i>Vías para tráfico peatonal y ciclistas</i>	<i>10</i>
1.1.2 <i>Requisitos de iluminación para áreas críticas</i>	<i>12</i>
1.1.3 <i>Localización de luminarias [5].....</i>	<i>13</i>
1.1.4 <i>Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación.....</i>	<i>13</i>
1.1.4.1 <i>Disposición de luminarias de forma unilateral</i>	<i>14</i>
1.1.4.2 <i>Iluminación de escenarios deportivos o recreativos</i>	<i>14</i>
1.1.4.3 <i>Disposición de luminarias en campos deportivos.</i>	<i>15</i>
1.1.5 <i>Guía para la presentación de proyectos de conexión [6].....</i>	<i>16</i>
1.1.5.1 <i>Planos de diseño Serie [6].....</i>	<i>17</i>
1.1.5.2 <i>Simbología y normas técnicas.....</i>	<i>18</i>
1.2 CONSIDERACIONES TÉCNICAS DEL DISEÑO DEL ALUMBRADO PUBLICO	20
1.2.1 <i>Magnitudes Fotométricas [7].....</i>	<i>20</i>
1.2.1.1 <i>Flujo Luminoso.....</i>	<i>20</i>
1.2.1.2 <i>Intensidad luminosa</i>	<i>21</i>
1.2.1.3 <i>Iluminancia.....</i>	<i>21</i>
1.2.1.4 <i>Luminancia.....</i>	<i>21</i>
1.2.1.5 <i>Eficacia luminosa</i>	<i>21</i>
1.3 CÁLCULOS DE ILUMINANCIA PARA ALUMBRADO PUBLICO	22
1.3.1 <i>Cálculo de iluminancia Método del coeficiente de utilización promedio de una vía. 22</i>	<i>22</i>
1.3.2 <i>Cálculo de la uniformidad general de luminancia en alumbrado público [Uo] 23</i>	<i>23</i>
1.4 MEDICIONES FOTOMÉTRICAS DE ALUMBRADO PÚBLICO.....	24
1.4.1 <i>Procedimiento de medición [8].....</i>	<i>24</i>
1.4.2 <i>Malla de medición.....</i>	<i>24</i>
1.4.3 <i>Mediciones que deben aplicarse según el tipo de vía.</i>	<i>26</i>
1.5 NORMAS TÉCNICAS CODENSA S.A. ESP PARA SISTEMA DE ALUMBRADO PÚBLICO [9] 26	26
2. CATEGORIZACIÓN DEL PROYECTO DE ALUMBRADO PÚBLICO ALAMEDA RESERVA SAN DAVID	27

2.1	INVERSIONES G&R SAS	27
2.2	REQUISITOS ADICIONALES Y ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS A UTILIZAR	34
3.	EVALUACIÓN TÉCNICA Y DISEÑO FOTOMÉTRICO EN SOFTWARE DIALUX ..	35
3.1	SIMULACIÓN DE ZONAS DE TRABAJO	36
3.1.1	<i>Parámetros para Simulación en Dialux.....</i>	36
3.1.2	<i>Análisis de los resultados</i>	40
3.1.3	<i>Lista detallada de luminarias para cada zona de trabajo con las especificaciones para su instalación.</i>	44
3.1.4	<i>Resumen de luminarias por potencia con el cálculo del rendimiento lumínico.</i>	46
3.1.5	<i>Resumen de cálculos para cada zona de trabajo</i>	46
3.1.6	<i>Posicionamiento de las luminarias en los escenarios deportivos.....</i>	47
3.2	ELABORACIÓN DE PLANO DE DISEÑO SERIE 6.....	49
3.3	LOCALIZACIÓN GENERAL DE REDES DE M.T, B.T Y A.P EXISTENTES.	49
3.3.1	<i>Localización de redes proyectadas de B.T y A.P.....</i>	52
4.	PLANIFICACIÓN Y CRONOGRAMA DEL PROYECTO	57
4.1	PROCEDIMIENTOS PARA LA DETERMINAR EL PRECIO UNITARIO DE LA MANO DE OBRA.	58
4.2	RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA.	58
4.3	MEDICIONES DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.....	64
5.	MEMORIA DE CÁLCULOS.....	71
5.1	BALANCE DE CARGAS.....	71
5.2	CÁLCULO DE REGULACIÓN Y CAÍDA DE TENSIÓN [16]	73
5.3	CÁLCULO DE CANALIZACIONES	77
5.4	DIAGRAMA UNIFILAR	79
5.5	DIAGRAMA TOPOLÓGICO DE LA RED DEL CIRCUITO DE AP	81
6.	CONCLUSIONES.....	85
6.1	RECOMENDACIONES	88

Lista de figuras

	PÁG.
Figura 1: Disposición Unilateral	14
Figura 2 Relación entre la separación del campo y la altura de los postes	15
Figura 3: Cancha múltiple sencilla	16
Figura 4 Determinación del coeficiente de utilización y Curva de coeficiente de utilización	23
Figura 5: Malla de medición para iluminancia y luminancia	24
Figura 6 Ubicación geográfica del proyecto y logo de la empresa.	28
Figura 7 Logo Proyecto Reserva San David	29
Figura 8: Ubicación del proyecto Reserva San David	29
Figura 9: Avance de obra a corte del 1/09/2020 Alameda y escenarios deportivos	30
Figura 10: Zonas de trabajo de la Alameda	31
Figura 11 Resultados en vista 3D con curvas ISOLUX Zona 1.1	36
Figura 12 Cálculo de interdistancias de postes.....	37
Figura 13 Imagen 3D de la zona de escenarios deportivos	42
Figura 14 Imagen 3D del sendero peatonal V-9	42
Figura 15 Sendero pista de trote	43
Figura 16 Vía Oriental V-7 y senderos peatonales	43
Figura 17 Ubicación de puntos luminosos	47
Figura 18 Ubicación de puntos luminosos pista de patinaje	48
Figura 19 Ubicación de puntos luminosos cancha múltiple.....	48
Figura 20 Localización de redes existentes de M.T, BT y A.P.	52
Figura 21 Conexión de puesta a tierra de AP exclusivo para poste en concreto.....	53
Figura 22 Sección de plano de localización de redes proyectadas del circuito de alumbrado publico	54
Figura 23 sección del plano de diseño SERIE 6	55
Figura 24 Tabla de datos del diseño fotométrico (Calzadas Vehiculares V-7)	55
Figura 25 Formato para el informe de mediciones de Iluminancia para cada zona.....	66
Figura 26 Diagrama de un circuito subterráneo de alumbrado público de vías arterias v0-v1-v2-v3 tensión 380/220 v y 480/277 v	71
Figura 27 Especificaciones de tubería TDP PCV.....	77
Figura 28 Diagrama Unifilar de conexión en BT y MT Norma AP - 172	80
Figura 29. Diagrama topológico de red y distribución de cargas.....	82

Figura 30 Distribución espacial de las luminarias en el proyecto.....	115
Figura 31 Simulación en escala de colores falsos con niveles de iluminancia (lux)	117
Figura 32 Escena de luz del proyecto en 3D	118

Lista de tablas

	PÁG.
Tabla 1 Tipos de vía según su ancho y tráfico para Bogotá D.C.	7
Tabla 2 Categorización de los proyectos de Alumbrado Público [5]	8
Tabla 3 Clases de iluminación para vías vehiculares	9
Tabla 4 Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada	10
Tabla 5 Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas	10
Tabla 6 Clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y de ciclistas	11
Tabla 7: Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal [8]	11
Tabla 8: Requisitos fotométricos para áreas críticas	12
Tabla 9: Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares.	12
Tabla 10: Recomendación para disposición de luminarias.	13
Tabla 11 Niveles de iluminancia horizontal por tipo de juego y nivel de competencia	14
Tabla 12: Clasificación de los proyectos de conexión eléctrica para ENEL CODENSA..	16
Tabla 13: Partes del plano de diseño Serie 6 Proyectos AP [6].	17
Tabla 14: Código de para elaboración de planos	18
Tabla 15: abreviaturas para indicación de infraestructura CODENSA.	18
Tabla 16: Símbolo planos de alumbrado público.	19
Tabla 17: Mediciones por tipo de vías.	26
Tabla 18: Relación de zonas de trabajo proyecto	32
Tabla 19: Clase de iluminación y parámetros fotométricos para el proyecto	32
Tabla 20. Magnitudes del proyecto (puntos luminosos y red subterránea)	33
Tabla 21. Categorización de proyecto por zonas de trabajo.	33
Tabla 22: Flujo luminoso de luminarias tipo LED Marca Celsa.	34
Tabla 23 Valores normalizados para alturas de montaje, y longitud de brazos metálicos	35
Tabla 24 Factores de ensuciamiento de las luminarias	37
Tabla 25 Flujo luminoso existente al cabo de un periodo de utilización	38
Tabla 26 Resultados de las interdistancias y alturas de montaje.	39
Tabla 27 Datos técnicos de las luminarias LED Marca Celsa	39
Tabla 28 características técnicas Luminarias LED CELSA para AP	40
Tabla 29 Análisis de los resultados de iluminancia y uniformidad para la zona de trabajo 1.1	41

Tabla 30 Datos para la instalación de cada luminaria.	44
Tabla 31 Cálculo del rendimiento lumínico.....	46
Tabla 32 Resultado de iluminancia horizontal para cada zona de trabajo	47
Tabla 33 Registro fotográfico de transformadores y redes existentes en el sector	50
Tabla 34 Datos de transformadores existentes en el sector	51
Tabla 35 Sección del transformador (CD) para la conexión del circuito	51
Tabla 36 Tabla comparativa de conductores normalizados para circuitos A.P	53
Tabla 37 Cantidades de Obra	59
Tabla 38 Conformación de cuadrillas	59
Tabla 39 Rendimientos por unidad para cada actividad	60
Tabla 40 Calculo de numero de cuadrilla requerido	60
Tabla 41 Salarios por cargo	61
Tabla 42 Costo neto por tipo de cuadrilla	61
Tabla 43 Resumen general del presupuesto de mano de obra.	62
Tabla 44 Planificación de las actividades	62
Tabla 45 Programación de actividades y responsables.....	63
Tabla 46 Presupuesto general del proyecto	64
Tabla 47 Consolidado de resultados y Calculo de Desviación con respecto a los niveles exigidos por el RETILAP	67
Tabla 48 Distribución de cargas por fases	72
Tabla 49 Inventario de luminarias	72
Tabla 50 Calculo de cargas y corriente para cada circuito	73
Tabla 51. Constantes de regulación para cable de MT Y BT.....	74
Tabla 52. Cálculo de regulación y % de calidad de tensión para los circuitos	76
Tabla 53 Dimensiones de cables Aluminio para BT	78
Tabla 54 Dimensiones del ducto TDP PCV Ø3"	78
Tabla 55 Calculo del porcentaje de ocupación Tuberías Canalización	78
Tabla 56 Consumo de energía Eléctrica	83

Lista de Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Término	Unidad SI
Φ	Flujo luminoso	Lumen (lm)
I	Intensidad Luminosa	candela (cd)
E_{prom}	Iluminancia promedio	Luxes Lx lm/ m ²
E_{min}	Iluminancia mínima	Luxes Lx
E_{max}	Iluminancia máxima	Luxes Lx
L	Luminancia	(cd/m ²)
U_o	Uniformidad general	(E_{min}/E_m)
η	Eficiencia Luminosa	Lumem / watt (Lm/w)
ρ	Reflectancia	ρ

Abreviaturas

SPT	Sistema De Puesta A Tierra
A P	Red de alumbrado público
B T	Red de baja tensión
MT	Red de media tensión
POT	Plan de ordenamiento territorial
Serie 6	Planos Alumbrado Publico
RETIE	Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
kW	Kilovatio
MAUP	Manual Único de Alumbrado Publico
UAESP	Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos
IDRD	Instituto Distrital de Recreación y Deporte

kWh	Kilovatio – hora
KVA	Kilovoltiamperio
VAC	Voltaje de Corriente Alterna
I	Corriente Eléctrica, Unidad Amperios [A]
P	Potencia eléctrica unidad: watio [w]
LED	Diodo Emisor de Luz
NTC	Norma Técnica Colombiana
PAC	Puntos de Acometida a Conectores
URE	Uso Eficiente Y Racional De La Energía
CREG	Comisión de Regulación de Energía y Gas
TDP	Tubo doble pared
PVC	Policloruro de vinilo
AWG	Calibre del conductor para calibres desde el 40 al 1 AWG
THW	Cable con aislamiento termoplástico de PVC, 600 V, 75 °C, en seco y húmedo. THW para 90°C en ambientes secos ó ambientes húmedos.
VSAP	Bombillas de Vapor de Sodio a Alta Presión
CD	Centro de Distribución
PF	Punto físico de infraestructura
XLPE	Aislamiento o chaqueta de polietileno reticulado.
DPEA	Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado
SMLVM	Salarios Mínimo Legal Vigente Mes
LED	Diodo Emisor de Luz

Introducción

La importancia del alumbrado público radica en que ofrece la posibilidad de disfrutar de los espacios públicos como senderos peatonales, parques, alamedas ciclo rutas y conducir nuestro vehículos con seguridad por lo cual el Ministerio de Minas y Energía expidió la Resolución 181331 de agosto 6 de 2009 adoptado como Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP [1] con el fin de reglamentar y establecer los lineamientos técnicos que se deben cumplir para la elaboración de los diseño para estos espacios públicos, los cuales deben garantizar niveles mínimos de iluminancia y luminancia de acuerdo con el tipo de zona, y su uso, entre peatonal, escenarios deportivos o vías vehiculares, en adición CODENSA S.A. ESP como operadora de la red eléctrica en Bogotá establece los lineamientos técnicos de presentación de diseños, construcción de redes y la instalación de la infraestructura con el fin de incorporarla al inventario de luminarias de Bogotá y realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de esta nueva infraestructura a futuro.

Dada la necesidad de la empresa INVERSIONES G&R SAS se me brindo la oportunidad de la participación y realización de este proyecto, en el cual se trazó el objetivo general de realizar el diseño y construcción del circuito de alumbrado público con tecnología LED para el urbanismo del proyecto Residencial Reserva San David en el cual el primer paso fue la caracterización de las zonas que se requerían iluminar y los niveles exigidos por el RETILAP en el que se estableció la metodología de identificar cada zona de acuerdo con la caracterización de vías del POT [2] para la ciudad de Bogotá y así clasificarlos por zonas de trabajo de acuerdo con la clase de iluminación requerida por el RETILAP [5], para lo anterior se determinaron 13 zonas de trabajo entre las cuales están, las vías de acceso oriental y occidental las cuales se clasificaron como tipo de vía V-7 que de acuerdo con el RETILAP en la Tabla 510.3 a. Requisitos mínimos de iluminación para vías con ciclo rutas y andenes adyacentes se establece una clase iluminación M5, los sendero peatonales que comunican a las zonas de juego, gimnasios al aire libre, sendero peatonal principal el cual recorre de principio al fin la alameda con una extensión de 183 metros, estos espacios se

clasificaron como un tipo vía V-9 que de acuerdo al **RETILAP** en la Tabla 510.3 b. indica la fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares requieren una clase de iluminación C3 y P1 con un nivel de iluminancia promedio de 15 luxes y con uniformidad general mayor o igual al 33%.

Para los escenarios deportivos al ser canchas de tipo local destinadas para el uso recreacional se estableció un nivel de iluminación tipo C0 con una iluminancia entre 50 y 80 luxes y una Uniformidad general mayor al 40%. Para las zonas de juegos infantiles, gimnasio al aire libre y plazoletas se estableció una iluminación de clase C1 con nivel de iluminación de 30 luxes y una uniformidad mayor al 33% es importante siempre tener como guía la normatividad distrital establecida en el MUAP [7] versión 2019 (Manual Único de alumbrado Público) expedido por la alcaldía mayor de Bogotá donde se establecen los lineamientos técnico para la presentación e implementación de los proyectos de alumbrado público así como los procesos de mantenimiento y operación.

Como segundo paso y objetivo se realizó la construcción de un modelo en 3D con el software Dialux y con colaboración de la empresa fabricante de las luminarias CELSA S.A. que compartió las fichas fotométricas y los archivos */*.ies* de las luminarias requeridos para que el programa realice la simulación adecuadamente. El objetivo de realizar la simulación es establecer las interdistancias y en qué puntos se requiere la modificación del flujo luminoso de la luminaria, o modificar las variables de instalación: altura de montaje, grado de inclinación, longitud del soporte metálico del poste con el objetivo para mejorar la cobertura y obtener una iluminación uniforme cumpliendo con los niveles mínimos de iluminancia y garantizando un uso eficiente de la energía eléctrica, aportando en el uso de nuevas tecnologías más amigables con el medio ambiente. Una vez se realizan todas las iteraciones necesarias en el diseño se obtienen los puntos luminosos es decir la cantidad de luminarias, sus potencias y la infraestructura de instalación (postes y longitud de brazos) esto acompañado de varias visitas previas a terreno para la validación de la topográfica u la zona para verificar la viabilidad de la instalación de los postes en cada punto, por lo cual se realizaron replanteos que ayudaron a obtener un diseño más acertado y con una mínima desviación.

Como tercer paso y con la información del diseño se procede con la elaboración de los planos definitivos en software AutoCAD 2018 con la proyección de las redes subterráneas

con acompañamiento del área de obras civiles para la validación de los tramos donde se proyectaron las canalizaciones y la construcción de cámaras de inspección de acuerdo con los lineamientos técnicos establecidos por CODENSA S.A. [9] en la norma AP 203, AP 207 y AP 274. En este punto fue considerada la topografía del terreno, el diseño de la alameda, y los cambios de nivel del suelo para realizar un trazado óptimo buscando la mínima afectación de las zonas ya construidas. En el plano se indican el tipo de red y el punto de conexión del circuito a la red de alumbrado público existente con la validación del centro de distribución (CD) nombre con el que Codensa identifica los transformadores instalados para la distribución de la red de baja tensión. Para esto fue importante realizar un correcto balance de las cargas con el que se obtuvieron tres circuitos balanceados de acuerdo con la potencia total de las luminarias instaladas en cada tramo y teniendo en cuenta los cálculos de regulación, y como parámetro para el diseño la especificación técnica de Codensa que indica el uso de conductores de Aluminio THW # 4 y # 2 dado el nivel de vandalismo que se presentan en las redes y la afectación que causa el hurto de cable.

Como cuarto paso se realizó la planificación del proyecto para cada una de las etapas de instalación partiendo desde las obras civiles de canalización y construcción de cámaras de inspección, la instalación de la postería, la instalación de luminarias, la instalación de la red subterránea, la instalación del circuito de barraje y protecciones contra corto circuito de acuerdo con la norma AP 826, la conexión con la red aérea existente LA325, con sus respectivos materiales y el tipo de cuadrillas técnicas se requerían con el fin de tener una instalación eficiente y sin retrasos.

Por último, se realiza la memoria de cálculos necesaria para el soporte del diseño con los diagramas unifilares del circuito, el balance de cargas y selección de conductores los cuales se agregan al plano de diseño SERIE 6 exigido por CODENSA de acuerdo con la guía técnica para presentación de proyectos de conexión eléctrica [6]. Este proyecto brindo a nivel personal y profesional una experiencia enriquecedora al tener la oportunidad de participar activamente en todas las etapas del proyecto desde la planificación, el diseño, la ejecución y la entrega de la obra, interrelacionarme con los demás ingenieros a cargo de cada área del proyecto como el área de obras civiles, topografía, seguridad laboral, medio ambiente, proveedores y contratistas con los cuales se llevó con éxito el proyecto.

Objetivo General

Realizar el diseño y construcción del circuito para la red de alumbrado público con tecnología LED del urbanismo aledaño al proyecto Residencial Reserva San David para la empresa INVERSIONES G&R SAS.

Objetivos Específicos

- Realizar la categorización e identificación del proyecto de alumbrado público dentro de los criterios técnicos establecidos por el RETILAP.
- Realizar la evaluación técnica y diseño fotométrico en software DIALUX para los senderos peatonales y canchas deportivas y vías de acceso con un área de 4557.8 m² garantizando el cumplimiento de los niveles de iluminación de requeridos por el RETILAP
- Elaborar los planos de ingeniería tipo SERIE 6 para el proyecto de conexión de alumbrado público con el diagrama unifilar y cantidades de obra eléctrica para las 13 zonas establecidas de acuerdo con las exigencias técnicas de ENEL para la presentación de proyectos de conexión.
- Realizar la planificación y cronograma del proyecto teniendo en cuenta: listado de actividades, cantidades de material, mano de obra y recursos para la ejecución cada actividad para la elaboración del presupuesto del proyecto.
- Realizar la medición de los niveles de iluminación con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos exigidos por el RETILAP para cada una de las 13 zonas de trabajo.

- Elaborar las memorias de cálculo para el proyecto que contengan: los diagramas unifilares de media y baja tensión, los cálculos de carga, dimensionamiento de conductores, selección de protecciones MT y BT, cálculo de canalizaciones y cálculos de regulación eléctrica.

1. Marco teórico

Las vías de uso público en la ciudad de Bogotá DC, se les asigna un tipo de alumbrado específico que determina sus niveles mínimos de iluminación. En la Tabla 1 se indican los tipos de vías y su descripción de acuerdo con el ARTÍCULO 155 DEL POT [2]

Tabla 1 Tipos de vía según su ancho y tráfico para Bogotá D.C.

Tipo de Vía	Ancho [m]	Descripción
V-0	100	Autopistas Trocales de 4 o más carriles
V-1	60	Autopista de 4 calzadas con carril de Transmilenio
V-2	40	Vía principal con separador central
V-3	30	Vía con separador central y ciclovía en andén
V-4	22	Vía con separador central andén en ambos costados
V-5	18	Vía local con andén bidireccional en ambos costados para zonas industriales y acceso a barrios
V-6	16	Vía local con andén unidireccional en ambos costados local principal en zonas residenciales
V-7	13	Vía local bidireccional con andén en un costado local secundaria en zonas residenciales
V-8	10	Vía local unidireccional con andén en un costado pública, peatonal, vehicular restringida
V-9	8	Vía peatonal y senderos de parque, alamedas

Fuente: Adaptado de [4]. Generalidades 6.1 Sistema de alumbrado público

En el capítulo 5 del RETILAP [5] se indican todos los pasos que se requiere para realizar de manera acertada la categorización del proyecto de alumbrado público donde se tiene en cuenta tres aspectos importantes:

- **Clase de iluminación asignada a la vía o espacio público.** Indica que serán de mayor impacto los proyectos sobre las vías de la malla vial principal y vías secundarias y como proyectos de menor impacto los que se realicen en parque.
- **Magnitud del proyecto.** Según el área a iluminar en metros cuadrados y la cantidad de puntos luminosos o luminarias a instalar.
- **Tipo de vía o espacio.** Indica el uso que se dé al espacio a iluminar si es una vía para uso vehículos o peatona,

Para la categorización del proyecto de presenta la Tabla 2 adoptada del RETILAP 610.2 con el fin de establecer la magnitud, clase y tipo de vía que aplican en el proyecto.

Tabla 2 Categorización de los proyectos de Alumbrado Público [5]

PROYECTOS NUEVOS, AMPLIACIÓN O REMODELACIÓN		CATEGORÍA DEL PROYECTO		
		A (Bajo Impacto)	B (Medio Impacto)	C (Alto Impacto)
SISTEMA VIAL (Vehículos motorizados)	Clase de iluminación de la vía o Tipo de área M1 – M2	$P \leq 25$ o $L = 0$	$25 < P \leq 75$ o $L \leq 1.000$	$P > 75$ o $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ o $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ o $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
	M5	$10 < P \leq 25$ o $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ o $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ o $L > 2.000$
OTRAS ÁREAS	Alamedas, ciclo rutas, parques, paseos, plazas, plazoletas, vías peatonales, puentes y túneles peatonales.	$10 < P \leq 25$ o $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 50$ o $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 50$ o $L > 2.000$
ESPECIALES	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

Notas:

P: Cantidad de luminarias [u].

L: Longitud de excavación ductería, red subterránea de alumbrado público [m].

Fuente: RETILAP Tabla 610.2

1.1.1 Clasificación de la iluminación según el tipo de vía

De acuerdo con el RETILAP en función al tipo de vía, su uso y el tipo de tránsito vehicular o peatonal, se realiza un consolidado de los aspectos técnicos a evaluar para determinar los niveles de iluminación mínimos en términos de la luminancia y la Iluminancia para vías vehiculares, senderos peatonales, y escenarios deportivos de tipo local.

1.1.1.1 Vías vehiculares

Para esta clasificación el RETILAP se debe considerar la velocidad de circulación y el número de vehículos, y de acuerdo con esas variables se les asignará una clase de iluminación conforme a la Tabla 3. adoptada del RETILAP

Tabla 3 Clases de iluminación para vías vehiculares

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
		Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M1	Autopistas y carreteras	Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M3	Vías principales y ejes viales.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M4	Vías primarias o colectoras	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M5	Vías secundarias	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100

Fuente: RETILAP Tabla 510.1.1 a. [5]

De acuerdo con la clase de iluminación se le establecen los requisitos fotométricos mínimos mantenidos a través del tiempo, los cuales se indican en la Tabla 4 para luminancia de acuerdo con los lineamientos del RETILAP.

Tabla 4 Requisitos fotométricos mantenidos por clase de iluminación para tráfico motorizado con base en la luminancia de la calzada

Clase de iluminación	Zona de aplicación				
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzadas peatonales no iluminadas
	Luminancia promedio L_{prom} (cd/m ²) Mínimo mantenido	Factor de uniformidad U_o Mínimo	Incremento de umbral TI % Máximo inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_l Mínimo	Relación de alrededores SR Mínimo
M1	2.0	0,4	10	0,5	0,5
M2	1,5	0,4	10	0,5	0,5
M3	1,2	0,4	10	0,5	0,5
M4	0,8	0,4	15	N.R	N.R
M5	0,6	0,4	15	N.R	N.R

Fuente: RETILAP Tabla 510.2.1 a. [5]

Notas: Los valores son para piso seco - NR: No requerido

Para proyectos de bajo impacto se podrá optar por el uso de la Tabla 5 para realizar los diseños en función a los valores mínimos mantenidos de iluminancia, la letra R indica el tipo superficie de la vía, para los diseños en Bogotá Codensa establece el uso de un tipo de terreno R3 correspondiente a vías pavimentadas

Tabla 5 Valores mínimos mantenidos de iluminancias promedio (lx) en vías motorizadas

Clase de iluminación	Valor promedio (mínimo mantenido) de iluminancia según tipo de superficie de la vía [Luxes]			Uniformidad de la Iluminancia
	R1	R2 y R3	R4	E_{min} / E_{prom} (%)
M3	12	17	15	34%
M4	8	12	10	25%
M5	6	9	8	18%

Fuente: RETILAP Tabla 510.2.1 b. [5]

1.1.1.2 Vías para tráfico peatonal y ciclistas

La iluminación de estas áreas debe garantizar que los peatones y ciclistas puedan distinguir la textura y diseño del pavimento, En la Tabla 6. se presentan las siete clases de iluminación para diferentes tipos de vías en áreas peatonales y la clasificación según la zona y uso.

Tabla 6 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. <i>Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente.</i>	P5
Utilización nocturna muy baja por peatones y ciclistas, únicamente asociada a las propiedades adyacentes. <i>Importante preservar el carácter arquitectónico del ambiente</i>	P6
Vías en donde únicamente se requiere una guía visual suministrada por la luz directa de las luminarias	P7

Fuente: RETILAP Tabla 510.1.2. [5]

En la Tabla 7 se asocian, a las clases de iluminación los valores de iluminancia que se deben garantizar en los distintos tipos de vías peatonales.

Tabla 7: Requisitos mínimos de iluminación para tráfico peatonal [8]

Clase de Iluminación	Iluminancia Horizontal (luxes)	
	Em Valor promedio	E min 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
P7	No aplica	No aplica

Fuente: NTC 900 Tabla 4 [8]

1.1.2 Requisitos de iluminación para áreas críticas

La Tabla 8 establece los requisitos para áreas críticas, o de usos diferentes al tránsito vehículos valores adoptados de la norma CIE 115.

Tabla 8: Requisitos fotométricos para áreas críticas

Clase de iluminación	Iluminancia Mínima Mantenido (luxes) (Sobre toda la superficie)	Uniformidad general $U_0 \geq$ (%)
C0	50	40
C1	30	40
C2	20	40
C3	15	40
C4	10	40
C5	7.5	40

Fuente: Adaptado de norma CIE 115 – 1995 Tabla Lighting requirement for conflict areas [11]

En la Tabla 9 se realiza la clasificación de las zonas críticas de acuerdo con la clase de iluminación para estas zonas, esta clasificación se hace importante dado que la mayoría de los espacios peatonales no son lineales y tiene diseños que varían de acuerdo el sector.

Tabla 9: Fotometría mínima en áreas críticas distintas a vías vehiculares.

Clasificación	Clase de iluminación	Iluminancia 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 bajas y alledañas 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 RETILAP Tabla 510.3 b [5]

1.1.3 Localización de luminarias [5]

La localización de las luminarias en la vía está relacionada con su tipo de distribución, el ancho de la vía (**W**), el tipo de vía clasificado, la altura de montaje (**H**), con el perfil de la vía, la proximidad a redes de AT, MT (en donde se deberán cumplir las normas de distancias mínimas de seguridad establecidas en el RETIE y zonas de servidumbres), líneas férreas, mobiliario urbano.

Se recomienda calcular mayores interdistancias entre puntos usando las siguientes alternativas

- Escoger la luminaria más eficiente de acuerdo con su relación Im/W .
- Aumentar la inclinación de la luminaria (pasando de 0° hasta 20°);
- Utilizar brazos con mayor longitud para mejorar su alcance

1.1.4 Configuraciones básicas de localización de puntos de iluminación

El RETILAP recomienda el uso de la Tabla 10 para realizar una selección de la altura de montaje de las luminancias con relación S/H (Interdistancias / Altura de montaje).

Tabla 10: Recomendación para disposición de luminarias.

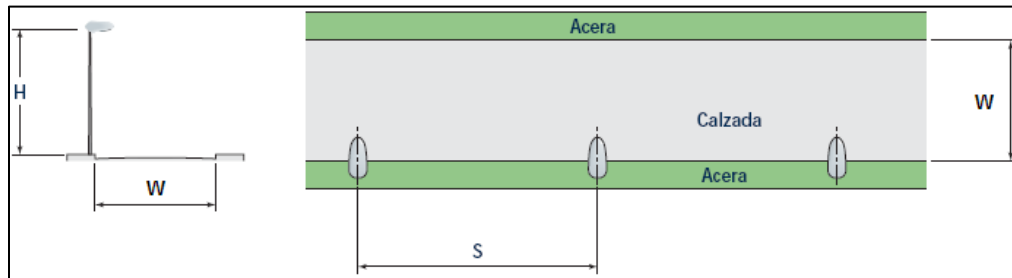
Clase de Iluminación	Altura (m)	Relación S/H	Disposición de las luminarias	
			Criterio	Disposición
M1	12 - 14	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M2	10 - 12	3,5 - 4	Dos carriles de circulación	Unilateral
M3	8,5 - 10	3,5 - 4	Ancho de la calzada menor	Unilateral
M4	7 - 9	3,5 - 4	Unilateral	
M5	6	3,5 - 4	A criterio del diseñador	

Fuente: RETILAP [5].

1.1.4.1 Disposición de luminarias de forma unilateral

Todas las luminarias se instalan en un mismo eje sobre una de las aceras de la calzada. (Figura 1).

Figura 1: Disposición Unilateral



Fuente RETILAP Figura 510.1 a [5]

Donde:

- W = ancho de calzada
 S = Interdistancia proyectada entre postes
 H = Altura de montaje de luminaria

1.1.4.2 Iluminación de escenarios deportivos o recreativos

Tratándose de campos deportivos comunales orientados al deporte recreativo o de entrenamientos, los diseños y los cálculos se deben basar en la cantidad de luz incidente o Iluminancia. (Ver Tabla 11).

Tabla 11 Niveles de iluminancia horizontal por tipo de juego y nivel de competencia

Deporte	Nivel de juego			Uniformidad (E_{min}/E_{max})	
	Recreativo	Entrenamiento	Competencia	Entrenamiento	Competencia
Fútbol	50(100)	60(150)	>600	1:3	2:3
Voleibol	60	100	300 a 600	1:3	2:3
Baloncesto	60	100	300 a 600	1:3	2:3
Tenis	150	250	400 a 700	1:2	2:3
Béisbol	150	250	400 a 700	1:2	2:3

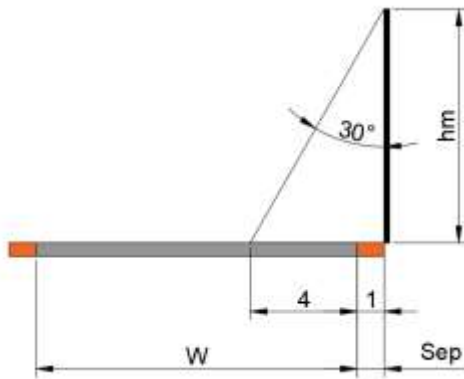
Fuente: IESNA Lighting handbook [11]

1.1.4.3 Disposición de luminarias en campos deportivos.

Los postes de campos deportivos exteriores de uso público se ubican en disposición lateral al campo de juego o en los vértices del campo. La distancia mínima de separación entre la cancha y el pie de los postes depende en general de la calidad del escenario. La separación mínima es de 1 m. Este mismo escenario, con gradería para torneos locales, debe colocar los postes detrás de la gradería, a unos 10 m de la cancha.

Para el cálculo de la altura de montaje se indica la Figura 2 en que se hace relación al ancho W de la cancha y la separación de separación del eje de instalación.

Figura 2 Relación entre la separación del campo y la altura de los postes



Fuente: Adoptada del RETILAP [5]

Otra forma es calcular la altura de montaje mediante la ecuación 1.

$$h_m = \left[\frac{W}{3} + Sep \right] * \tan(30^\circ) \quad (1)$$

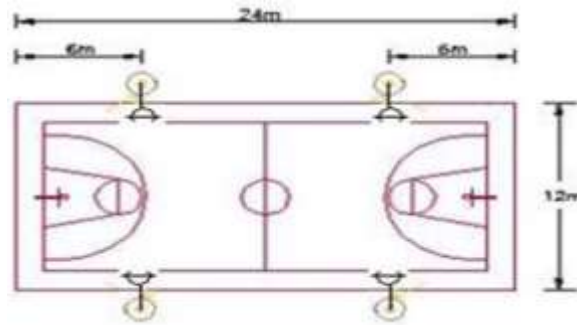
h_m = Altura de montaje mínima de los proyectores

W = Ancho del campo deportivo

Sep . = Separación entre el campo deportivo y la base de los postes

▪ Esquema típico para cancha sencilla

El esquema de iluminación más frecuente en estas canchas, cuando están solas, es usar cuatro (4) postes dispuestos dos a cada lado del campo tal y como lo sugiere la Figura 3.

Figura 3: Cancha múltiple sencilla

Fuente: RETILAP Figura 560.3.3 b [5].

1.1.5 Guía para la presentación de proyectos de conexión [6]

. De acuerdo con la guía de Codensa, los proyectos de conexión se clasifican en 5 tipos los cuales Enel nombra proyectos SERIE # siendo el # el numero según su impacto y el nivel de servicio y tensión que se proyecta operar, en la Tabla 12 se relacionan los 5 tipos de proyectos:

Tabla 12: Clasificación de los proyectos de conexión eléctrica para ENEL CODENSA.

Proyecto	Descripción
SERIE 1 Redes de MT (Media Tensión)	Proyectos de Conexión relacionados con la construcción de redes de Media Tensión para la conexión de subestaciones en el mismo predio y/o urbanismo
SERIE 3 SUBESTACIONES	Proyectos relacionados con la construcción subestaciones MT/MT o MT/BT
SERIE 4 Redes de BT (Baja Tensión)	Proyectos relacionados con la construcción redes de Baja desde el transformador existente hasta el punto de medida de uno o varios usuarios.
SERIE 5 Transformador en Poste	Proyectos relacionados con la construcción y montaje de transformadores en poste.
SERIE 6 Alumbrado Público	Proyectos relacionados con expansiones de redes de Alumbrado Público y alumbrado de zonas de cesión tipo A en BT Si su proyecto requiere la instalación de un transformador es necesario presentar un Proyecto de Conexión serie 3 o serie 5 según sea el caso.

Fuente: GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS DE CONEXIÓN versión 4 [6]

1.1.5.1 Planos de diseño Serie [6]

Para la presentación de estos proyectos ENEL CODENSA pone a disposición de los ingenieros y diseñadores la plantilla en formato AUTOCAD en su página web, la cual puede ser descargada, en la guía se realiza la indicación de cómo se debe presentar el plano y lo que debe contener. Todo diseño de este tipo se debe presentar en extensión PDF firmados por el diseñador en formato ISO B 1 1000 x 707 mm con la información solicitada en la Tabla 13.

Tabla 13: Partes del plano de diseño Serie 6 Proyectos AP [6]


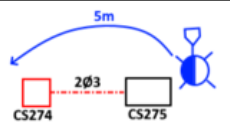

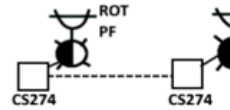
Ítem	Nombre de la Sección	Observaciones sobre lo que debe contener
1.	Localización general de redes de M.T, B.T y A.P Existentes	Canalizaciones y estructuras de redes M T, B T Y A P existentes, localización de transformadores, nomenclaturas viales.
2.	Localización general de redes de M.T, B.T y A.P Proyectadas	Distribución de equipos considerando sus cotas, distancias de seguridad y de trabajo. Proyección de las canalización y construcciones requeridas para la construcción del circuito
3.	Listado de Equipos	Listado de los equipos proyectados en el diseño, relacionando la norma técnica e identificarlos de manera fácil en plano.
4-5	Cortes	Se deben incluir cortes (horizontales y verticales) sean necesarios para visualizar en detalle Instalación de luminaria en poste propiedad de ENEL CODENSA
6.	Diagrama Unifilar o Diagrama Trifilar	Transformador existente, Calibre de conductores Fase de conexión de cada una de las luminarias Protecciones Numeración de la luminaria Balance y distribución de cargas Nota: Se requiere instalar medidor a todo proyecto de expansión de red exclusiva de AP Creg 123 de 2011 (artículo 16).
7	Llamados de Atención	Aclaraciones que el ingeniero diseñador considere necesarias para la interpretación del plano
8	Equivalencia de Conductores	Cuadro de equivalencias de conductores entre Al Cu utilizados en el diseño por cada uno de los tramos.

Fuente: Adaptado de [6]

1.1.5.2 Simbología y normas técnicas

De acuerdo con la simbología eléctrica adoptado por Enel en la norma técnica AP900 (*CONVENCIONES PARA PLANOS DE LEVANTAMIENTO Y DISEÑO DE REDES DE ALUMBRADO PÚBLICO*) en la Tabla 14, se establecen los colores para la utilización en planos de levantamiento y de diseño, para los cuales en la Tabla 14 se hace una descripción y algunos ejemplos de aplicación.

Tabla 14: Código de para elaboración de planos

Color	Símbolo Ejemplo	Uso
Rojo		Infraestructura proyectada a construir
Azul		Infraestructura para traslado (se debe indicar con una flecha la nueva ubicación y su distancia de traslado)
Verde		Infraestructura para retirar.
Negro/ Amarillo		Infraestructura existe que no sufrirá cambio.

Fuente: Elaboración propia

En los planos de alumbrado público es común encontrar las abreviaturas de la Tabla 15 para la identificación y rotulación de la infraestructura eléctrica instalada.





















Tabla 15: abreviaturas para indicación de infraestructura CODENSA





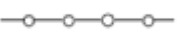



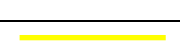
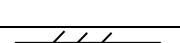
Sigla	Descripción
PF	Punto físico del poste y cámara de inspección donde está instalada la luminaria o CD
ROT	Rotulo, numero único que identifica la luminaria, con este número se puede consultar en la base de Codensa todos los datos técnicos para la programación del mantenimiento (potencia, tecnología, altura, CD, N_CTO, Fecha Instalación)
CD	Centro de distribución (Transformador)
CTO	Circuito
N CTO	Nombre del circuito

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 16 se indican los símbolos más utilizados en los planos de levantamiento y diseño para redes de alumbrado público de acuerdo con lo establecido en la norma CODENSA AP 200.

Tabla 16: Símbolo planos de alumbrado público

Símbolo	Descripción
	POSTE EN CONCRETO DE 10 m TIPO LÍNEA 510 Kg
	POSTE EN CONCRETO DE 12 m TIPO LÍNEA 510 Kg
	POSTE EN CONCRETO DE 10m TIPO RECTO PARA AP
	POSTE EN CONCRETO DE 12m TIPO RECTO PARA AP
	POSTE EN CONCRETO DE 14m TIPO RECTO PARA AP
	POSTE METÁLICO DE 8 m PARA AP
	POSTE METÁLICO DE 9 m PARA AP
	POSTE METÁLICO DE 10 m PARA AP
	POSTE METÁLICO DE 12 m PARA AP
	POSTE METÁLICO DE 14 m PARA AP
	LUMINARIA SODIO Na 70 W
	LUMINARIA SODIO Na 150 W
	LUMINARIA SODIO Na 250 W
	LUMINARIA SODIO Na 400 W
	LUMINARIA LED (INDICAR POTENCIA)
	CAJA DE INSPECCIÓN CS 274
	CAJA DE INSPECCIÓN CS 275
	CAJA DE INSPECCIÓN CS 276
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO POSTE MONOFÁSICO
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO PEDESTAL

Símbolo	Descripción
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO POSTE TRIFÁSICO
	CAJA DE MEDICIÓN AE305
	PUESTA A TIERRA
	FUSIBLE DE MT
	CANALIZACIÓN DE RED BANCO DE DUCTOS EN 2Ø3
	RED DE MEDIA TENSIÓN AÉREA
	BARRAJE PREFORMADO DE BT AP802
	RED BT SUBTERRÁNEA
	RED BT AÉREA EXISTENTE
	RED BT AÉREA EXISTENTE (AMARILLO) CON 3 CONDUCTORES

Fuente: Elaboración Propia Adaptado de la norma Codensa AP 200 [9]

1.2 Consideraciones técnicas del diseño del alumbrado público

En esta sección se indicará los conceptos técnicos y diseño establecidos por el MUAP y el RETILAP que sustentan y brindan soporte documental y técnico al proyecto.

1.2.1 Magnitudes Fotométricas [7]

A continuación, se presentan las definiciones de las magnitudes más importantes en términos de los estudios para proyectos de diseños para iluminación tomados del MUAP y que se trabajaron en el desarrollo del presente documento.

1.2.1.1 Flujo Luminoso

Equivale a la totalidad de la potencia radiante visible (luz) emitida por una fuente luminosa en todas las direcciones. Su símbolo es Φ y su unidad es el lumen (lm).

1.2.1.2 Intensidad luminosa

Es la cantidad de flujo luminoso (lm) en la dirección de un ángulo sólido (β) dado. Esta relación de lúmenes por estereorradian. Su símbolo es I y su unidad es la candela (cd).

1.2.1.3 Iluminancia

Es la relación del flujo luminoso orientado en una dirección particular que incide sobre una superficie, expresada en lúmenes por unidad de área. Su símbolo es E y su unidad es el lux (lx).

1.2.1.4 Luminancia

La luminancia en términos fotométricos es la medida de emisión de luz sobre una superficie entre la intensidad luminosa en dirección al observador y la superficie aparente s' (superficie vista por el observador situado en la misma dirección). Su símbolo es L y su unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

1.2.1.5 Eficacia luminosa

Es el resultado del flujo luminoso de la luminaria dividido sobre y la potencia eléctrica de la luminaria, siendo su unidad el lumen por vatio eléctrico. Su unidad es lumen por vatio (lm/W).

1.3 Cálculos de iluminancia para alumbrado publico

1.3.1 Cálculo de iluminancia Método del coeficiente de utilización promedio de una vía.

En el diseño de alumbrado público, uno de los documentos fotométricos que identifica una luminaria, es la curva del coeficiente de utilización K, el cual sirve para calcular, a partir del conocimiento de la geometría de la vía considerada y la disposición de las luminarias, la iluminancia media sobre la calzada (ver ecuación 2)

$$E_{prom} = \frac{\Phi * K_t * F_m}{S * W} \quad (2)$$

Donde:

E_{prom}	=	Iluminancia promedio sobre la calzada (lx)
Φ	=	Flujo mantenido de la bombilla (lm)
K_t	=	Coefficiente de utilización del sistema total calculado (%)
F_m	=	Factor de mantenimiento
S	=	Interdistancia de luminarias (m)
W	=	Ancho de vía en (m)

En la Figura 4 se presenta la graficas del coeficiente de utilización donde se debe seguir el siguiente procedimiento para calcular la constante K_t .

La grafica presenta dos curvas la curva K_1 es el correspondiente al flujo luminoso proyectado por la luminaria hacia la vía o calzada, la segunda curva K_2 corresponde a la iluminación hacia la parte posterior o andén. Se debe conocer el ancho de la calzada W_1 y el ancho del andén W_2 y la altura de montaje de la luminaria a evaluar H .

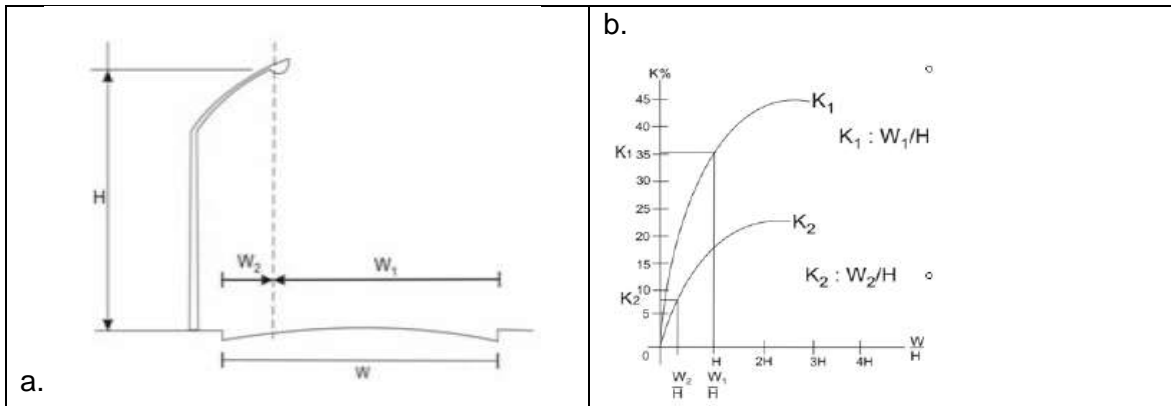
Para calcular $n_1 = W_1 / H$

Para calcular $n_2 = W_2 / H$

Este resultado se ubica en el eje X de la gráfica y se extiende de manera vertical la línea de corte con la curva. En el punto de corte se ubica en el eje Y el valor del porcentaje de utilización.

El coeficiente de utilización total K_t sería $K_1 + K_2$.

Figura 4 Determinación del coeficiente de utilización y Curva de coeficiente de utilización



Fuente RETILAP [5]

1.3.2 Cálculo de la uniformidad general de luminancia en alumbrado público [U_o]

El valor del coeficiente de uniformidad general de Iluminancia se calcula de acuerdo con los siguientes criterios (ver ecuación 3).

$$U_o = \frac{E_{min}}{E_{prom}} \quad (3)$$

E_{min} = Corresponde al punto de menor iluminancia entre todos los puntos calculados según el método de medición.

E_{prom} = Corresponde al valor promedio calculado entre todos los n puntos considerados, desde el primero E_1 hasta el final E_n .

La fórmula aplicable para el cálculo de la luminancia promedio es (ver ecuación 4).

$$E_{prom} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} E_i}{n} \quad (4)$$

Donde:

- E_i = Valor de la iluminancia en cada punto.
 n = Número de puntos o áreas consideradas en el cálculo.
 E_{prom} = Iluminancia promedio de la vía o zona considerada.

1.4 Mediciones fotométricas de alumbrado público

Después de 100 horas de funcionamiento de las luminarias del proyecto se debe realizar la validación fotométrica de las zonas o áreas escogidas con la medición los niveles de iluminancia y compararlos con los valores del diseño fotométrico del proyecto.

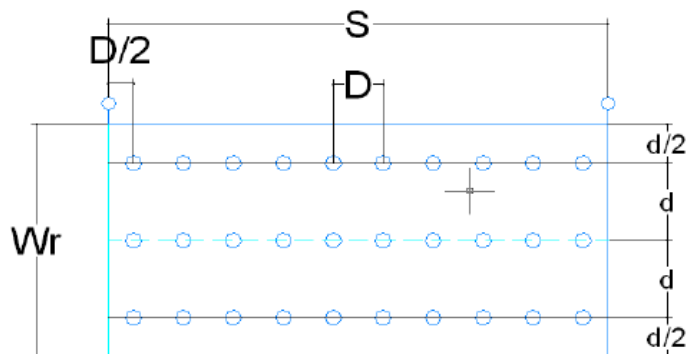
1.4.1 Procedimiento de medición [8]

Se debe seleccionar los tramos y áreas a evaluar, todas las luminarias del proyecto deben estar encendidas y se debe procurar que no haya afectación por iluminación de otras zonas como avisos publicitarios.

1.4.2 Malla de medición

Para realizar la verificación en terreno de la iluminancia se puede adoptar el siguiente método indicado en el RETILAP y en la NTC900, realizando la marcación en terreno de acuerdo con la geometría de la vía o sendero realizando una mala de cálculo para tomar las medidas con ayuda de un luxómetro. En la Figura 5 se muestra un ejemplo del trazado de una malla de medición para un ancho de calzada W_r .

Figura 5: Malla de medición para iluminancia y luminancia



Fuente: RETILAP [5]

Los puntos de cálculo se deben espaciar uniformemente en el campo de cálculo, y la cantidad debe seleccionarse de la siguiente manera. En dirección longitudinal el espaciamiento se determina a partir de la ecuación (5).

$$D = \frac{S}{N} \quad (5)$$

Donde:

- D = El espaciamiento entre los puntos en la dirección longitudinal (m.)
 S = El interdistancia entre luminarias (en metros.)
 N = El número de puntos de cálculo en dirección longitudinal.

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

Para $S \geq 30$ m. el entero que resulte de la relación $N = S/3$

Debe tenerse en cuenta que la primera fila de puntos se localiza a una distancia igual a $D/2$ más allá de la primera luminaria. En dirección transversal se toman tres puntos considerando el ancho total de la calzada (ver ecuación 6).

$$d = \frac{W_r}{3} \quad (6)$$

Donde:

- d = El espaciamiento entre los puntos en la dirección transversal (m.)
 W_r = Es el ancho de la calzada del área aplicable (m).

Nota: Para las vías de la malla vial Intermedia y de la malla vial Local se recomienda utilizar el sistema de los 9 PUNTOS cuyo procedimiento se detallar en el RETILAP en la sección 530.2.

1.4.3 Mediciones que deben aplicarse según el tipo de vía.

Las mediciones en campo que deben aplicarse por cada tipo de vía se pueden apreciar en la Tabla 17. Esto según lo indicado por el RETILAP en su sección 540.

Tabla 17: Mediciones por tipo de vías

VÍAS	MEDICIONES
Rectas	Iluminancia E_{nrom} U_0 - Luminancias L_{prom} , U_0 , U_L cuando los tramos interrumpidos son mayores o iguales a 100m
Aceras en vías rectas	Iluminancia
Curvas con radios menores a 200m	Iluminancia y relación SR
Curvas con radios mayores a 200m	Iluminancia
Intersecciones	Iluminancia
Cruces peatonales	Iluminancia
Pendientes mayores al 6%	Iluminancia
Pendientes menores al 6%	Iluminancia E_{prom} U_0 - Luminancias L_{prom} , U_0 , U_L cuando los tramos interrumpidos son mayores o iguales a 100m
Aceras en pendiente	Iluminancia
Rampas	Iluminancia
Plazas – óvalos	Iluminancia

Fuente RETILAP [5]

1.5 Normas Técnicas CODENSA S.A. ESP para Sistema de alumbrado público [9]

La construcción e instalación de los sistemas de alumbrado público que van a ser incorporados en la red eléctrica de Bogotá deben cumplir con las especificaciones técnicas y constructivas indicadas en la página de Enel Codensa https://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/indice_alumbrado_publico/indice_alumbrado_publico en esta página se describen todos los diagramas, infraestructura subterránea, tipo de canalización, postes en concreto, postes metálicos, tipo de conectores y empalmes, tipos de montaje, acometidas y en general cada uno de los materiales y formas constructivas que se deben contemplar en los diseños con el fin de garantizar la estandarización de la red para futuros mantenimientos o expansiones del servicio.

2. Categorización del proyecto de alumbrado público Alameda Reserva San David

En el este capítulo se realizara la contextualización del entorno del proyecto, información sobre la empresa colaborara encargada del proyecto, las normas técnicas de Codensa S.A. ESP que se deben aplicar para la instalación del alumbrado público y la normatividad que se debe tener en cuenta de acuerdo con el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP con el fin de garantizar el cumplimiento de los parámetros técnicos en los diseños de iluminación y los soportes técnicos que sustentan el proyecto como los son planos de obra, cantidades de obra, memorias de cálculo y procedimientos para la medición en terreno.

2.1 Inversiones G&R SAS

La empresa colombiana Inversiones G&R SAS se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá sus oficinas centrales están ubicadas en Carrera 47 A No. 96 – 41 / Oficina 608. La forma jurídica de Inversiones G&R SAS es Sociedad por acciones simplificada y su principal actividad es la implementación de soluciones reales en la planeación, elaboración, ejecución, coordinación, supervisión y administración de Proyectos de consultoría, interventoría y construcción de obras civiles y arquitectónicas, cuyos servicios están orientados a satisfacer las necesidades de Inversionistas, Promotores y Constructores.

Inversiones G&R SAS tiene el contrato para construcción del urbanismo, sederos peatonales, canchas múltiples, adecuación de zonas verdes y la red de alumbrado público para la alameda que se entregara en cesión al distrito aledaña al proyecto residencial Reserva San David construido por la Constructora APIROS en el que proyectan entregar 624 soluciones habitacionales (VIS) vivienda de interés social, el áreas de afectación del proyecto y logo de la empresa INVERSIONES G&R SAS se muestran en la Figura 6.

Figura 6 Ubicación geográfica del proyecto y logo de la empresa.



Fuente Inversiones G&R SAS.

Las zonas de cesión obligatorias y gratuitas al Distrito Capital son aquellas aprobadas y señaladas en los planos urbanísticos por parte de la autoridad urbanística, con una destinación pública y usos específicos como vías, zonas verdes (parques) y demás que señale dicha autoridad, la cual establece también sus dimensiones y linderos.

Estas zonas de cesión gratuita y no edificables que se extienden a lado y lado de las vías arterias con el objeto de aislar el entorno del impacto generado por estas y para mejorar paisajística y ambientalmente su condición y del entorno inmediato. Son de uso público y deberán tener, como mínimo, 10 metros de ancho a cada lado de las vías.

Con esto se busca garantizar la sostenibilidad ambiental, económica y fiscal del Distrito Capital, alcanzando los objetivos generales y sectoriales, desarrollando las políticas y ejecutando los planes y las operaciones prioritarias que orientan el desarrollo económico social y el ordenamiento territorial en el largo plazo, con el fin de aumentar la competitividad, la productividad general y sectorial con responsabilidad fiscal

Este proyecto urbanístico tiene una área de 38.869 m² en cual contara con más de 5.223 m² cuadrados en senderos peatonales, una cancha múltiple, una cancha de microfútbol, un patinódromo, dos zonas para juegos infantiles, dos zonas de gimnasios al aire libre, una

pista de trote, estas zonas se construyen dentro parte del compromiso con la ciudad de Bogotá y que se entregaran en cesión al distrito en contraprestación por la construcción del proyecto Residencial Reserva San David construido por la constructora APIROS. En la Figura 7 se presenta el logo del proyecto.

Figura 7 Logo Proyecto Reserva San David



Fuente: <https://compensar.com/outlet-virtual/reserva-san-david.html>

El proyecto de urbanismo para el proyecto residencias Reserva San David se encuentra ubicado en la ciudad de Bogotá localidad de Usme Barrio La Esperanza Sur en la dirección Transversal 1E entre Calle 85 sur y Calle 87 sur, este urbanismo será un sendero peatonal que tendrá como nomenclatura la Calle 84 sur, la ubicación geográfica del proyecto se indica en la Figura 8.

Figura 8: Ubicación del proyecto Reserva San David



Fuente: <http://sinupotp.sdp.gov.co/sinupot/index.jsf>

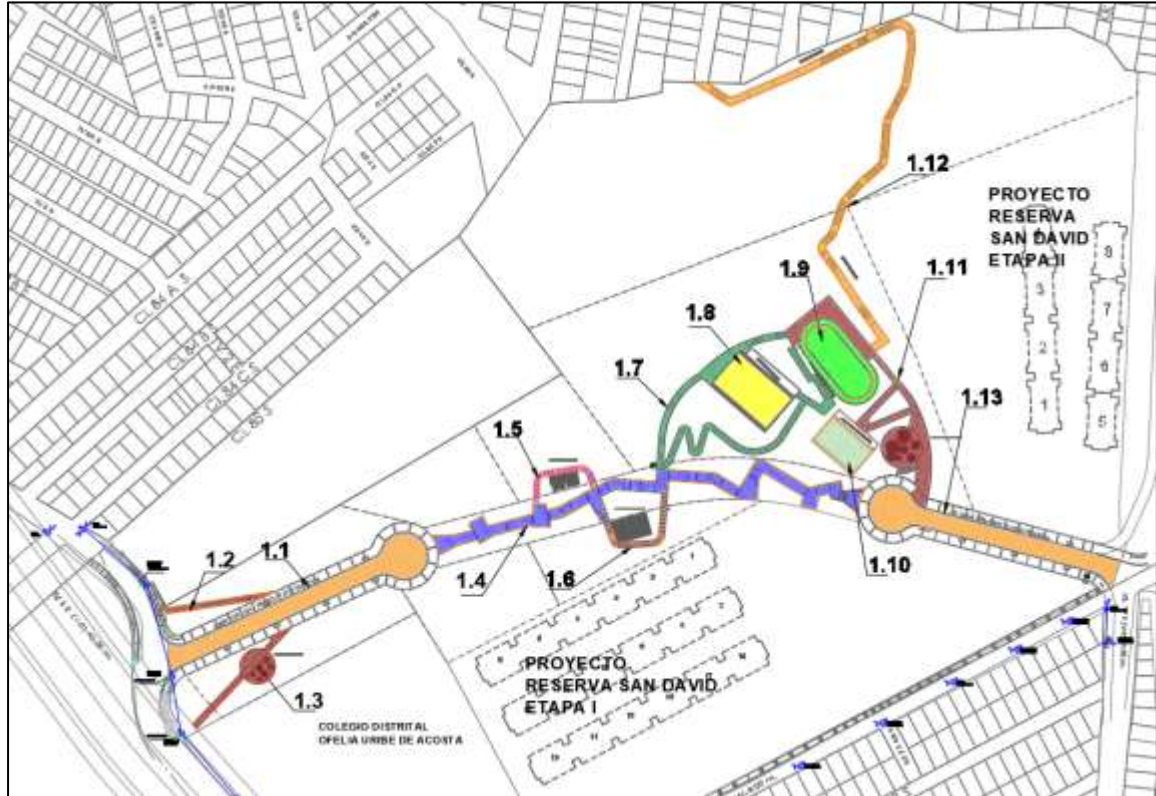
En las Figura 9 se presenta el registro fotográfico de algunas de las zonas del proyecto la construcción de los senderos peatonales y las maniobras de instalación de luminarias en la cancha múltiple. Importante acotar en este punto que el desarrollo de este proyecto se centra en el diseño de la red eléctrica para el circuito de alumbrado público de las zonas de espacio público, senderos peatonales y canchas deportivas las cuales serán entregadas a la ciudad de Bogotá para ser administradas por el IDR (Instituto de Recreación y Deporte) y la infraestructura eléctrica entregada a Enel Codensa como empresa encargada de la operación y mantenimiento del alumbrado público previa revisión y cumplimiento de las normas técnicas.

Figura 9: Avance de obra a corte del 1/09/2020 Alameda y escenarios deportivos



Fuente Elaboración Propia

Para una mejor contextualización en el avance del presente proyecto se le denominará de manera global al espacio público que se dará en cesión al distrito como urbanismo del proyecto Reserva San David “Alameda San David” la cual ya se incorporó en la base geográfica (SINUPOT) de la Secretaria de Planeación Distrital mediante la nomenclatura CL 86 SUR DESDE LA TV1 ESTE hasta la KR 8 ESTE en la Figura 10 se indican las zonas de trabajo

Figura 10: Zonas de trabajo de la Alameda

Fuente: Elaboración propia.

El proyecto de construcción y obras civiles necesarias para la adecuación de este proyecto fue una obra de ingeniería civil que tuvo su mayor impacto en los accesos a los puntos de trabajo y el movimiento de tierras que se requirieron para la adecuación de los terrenos y posterior a construcción de los escenarios deportivos, dado la inclinación del terreno y condiciones ambientales por lo cual muchas de estas excavaciones, trasiego de materiales, canalización, arrime de postes y tapas en concreto tuvieron que ser realizadas por personal por lo cual aprovecho este punto para brindar un reconocimiento a todos los obreros, técnicos, supervisores e ingenieros civiles que adelantaron la construcción de esta infraestructura para la posterior obra eléctrica.

En el **Anexo A** se presenta el informe completo con la caracterización de cada zona de trabajo, con la verificación en terreno del tipo de vía y su uso, de informe se realiza a continuación un resumen en la Tabla 18 donde se relacionan los datos consolidados con la descripción del tipo de vía y sus dimensiones.

Tabla 18: Relación de zonas de trabajo proyecto

It.	DENOMINACIÓN	Descripción de vía	Area [m2]	Largo [m]	Ancho [m]
1	Frente de trabajo		6285,8	1266,46	
1.1	Vía Oriental Tipo V-7	Vía secundarias Residenciales	900	107,5	7
1.2	Senderos Nº1	Andenes, senderos, alamedas	86,82	40,02	2,2
1.3	Sendero Nº2 Gimnasio 1	Andenes, senderos, alamedas	227	53,14	2,2
1.4	Sendoro Nº3 Central V9	Andenes, senderos, alamedas	908,9	183,7	4
1.5	Sendero Nº4 Gimnasio 2	Andenes, senderos, alamedas	76,28	37	2,2
1.6	Sendero Nº5 Juegos Infantiles 1	Andenes, senderos, alamedas	97,3	44,5	2,2
1.7	Senderos Caballeras	Andenes, senderos, alamedas	517,6	215	2,2
1.8	Cancha multiple	Chanchas Recreativas	421,6	27,2	15,5
1.9	Patinodromo	Chanchas Recreativas	580	37,3	17,3
1.10	Canacha Microfutbol	Chanchas Recreativas	258	20,5	13,5
1.11	Sendero Nº6 Juegos Infaltiles 2	Andenes, senderos, alamedas	721,3	165,5	3
1.12	Pista de trote	Andenes, senderos, alamedas	653	234,5	3
1.13	Vía Occidental Tipo V-7	Vía secundarias Residenciales	838	100,6	7

Fuente: Elaboracion propia

Se establecen los tipos de vía según el POT y la clase de iluminación que le corresponden según el RETILAP, Ver Tabla 19.

Tabla 19: Clase de iluminación y parámetros fotométricos para el proyecto

Item	Tipo de Vía POT	Clase Iluminación	Eprom=Luxes	Emin	Uo=>[%]	Relacion de Alrededores	Facto de Mantenimiento	DISPOSICIÓN DE LUMINARIAS
1.1	V-7	M5	9	7,5	40	NR	0,855	Unilateral
1.2	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.3	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.4	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.5	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.6	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.7	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.8	Cancha	C0	50	50	40	NR	0,855	Sencilla
1.9	Patinodromo	C0	100	50	40	NR	0,855	Sencilla
1.10	Cancha	C0	50	50	40	NR	0,855	Sencilla
1.11	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.12	V-9	P1	20	7,5	33	NR	0,855	Unilateral
1.13	V-7	M5	9	7,5	40	NR	0,855	Unilateral

Fuente: Elaboracion propia

La categorización del proyecto se realiza conforme los criterios establecidos en el RETILAP de acuerdo con su tipo de iluminación según el tipo de vía, y la magnitud del proyecto en cuanto a longitud de canalización para la red subterránea que se requiere para su instalación. Tabla 20.

Tabla 20. Magnitudes del proyecto (puntos luminosos y red subterránea)

Tramo Obra	Cant Luminarias	Cant Postes	Longitud Canalización (m)
1.1	6	6	126,9
1.2	4	4	22,6
1.3	8	7	81,8
1.4	12	12	210
1.5	6	6	182,9
1.6	4	4	52
1.7	12	12	201,9
1.8	2	2	41,4
1.9	3	3	48,7
1.10	12	12	122
1.11	4	4	46,3
1.12	6	6	84,7
1.13	2	2	86,5
Total	81	80	1307,7

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 21 se realiza el resumen de la categorización del proyecto de acuerdo con la metodología del RETILAP para el cual se clasifica cada zona de trabajo por zonas de intervención para evaluar cara tipo de iluminación por separado según el tipo de iluminación.

Tabla 21. Categorización de proyecto por zonas de trabajo

ZONA DE INTERVENCIÓN	TIPO DE ILUMINACIÓN	NIVEL DEL PROYECTO RETILAP			PROYECTO
		BAJO IMPACTO	MEDIO IMPACTO	ALTO IMPACTO	
SISTEMA VIAL	M5	10 < P <= 25 L <= 1000 m	25 < P <= 100 1000 < L <= 2000 m	P > 25 L >= 2000 m	18 PUNTOS 374m
OTRAS AREAS	ALAMEDAS	10 < P <= 25 L <= 1000 m	25 < P <= 50 1000 < L <= 2000 m	P > 50 L >= 2000 m	47 PUNTOS 738.9 m
ESCENARIOS DEPORTIVOS	CANCHAS DEPORTIVAS	4 < P <= 8 L <= 100 m	8 < P <= 16 100 < L <= 200 m	P > 16 L >= 200 m	14 PUNTOS 164 m

Fuente: Elaboración propia

2.2 Requisitos adicionales y especificaciones de los equipos a utilizar

Los cálculos se realizan de acuerdo con la metodología descrita por el RETILAP.

Se considera la disposición unilateral para vías y senderos peatonal.

Se utilizan luminarias tipo LED marca CELSA de potencia de 55 a 240W con grado de hermeticidad IP 66. Los flujos luminosos utilizados para realizar los cálculos fotométricos de las luminarias se relacionan en la Tabla 22.

Tabla 22: Flujo luminoso de luminarias tipo LED Marca Celsa

LUMINARIAS LED MARCA CELSA		
POTENCIA	FLUJO (Lumen)	REFERENCIA
55 W	6.933	Sepia LED
61 W	7.882	Sepia LED
71 W	8.981	Sepia LED
82 W	10.0041	Sepia LED
96 W	13.240	Delta LED
240 W	31.529	Delta LED

Fuente: <https://www.celsa.com.co/es/iluminacion-publica-led/65-sepialed-soporte-horizontal.html>

Las curvas con los coeficientes de utilización, gráficos polares de distribución lumínica y gráfico de curvas ISOLUX de cada referencia de luminaria utilizada en el proyecto están disponibles en el **Anexo B**.

Se consideran los siguientes tipos de superficies para la vías y senderos:

- Calzada en asfalto: Tipo R3 con coeficiente de reflexión **Qo=0.07**
- Calzada de adoquín: Tipo R2 con coeficiente de reflexión **Qo=0.07**
- Altura libre de la luminaria: 8,4 m, 10,2 m, 12 m, 14 y 16 metros
- La inclinación máxima de la luminaria horizontal será de 20°.

En los casos en los que aplique, la distancia entre el borde del andén y el eje del poste es igual a 0,60 m.

3.Evaluación Técnica y diseño fotométrico en Software Dialux

Con ayuda del software Dialux se evalúan cada una de las zonas por separado contrastando los resultados teóricos con el fin de tomarlos como referencia al momento de realizar la validación de los niveles promedio de iluminancia requeridos para cada tipo de vía según las clases de iluminancia que indica el RETILAP y posteriormente se realizarán los ajustes necesarios de manera individual en cada uno de los puntos críticos donde por algún cambio en la geometría o topografía del andén se disminuyan los niveles promedio de iluminancia y finalmente se evalúa la incorporación de nuevos puntos o alternativas como el cambio de una luminaria con un mayor flujo luminoso, incrementar el ángulo de incidencia o aumentar la longitud del soporte metálico para su instalación en poste de concreto..

Para realizar una planificación de la iluminación acertada es importante que se utilicen las medidas de la infraestructura para alumbrado público normalizada por CODENSA para la instalación de las luminarias, las alturas de montaje, y longitud de soportes, presentados en la Tabla 23.

Tabla 23 Valores normalizados para alturas de montaje, y longitud de brazos metálicos

Longitud Poste (m)	Norma Codensa	Altura Montaje (m)	Longitud de soporte (m)	Norma Codensa aplicada
6 – 8 (metálico)	AP802	8,0	0,5	AP806-1
10 (concreto)	AP801	8,4	0,5 – 1,5	AP806-1 – AP806
12 (concreto)	AP801	10,2	0,5 – 1,5	AP806-1 – AP806

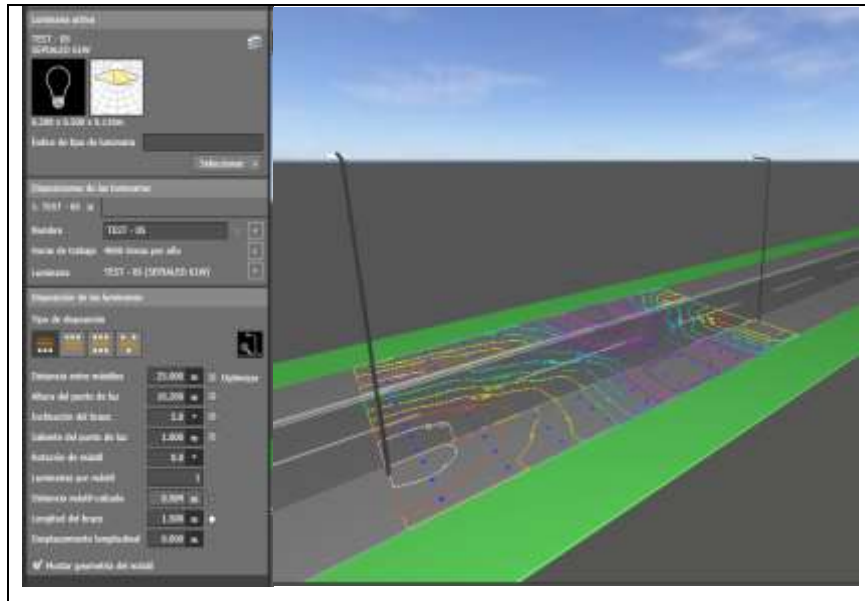
Fuente: Adaptada de Likinormas [9]AP 800-1

3.1 Simulación de zonas de trabajo

3.1.1 Parámetros para Simulación en Dialux

En Figura 11 se observa la simulación con el módulo de carreteras y en el módulo de planificación de exteriores donde se puede calcular en conjunto aprovechando la iluminación que aportan otros sectores del parque.

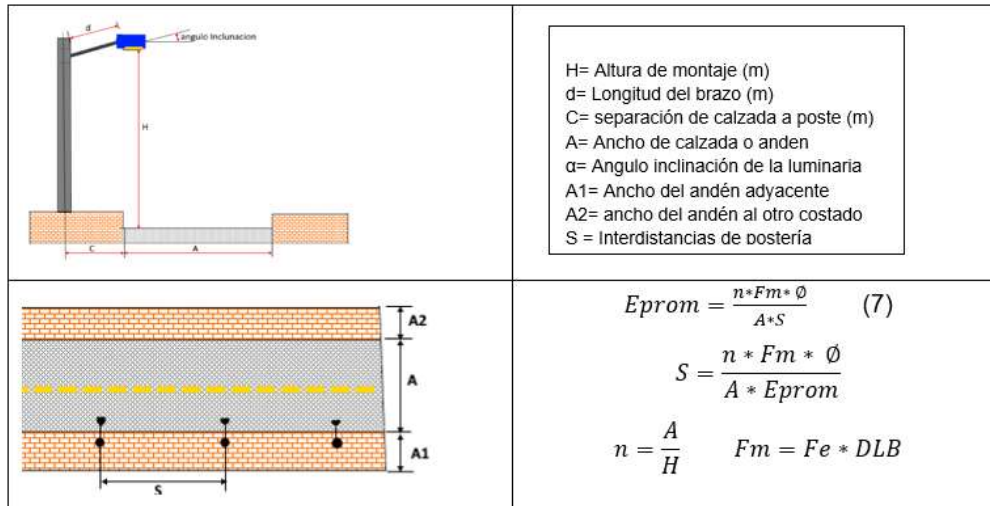
Figura 11 Resultados en vista 3D con curvas ISOLUX Zona 1.1



Fuente Dialux Evo 9.0

Se realizar una evaluación inicial de los parámetros y ajuste en el módulo de carreteras y vías con el fin de validar de manera eficiente las interdistancias mínimas, realizando la optimización de los resultados con el ajuste de la altura de montaje, ángulo de inclinación, y la potencia de la luminaria, esta evaluación se realiza con el cálculo indicado en la Figura 12 que recomienda una interdistancia mínima en relación con el flujo luminoso de las luminarias que se seleccionen.

Figura 12 Cálculo de interdistancias de postes



Fuente Elaboración propia

3.1.2 Cálculo del factor de mantenimiento

Para determinar el FM factor de mantenimiento se utiliza el procedimiento sugerido en la NTC 900. En la Tabla 24 se presentan los valores del factor de ensuciamiento según el índice de protección IP del conjunto óptico y la categoría de contaminación de la ubicación del proyecto que por ser una zona apartada y de poco desarrollo industrial se clasifica como Baja.

Tabla 24 Factores de ensuciamiento de las luminarias

Hermeticidad	Categoría contaminación	Periodo de operación [meses]			
		12	18	24	36
IP 2X	Alta	0,53	0,48	0,45	0,42
	Media	0,62	0,58	0,56	0,53
	Baja	0,82	0,80	0,79	0,78
IP 5X	Alta	0,89	0,87	0,84	0,76
	Media	0,90	0,88	0,86	0,82
	Baja	0,92	0,91	0,90	0,88
IP 6X ^a	Alta	0,91	0,90	0,88	0,83
	Media	0,92	0,91	0,89	0,87
	Baja	0,93	0,92	0,91	0,90
IP 6X ^b	Alta	0,93	0,91	0,90	0,89
	Media	0,94	0,92	0,91	0,91
	Baja	0,97	0,96	0,95	0,95

^a Cierre del conjunto óptico mediante ganchos u otros elementos que cumplan con esa función
^b Conjunto óptico completamente sellado

Fuente: NTC 900 [8]

En la Tabla 25 se presenta la variación del flujo luminoso al cabo de un periodo de n años de utilización, datos suministrados por el área de Diseño e Iluminación de Celsa S.A.

Estos datos son muy importantes ya que permite evaluar el costo de mantenimientos de la instalación y los pedidos de mantenimiento para los grupos de modules led, controlador (Driver), una vez que la depreciación lumínica no permita que se cumplan iluminación mínima de cada tipo de vía.

Tabla 25 Flujo luminoso existente al cabo de un periodo de utilización

Años	Horas/Año (de servicio)	% de Flujo Luminoso	LUMINARIAS LED DELTA Y SEPIA					
			55W	61W	71W	82W	96W	240W
-	100	100%	6933	7882	8981	10041	13240	31529
1	4380	99%	6863,67	7803,18	8891,19	9940,59	13107,6	31213,7
2	8760	97%	6725,01	7645,54	8711,57	9739,77	12842,8	30583,1
3	13140	95%	6586,35	7487,9	8531,95	9538,95	12578	29952,6
4	17520	92%	6378,36	7251,44	8262,52	9237,72	12180,8	29006,7
5	21900	90%	6239,7	7093,8	8082,9	9036,9	11916	28376,1

Fuente: CELSA S.A.

El factor de mantenimiento esta dado por la ecuación 8:

$$F_M = F_E * DLB \quad (8)$$

Donde:

F_M = Factor de mantenimiento

F_E = Factor de ensuciamiento (ver Tabla 24)

DLB = Es la depreciación del flujo luminoso del módulo LED % (Ver Tabla 25)

Realizando el cálculo para un periodo de cinco años que es el tiempo de garantía que se exige para la instalación de la infraestructura por parte del IDU se obtienen el factor de mantenimiento reemplazando valores en la ecuación 9.

$$F_M = 0,95 * 0,9 = \mathbf{0,855} \quad (9)$$

Las luminarias LED CELSA tiene un grado de protección IP66 En el Conjunto Óptico y una vida útil de 100.000 horas aproximadamente 23 años.

En la Tabla 26 se presentan los resultados de las interdistancias y alturas de montajes para realizar la iteración en Dialux con la utilización de las gráficas del coeficiente de utilización de cada luminaria.

Tabla 26 Resultados de las interdistancias y alturas de montaje.

It.	DENOMINACIÓN	Eprom=Luxes RETILAP	A [m]	d (m)	H (m)	P (W)	A/H	n %	Ø Lumen	S (m)
1.1	Vía Oriental Tipo V-7	9	7	1,5	10,2	61	0,7	0,25	7882	35,07
1.2	Senderos N°1	15	2,2	0,5	8,4	61	0,3	0,22	7882	46,5
1.3	Sendero N°2 Gimnasio 1	15	2,2	0,5	8,4	61	0,3	0,22	7882	46,5
1.4	Sendero N°3 Central V9	15	4	0,5	8,4	61	0,5	0,13	7882	15,1
1.5	Sendero N°4 Gimnasio 2	15	2,2	0,5	8,4	61	0,3	0,22	7882	46,5
1.6	Sendero N°5 Juegos Infantiles 1	15	2,2	0,5	8,4	61	0,3	0,22	7882	46,5
1.7	Senderos Caballeras	15	2,2	0,5	8,4	61	0,3	0,22	7882	46,5
1.8	Cancha múltiple	50-100	15,5	1,5	8,4	96	1,8	0,93	13240	10,8
1.9	Patinódromo	50-100	17,3	1,5	10,2	240	1,7	0,45	31529	11,2
1.10	Cancha Microfutbol	50-100	13,5	1,5	8,4	82	1,6	0,9	10041	9,1
1.11	Sendero N°6 Juegos Infantiles 2	15	3	0,5	8,4	61	0,4	0,1	7882	15,5
1.12	Pista de trote	15	2,2	0,5	8	55	0,3	0,15	6933	27,9
1.13	Vía Occidental Tipo V-7	9	7	1,5	10,2	61	0,7	0,25	7882	35,07

Fuente Elaboración propia

En la tabla 27 se resumen los datos y las modulaciones técnicos que sugiere el fabricante en la utilización de las luminarias LED para sistemas de alumbrado público, también se encuentran los niveles de flujo luminoso para realizar el cálculo de la interdistancia mínima.

Tabla 27 Datos técnicos de las luminarias LED Marca Celsa

Referencia		SEPIALED	SEPIALED	SEPIALED	SEPIALED	DELTA LED	DELTA LED
Potencia	W	55	61	71	82	96	240
φ Flujo Luminoso Lam	Lm	6933	7882	8981	10041	13240	31529
φ Flujo Luminoso Lum	Lm	6950	7902	9003	10066	13248	31547
Rendimientos Luminico	Lm/W	126,4	129,5	126,8	122,8	138	131,4
Temperatura de Color	K	3000	3000	3000	3000	3000	3000
Voltaje	Vac	120-277	120-277	120-277	120-277	120-277	120-277
Altura de montaje	M	6-8	8-10	8-10	10-12	10-12	12-14
Anchos de via	M	1.5-2.5	2.5-7	4.-10	7-14	14-18	>=19
Interdistancia	M	16-20	20-35	35	>=45	>=50	>=50

Fuente Celsa S.A

En la Tabla 28 se presentan un resumen de las características técnicas del producto, en el Anexo B se incluyen las gráficas y curvas fotométricas de cada luminaria según su potencia.

Tabla 28 características técnicas Luminarias LED CELSA para AP

	
<p>Modelo SEPIALED Potencia Maxima: Hasta 100W Voltaje: 12/24 DC 120 – 277 VAC 480 VAC Hora de vida: 100.000 Horas Grado de proyeccion: Hasta IK08 Difusor Hasta IK09 Cuerpo De La Luminaria Hasta IP66 En El Conjunto Eléctrico Hasta IP66 En El Conjunto Óptico https://www.celsa.com.co/es/iluminacion-publica-led/65-sepialed-soporte-horizontal.html</p>	<p>Modelo DELTALED Potencia Maxima: Hasta 300W Voltaje: 12/24 DC 120 – 277 VAC 480 VAC Hora de vida: 100.000 Horas Grado de proyeccion: Hasta IK08 Difusor Hasta IK09 Cuerpo De La Luminaria Hasta IP66 En El Conjunto Eléctrico Hasta IP66 En El Conjunto Óptico https://www.celsa.com.co/es/iluminacion-publica-led/60-deltaled-cob.html</p>

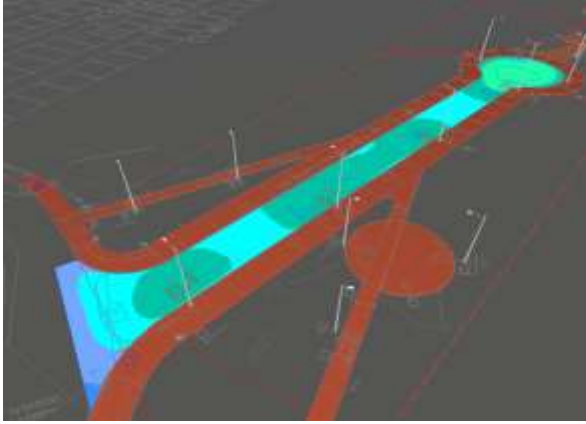
Fuente CELSA S.A

3.1.3 Análisis de los resultados

Para cada una de las áreas de estudio se evalúan los resultados y se realiza la verificación del cumplimiento con respecto a los niveles mínimos de iluminancia y uniformidad exigidos en el RETILAP. Los resultados se evalúan con el diseño de una escena de iluminación con

el 100% de las zonas iluminadas para evaluar el aporte de la iluminación de las demás zonas, también se crean escenas en el programa DIALUX por zona para evaluar de manera independiente el resultado de la uniformidad general. El informe detallado para todas las zonas de trabajo se presenta en el Anexo C, en la Tabla 29 se presenta en análisis de la zona 1.1 vía Oriental Tipo V-7 con una iluminación tipo RETILAP M5

Tabla 29 Análisis de los resultados de iluminancia y uniformidad para la zona de trabajo 1.1

Area de Calculo	Resultados Simulación				
	1.1 Vía Oriental Tipo V-7				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		M5		
	Eprom	Lx	9	18,2	Cumple
	Emin	Lx		3,82	
	Emax	Lx		31,8	
	Uo	%	0,18	0,2	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0,6	1,66	Cumple
	Potencia	W		366	
	Flujo Lum	Lm Ø		47292	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		129,2	

Fuente Elaboración propia.

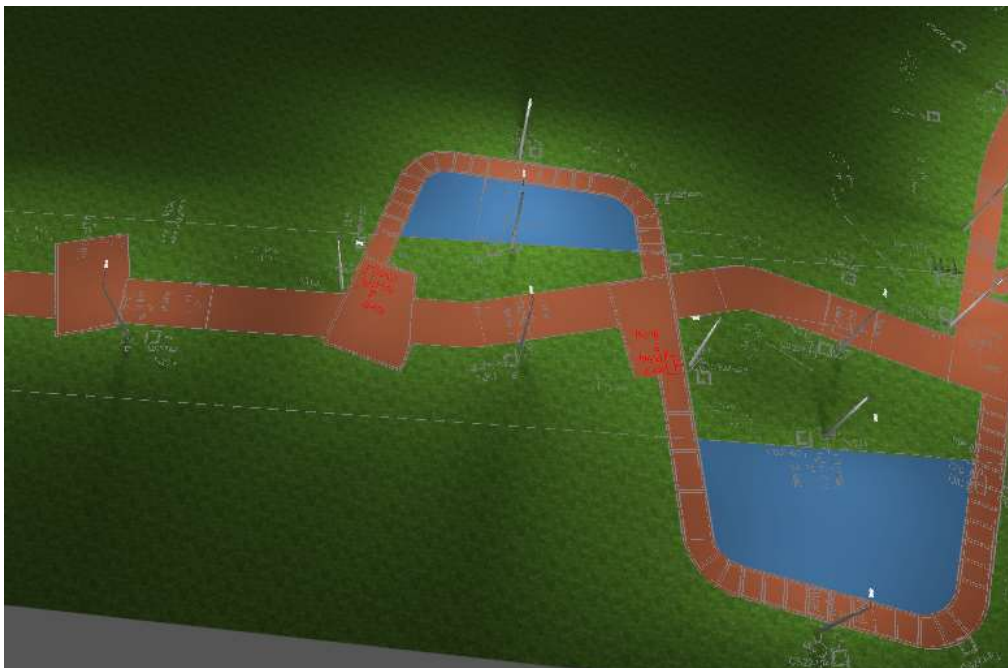
En las figuras 13 a 16 se observan los resultados que entrega Dialux en su módulo de informes, en el cual se puede revisar los listados totales de las luminarias utilizadas y su localización, en el anexo D se presenta el plano con los niveles de iluminación en escala de colores falsos lo cual es una herramienta muy importante ya que permite de manera rápida observa la uniformidad de la luz sobre las superficies de cálculo. Por ultimo y para mejorar la presentación de los informes es posible realizar un render en 3D completo de la escena de luz planificada donde se puede observar de manera más atractiva el diseño. Estos esquemas se presentan también en el anexo D junto con la localización de luminarias.

Figura 13 Imagen 3D de la zona de escenarios deportivos



Fuente: Elaboración propia Resultado simulación en Dialux Evo 9.0

Figura 14 Imagen 3D del sendero peatonal V-9



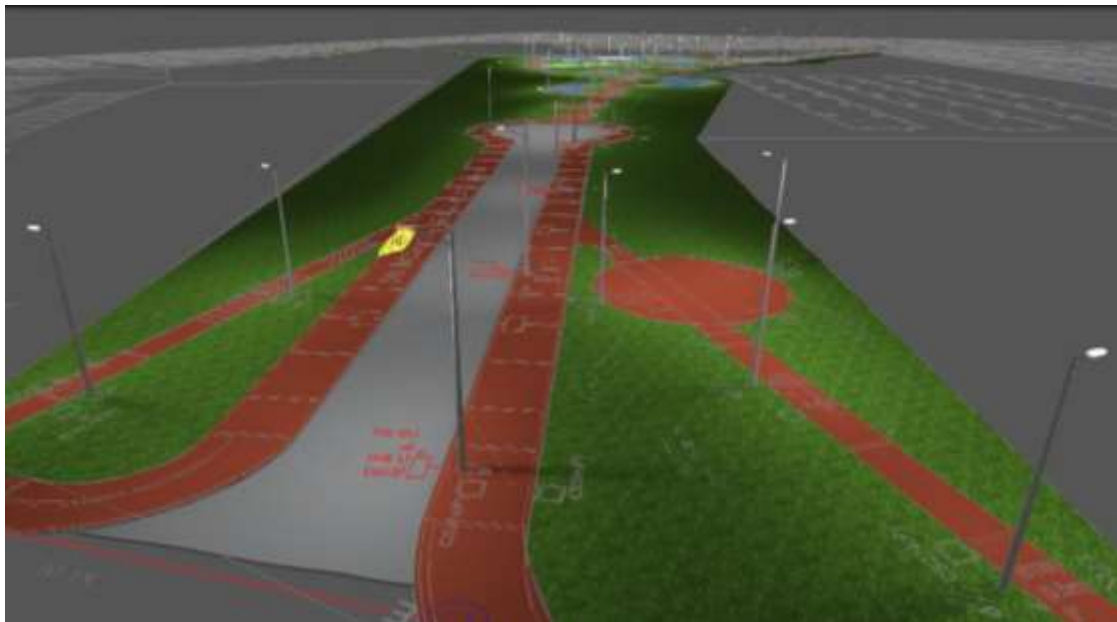
Fuente: Elaboración propia Resultado simulación en Dialux Evo 9.0

Figura 15 Sendero pista de trote



Fuente: Elaboración propia Resultado simulación en Dialux Evo 9.0

Figura 16 Vía Oriental V-7 y senderos peatonales



Fuente: Elaboración propia Resultado simulación en Dialux Evo 9.0

3.1.4 Lista detallada de luminarias para cada zona de trabajo con las especificaciones para su instalación.

A continuación, en la Tabla 30 se entregan los resultados finales de la planificación de cada punto para la instalación de la iluminación, para cada punto se indican los parámetros de localización con coordenadas de posicionamiento global tipo UTM, la altura de montaje, el tipo de luminaria, ángulo de inclinación y longitud del brazo metálico en el que se debe instalar.

Tabla 30 Datos para la instalación de cada luminaria.

ZONA	#	coordenadas	Tipo Poste	Altura Poste [m]	Potencia (W)	Longitud Brazo [m]	Altura de Montaje [m]	Angulo Inclinación (grados)
1.1	N1	4.506636, -74.103509	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.1	N2	4.506716, -74.103304	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.1	N3	4.506832, -74.103053	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.1	N4	4.506931, -74.102808	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.1	N5	4.506940, -74.102690	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.1	N6	4.507116, -74.102770	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.2	N7	4.506835, -74.103556	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.2	N8	4.506829, -74.103419	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.3	N9	4.506471, -74.103452	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.3	N10	4.506545, -74.103376	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.3	N11	4.506600, -74.103183	Concreto	10	71	1,5	8,4	5
1.3	N12	4.506680, -74.103304	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N13	4.507041, -74.102570	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N14	4.507081, -74.102426	Concreto	10	71	1,5	8,4	5
1.4	N15	4.507171, -74.102299	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.4	N16	4.507267, -74.101881	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N17	4.507292, -74.101763	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N18	4.507246, -74.101589	Concreto	10	71	1,5	8,4	5
1.4	N19	4.507220, -74.101457	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N20	4.507183, -74.102049	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.4	N21	4.507221, -74.101961	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N22	4.507171, -74.101324	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.4	N23	4.507237, -74.101177	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.4	N24	4.507147, -74.102164	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.5	N25	4.507233, -74.102189	Concreto	10	71	1,5	8,4	5
1.5	N26	4.507337, -74.102201	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.6	N27	4.507155, -74.101959	Concreto	10	71	1,5	8,4	5
1.6	N28	4.507155, -74.101839	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.6	N29	4.507043, -74.101912	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N30	4.507509, -74.101840	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N31	4.507629, -74.101759	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N32	4.507691, -74.101670	Concreto	10	61	0,5	8,4	5

ZONA	#	coordenadas	Tipo Poste	Altura Poste [m]	Potencia (W)	Longitud Brazo [m]	Altura de Montaje [m]	Angulo Inclinación (grados)
1.7	N33	4.507751, -74.101488	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N34	4.507461, -74.101767	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N35	4.507343, -74.101745	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N36	4.507344, -74.101589	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N37	4.507381, -74.101448	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N38	4.507510, -74.101367	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N39	4.507643, -74.101361	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N40	4.507426, -74.101711	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.7	N41	4.507354, -74.101879	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.8	N42	4.507535, -74.101657	Concreto	10	96	1,5	8,4	10
1.8	N43	4.507454, -74.101570	Concreto	10	96	1,5	8,4	10
1.8	N44	4.507590, -74.101445	Concreto	10	96	1,5	8,4	10
1.8	N45	4.507674, -74.101526	Concreto	10	96	1,5	8,4	10
1.9	N46	4.507791, -74.101219	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.9	N47	4.507671, -74.101136	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.9	N48	4.507537, -74.101140	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.9	N49	4.507556, -74.101282	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.9	N50	4.507675, -74.101366	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.9	N51	4.507811, -74.101351	Concreto	12	240	1,5	10,2	0
1.10	N52	4.507455, -74.101242	Concreto	10	82	1,5	10,2	10
1.10	N53	4.507406, -74.101172	Concreto	10	82	1,5	10,2	10
1.10	N54	4.507366, -74.101345	Concreto	10	82	1,5	10,2	10
1.10	N55	4.507298, -74.101259	Concreto	10	82	1,5	10,2	10
1.11	N56	4.507861, -74.101352	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.11	N57	4.507845, -74.101189	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.11	N58	4.507651, -74.101043	Concreto	10	61	0,5	8,4	5
1.11	N59	4.507510, -74.101068	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.11	N60	4.507510, -74.101068	Concreto	10	61	1,5	8,4	5
1.11	N61	4.507366, -74.101116	Concreto	10	71	0,5	8,4	0
1.11	N62	4.507421, -74.100931	Concreto	10	71	0,5	8,4	0
1.11	N63	4.507263, -74.100918	Concreto	10	71	0,5	8,4	0
1.12	N64	4.507830, -74.101094	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N65	4.507947, -74.101179	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N66	4.508087, -74.101270	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N67	4.508229, -74.101200	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N68	4.508357, -74.101072	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N69	4.508521, -74.101046	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N70	4.508659, -74.100973	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N71	4.508652, -74.100979	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N72	4.508818, -74.101013	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N73	4.508762, -74.101141	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N74	4.508675, -74.101350	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.12	N75	4.508560, -74.101973	Metálico	8	55	0,5	8	0
1.13	N76	4.506996, -74.100154	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.13	N77	4.507013, -74.100362	Concreto	12	61	1,5	10,2	5

ZONA	#	coordenadas	Tipo Poste	Altura Poste [m]	Potencia (W)	Longitud Brazo [m]	Altura de Montaje [m]	Angulo Inclinación (grados)
1.13	N78	4.507071, -74.100628	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.13	N79	4.507148, -74.100881	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.13	N80	4.507232, -74.101038	Concreto	12	61	1,5	10,2	5
1.13	N81	4.507064, -74.101107	Concreto	12	61	1,5	10,2	5

Fuente Elaboración propia de los resultados de Dialux

3.1.5 Resumen de luminarias por potencia con el cálculo del rendimiento lumínico.

En la Tabla 31 se presenta el resumen de las luminarias utilizadas en cada zona por potencia y se realiza el cálculo del rendimiento lumínico que es la relación entre los lúmenes instalados totales y la potencia total instalada. Manteniendo un promedio de 129 lm/w.

Tabla 31 Cálculo del rendimiento lumínico

Potencia de Lum (W)	Cant	Potencia Total(W)	Flujo Luminoso (lm)	Rendimiento Lumínico (lm/W)
55	12	660	83196	126,1
61	47	2867	370454	129,2
71	8	568	71848	126,5
82	4	328	40164	122,5
96	4	384	52960	137,9
240	6	1440	189174	131,4
Total	81	6247	807796	129,3

Fuente Elaboración propia

3.1.6 Resumen de cálculos para cada zona de trabajo

En la Tabla 32 se presenta el resumen de los niveles de iluminación promedio alcanzadas tras la simulación y la ubicación de las luminarias de manera eficiente en cada zona de estudio, teniendo en cuenta las modificaciones que se realizaron por temas de topográfica o de no viabilidad de la instalación por interferencias con otras redes del proyecto. El informe que exporta DIALUX se anexa de maneja digita en el CD que se entrega con todas las memorias de cálculos realizados en el presente proyecto.

Tabla 32 Resultado de iluminancia horizontal para cada zona de trabajo

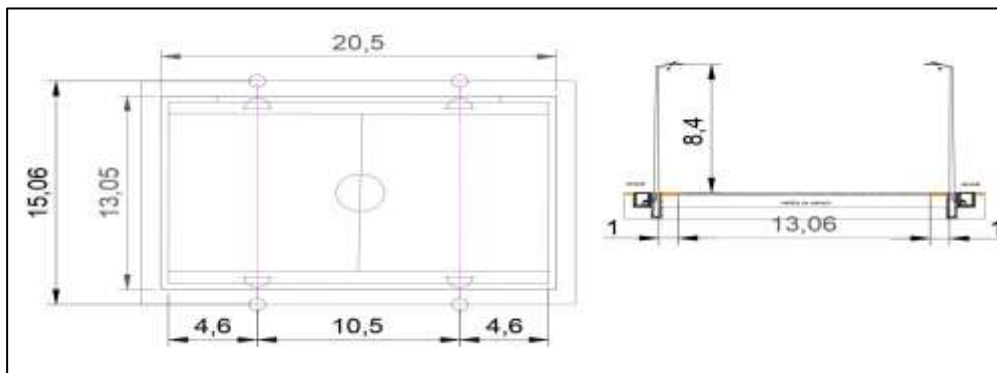
Zona	zonas de calculo	E prom (lx)	E min (lx)	E max (lx)	Uo (%) =Emin/Eprom
1.1	Vía Oriental Tipo V-7	19,8	7,84	31,8	0,35
1.2	Senderos N°1	23,1	12,6	32,3	0,55
1.3	Sendero N°2 Gimnasio 1	34,3	12,5	43,2	0,36
1.4	Sendero N°3 Central V9	31,2	13,4	52,3	0,43
1.5	Sendero N°4 Gimnasio 2	34,3	22,9	53	0,67
	Gimnasio 2	46,8	29,5	62,1	0,63
1.6	Sendero N°5 Juegos Infantiles 1	25,7	15,4	37,8	0,60
	Juegos Infantiles 1	32,6	20,9	41,5	0,64
1.7	Senderos Caballeras	55,4	26,9	102	0,49
1.8	Cancha múltiple	68,4	53,1	79,6	0,78
1.9	Patinódromo Pista	127	85,5	169	0,67
	Parte central	152	100	183	0,66
1.10	Cancha Microfutbol	68,4	53,1	79,6	0,78
1.11	Sendero N°6 Juegos Infantiles 2	62,3	21,9	150	0,35
1.12	Pista de trote	24,6	10,4	65,7	0,42
1.13	Vía Occidental Tipo V-7	20,7	8,21	40	0,40

Fuente Elaboración propia

3.1.7 Posicionamiento de las luminarias en los escenarios deportivos

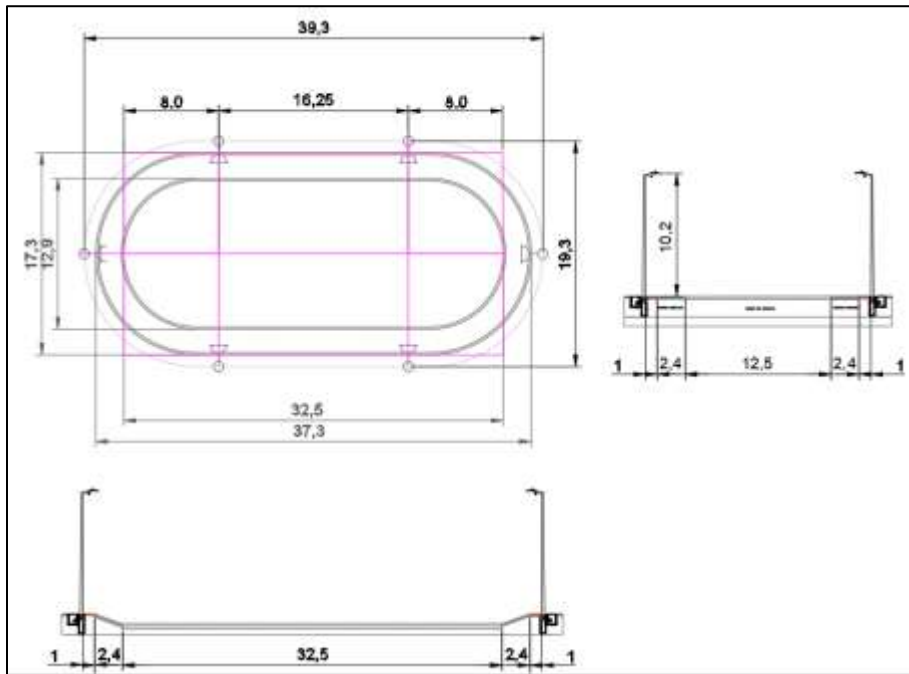
En la figura 17,18 y 19 se presenta el plano con las medidas de instalación de las luminarias en los escenarios deportivos esto por ser las zonas más importantes de proyecto y por especificaciones del IDRD se deben garantizar las interdistancias exactas y la separación mínima de 1 metros entre el poste y la zona de trabajo.

Figura 17 Ubicación de puntos luminosos



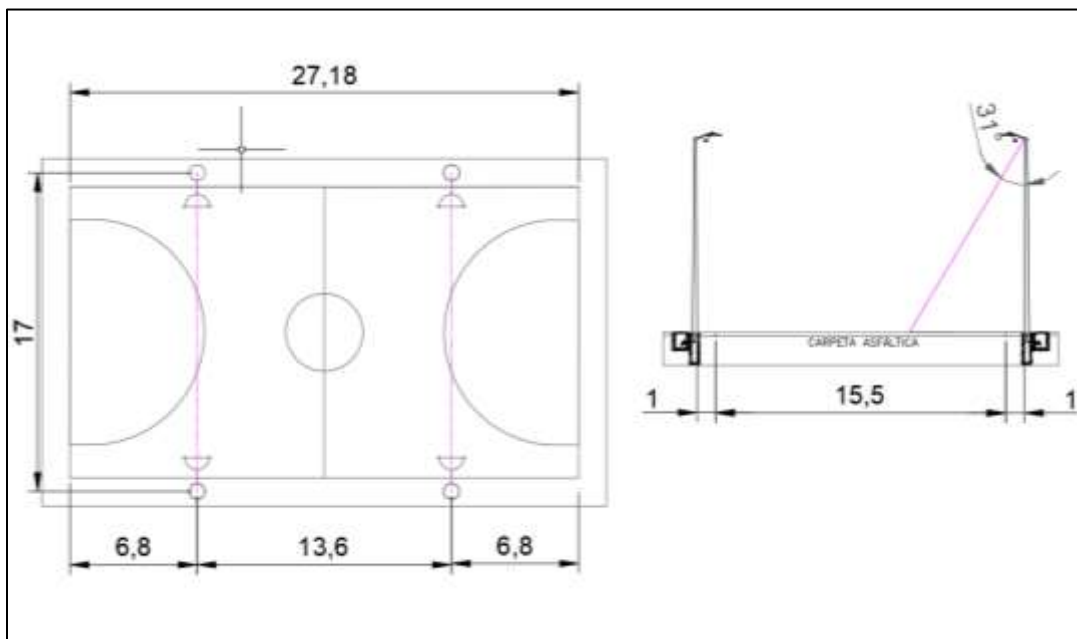
Fuente Elaboración propia

Figura 18 Ubicación de puntos luminosos pista de patinaje



Fuente Elaboración propia

Figura 19 Ubicación de puntos luminosos cancha múltiple



Fuente Elaboración propia

3.2 Elaboración de plano de diseño SERIE 6

Como se hizo referencia en el punto 1.1.5 del presente documento es necesario para la aprobación de las obras tanto eléctricas como civiles la elaboración de los planos de diseño con lo especificado en la guía técnica para la presentación de proyectos de conexión, en este caso una vez realizada la categorización del proyecto donde se validaron en terreno las diferentes tipos de áreas a iluminar y sus clasificaciones dentro del POT, también es importante revisar en detalle la topografía del área a intervenir, sus zonas ya construidas, posible alternativas de trazado para la obra civil, puntos de conexión eléctrica con la verificación en terreno y con información de la base de datos de CODENSA S.A. ESP se pueda validar la capacidad de potencia eléctrica para soportar la nueva carga proyectada.

Un segundo punto importante para la elaboración de los planos es identificar y estudiar las normas técnicas de construcción especificaciones técnicas de la infraestructura a instalar y consolidar esta información en los planos e indicar en un listado la descripción de cada equipo o elemento a instalar y la utilización de la simbología establecida para cada tipo de infraestructura la cual se especificó en el punto 1.1.5.1 del presente documento.

3.3 localización general de redes de M.T, B.T y A.P existentes.

En las inspecciones preliminares de la obra se realizó un levantamiento de las redes eléctricas existentes en la zona, con el fin de identificar el tipo de red existente (aérea, subterránea), (ver Tabla 33) y los transformadores de conexión llamados centro de distribución (**CD**) pertenencia con el fin de validar en la base de datos de CODENSA y validar su capacidad de carga instalada con la capacidad de carga disponible para soportar la solicitud de factibilidad del proyecto eléctrico ante CODENSA S.A. ESP

Tabla 33 Registro fotográfico de transformadores y redes existentes en el sector



Fuente: Elaboración propia

El resumen con los datos de los transformadores que se encuentran existente en la zona de obra se indica en la Tabla 34.

Tabla 34 Datos de transformadores existentes en el sector

CD _NOMBRE	PUNTO _FISICO	CODIGO _CTO	NOMBRE _CTO	MARCA	MODELO	CAP kVA	CONSTRUCCIÓN
20694	14582103	UM24	TENERIFE	SIEMENS	30-11.4-3	30	SOBRE APOYO HORMIGÓN
71084	7472002	UM24	TENERIFE	MAGNETRON	112.5- 11.4-3.0	113	SOBRE APOYO HORMIGÓN
71389	7542751	UM24	TENERIFE	SIEMENS	30 -11.4- 3.0	30	SOBRE APOYO HORMIGÓN
20682	296111	UM24	TENERIFE	TPL	25-11.4- 3.0	25	SOBRE APOYO HORMIGÓN

Fuente Elaboración propia adaptada de datos de la base de información CODENSA S.A.

La selección del punto de conexión se realizó bajo el criterio de capacidad de carga disponible y la distancia del transformador indicados en la Tabla 35, donde se indica que la concesión se realizara desde el CD 20694 el cual cuenta con un uso de 1.29% para la red de alumbrado público, indicando que de acuerdo con parámetros de uso se dispone de un 50 - 50% cuando son transformadores que también prestan el servicio de distribución para el servicio de energía a usuarios residenciales.

Tabla 35 Sección del transformador (CD) para la conexión del circuito

CD	CAP kVA	POTENCIA AP INSTALADA	CARGA AP INSTALADA Kva	FACTOR DE USO AP	DISTANCIA (m)
20682	25	490	0,45	1,80%	60
20694	30	1050	0,97	1,29%	30

Fuente Elaboración propia

El levantamiento realizado en terreno con la infraestructura de alumbrado público, redes de media tensión y de baja tensión se indica en la siguiente Figura 20, en la que se indican la ubicación de los transformadores, en el levantamiento se validó que no existen redes subterráneas por los cual se indica que punto de conexión se tendrá que realizar desde el poste ubicado en KR 7 F BIS ESTE con CL 87 SUR identificado con numero de infraestructura PF **3003785**.

Figura 20 Localización de redes existentes de M.T, BT y A.P.



Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Localización de redes proyectadas de B.T y A.P

En este punto del plano se deben indicar las obras civiles asociadas para la instalación de la red eléctrica de alumbrado público, se indica el punto de conexión desde el CD 20694 mediante la conexión LA 326 [9], se indica la localización del equipo de medida exclusivo con la especificación AE 305 [9], las canalizaciones se proyectan bajo la norma AP 207 con dos ductos PVC de (Ø3") pulgadas (un ducto principal y otro de reserva), y con construcción de cámara de inspección bajo la norma AP 274 [9], para los cambios de niveles del terreno o cambio de dirección dados los temas de topografía del terreno se proyectaron la construcción de cámaras de inspección de paso.

Los cables normalizados por CODENSA S.A ESP para esta clase de circuitos se indican en la Tabla 36 con el respectivo comparativo entre conductores en aluminio y de cobre.

Tabla 36 Tabla comparativa de conductores normalizados para circuitos A.P

CONDUCTOR EN ALUMINIO			CONDUCTOR EN COBRE		
Calibre AWG	Area mm ²	Clase	Calibre AWG	Área mm ²	Clase
4	25	THW	6	16	THW
2	35	THW	4	25	THW
1/0	50	THW	2	35	THW

Fuente: Elaboración propio adaptado de NTC 2050

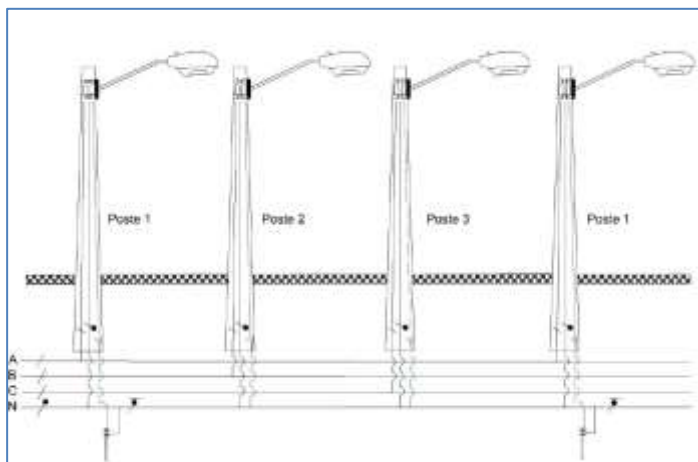
Por el alto índice de hurto y afectación de las redes no se instalan conductores en cobre para las redes de alumbrado público.

Los circuitos de alumbrado público subterráneo son trifásicos tetrafilares a 380/220 VAC derivados de transformadores exclusivos de alumbrado público de 30, 45 ó 75 KVA.

El conductor del neutro se aterriza en transformador y en las cajas de inspecciones cada tercer poste y al final del circuito de baja tensión. (ver Figura 21)

El conducto de puesta a tierra o conductor a tierra de la luminaria será del mismo calibre 14 AWG, de acuerdo con la NTC 2050 Tabla 250-95.

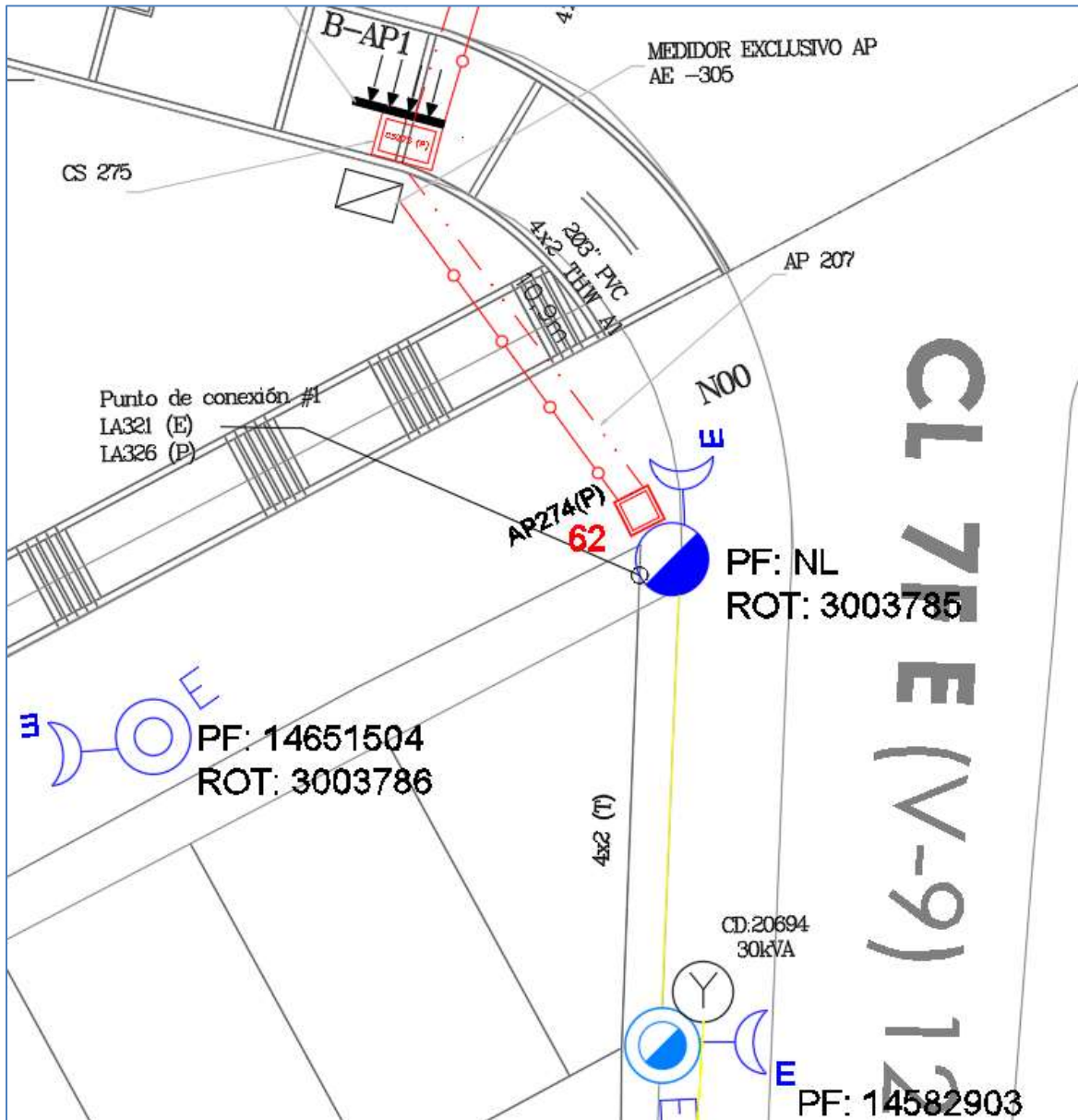
Figura 21 Conexión de puesta a tierra de AP exclusivo para poste en concreto.



Fuente: Adaptado de MUAP

En la Figura 22 se presente una sección del plano elaborador SERIE 6 indicando el punto de conexión, el plano completo en formato pliego se entrega como **Anexo E** del presente documento.

Figura 22 Sección de plano de localización de redes proyectadas del circuito de alumbrado publico



Fuente Elaboración propia

En el plano cada punto de iluminación proyectado se indica con las medidas de acuerdo con el diseño fotométrico, en la Figura 23 se realiza una acotación para realizar de manera correcta la interpretación del plano y lectura de los parámetros establecidos en diseños.

Figura 23 sección del plano de diseño SERIE 6



Fuente Elaboración propia

En la Figura 24 se indica la tabla con los datos del diseño fotométrico que se colocan a un costado de las áreas de cálculo con los niveles de iluminación diseñados.

Figura 24 Tabla de datos del diseño fotométrico (Calzadas Vehiculares V-7)

DISEÑO FOTOMÉTRICO CALZADAS V-7 ORIENTAL Y OCCIDENTAL		
MEMORIA DE CALCULO	CELSA 188-0032 vI	
LUMINARIA	CELSA SEPIALED	
POTENCIA	61 W	
ÁNGULO DE INCLINACIÓN	0°	
ALTURA DE MONTAJE	10.2 m	
BRAZO	AP806 1.5 m	
INTERDISTANCIA PROMEDIO	30 [m]	
FUENTE	LED	
FLUJO LUMINOSO	7882 lm	
TEMPERATURA DE COLOR	4000 K	
FACTOR DE MANTENIMIENTO	91%	
CLASIFICACIÓN	M5 [Tabla 510.3.a]	
RESULTADOS LUMINANCIA		
LUMINANCIA PROMEDIO (Lprom)	0.87 [Cd/m ²]	
UNIFORMIDAD GENERAL Uo(Lmín/Lprom)	63%	
DESLUMBRAMIENTO (II)	7.19	
RESULTADOS ILUMINANCIA		
ÁREA DE CÁLCULO	Emed [Lx]	Uo(Emín/Emed)
ACERA A	5.13	41%
CALZADA	20.5	40%
ACERA B	7.1	41%

Fuente Elaboración propia

4. Planificación y cronograma del proyecto

En el proceso de planificación de proyectos es indispensable determinar las unidades de medida de cada actividad y su costo, por ejemplo, para la canalización de la red subterránea se requiere conocer que se cobra por metro lineal, la mano de obra se calcula bajo esa misma unidad de medida. Para ese propósito se consideran varios elementos:

- El tipo de cuadrilla de ejecución
- El salario total de la cuadrilla
- El rendimiento en la ejecución del trabajo.
- Las condiciones para realizar el trabajo.

Los rendimientos que se consideran son los promedios, los cuales resultan del análisis de los datos de la ejecución en condiciones uniformes para la actividad, y del histórico de datos de la ejecución de otros proyectos similares. Esto se hace con ayuda de los ingenieros, supervisores y líderes de cuadrillas y son corroborados por el ingeniero residente del proyecto y el director de obra, con el fin de proyectar la duración del proyecto y establecer las metas de producción y tiempo de entrega a la constructora. Una vez aprobados los tiempos de ejecución se establecieron responsables y cantidades unitarios de material para cada actividad para tener como resultado el presupuesto de materiales y de la mano de obra.

4.1 Procedimientos para la determinar el precio unitario de la mano de obra.

- Definir claramente el ítem de ejecución en las actividades establecidas de acuerdo con las especificaciones del proyecto
- Definir la cantidad a ejecutar de cada ítem
- Determinar el tipo de cuadrilla básica a utilizar y hacer las cuentas de cuantas cuadrillas de ese tipo se requieren para realizar la ejecución total cantidad total del ítem en el plazo establecido que se pactó en dos meses.
- Calcular el valor del salario total de la cuadrilla o cuadrillas que se requieren.
- Determinar el rendimiento promedio en la ejecución de la actividad de cada cuadrilla.
- Determinar la medida de seguridad y EPP que deben usar los trabajadores en la ejecución de la actividad y determinar la incidencia en el rendimiento de esta previsión.
- Confirmar la disponibilidad de materiales y equipo y su estado antes de la cada utilización mediante el diligenciamiento de formatos de inspección previa.
- Realizar seguimiento diario de las actividades reuniones semanales para validar los avances y las desviaciones en la ejecución.

4.2 Rendimiento de la mano de obra.

La mano de obra se aplica para realizar una actividad durante la jornada laboral en rendimiento se entiendo como la cantidad de labor u obra sobre esa actividad realizada en la jornada. Por ejemplo, en la canalización de red eléctrica con tubería bajo la norma CODENSA AP 207, la cantidad en la jornada de 8 horas (1 día) realiza 24 m, por lo tanto, su rendimiento en la actividad se puede calcular con la ecuación 10.

$$Rto = 24 \text{ m/día}$$

(10)

Existen varias formas de expresar las unidades de rendimiento, pero teniendo en cuenta que se realizó la agrupación en actividades principales y se establecerán los grupos operativos por tipo de cuadrilla se utilizara para el cálculo de la duración del proyecto. En la Tabla 37 se presenta las actividades y sus cantidades para la ejecución del proyecto.

Tabla 37 Cantidades de Obra

Ítem	ACTIVIDAD	Cantidad	Un
1	Canalización banco de ductos AP207	1281	m
2	Construcción de cámaras de Inspección AP274	118	UN
3	Construcción de cámaras de inspección CS275	2	UN
4	Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802	12	UN
5	Instalación de Barrajes AP802	2	UN
6	Instalación de Postes en concreto AP801	68	UN
7	Instalación de poste metálicos AP802	12	UN
8	tendido de cable subterránea en Al # 2	160	M
8,1	tendido de cable subterránea en Al # 4	5193	M
9	Instalación de luminarias	81	UN
10	Conexión red subterránea a red aérea LA326	1	m

Fuente: Elaboración propia

Estas cantidades de obra se obtiene del análisis e interpretación de los planos elaboración en los cuales se verificaron las distancias en metros para cada tramo en terreno. De igual manera se realizar la verificación de norma técnica de CODENSA S.A. para establecer la cantidad de materiales por tipo de actividad.

En la Tabla 38 se presente la organización y conformación de los grupos operativos o cuadrillas.

Tabla 38 Conformación de cuadrillas

Cuadrilla Tipo	Integrantes
A	30 % maestro + 1 oficial +2 Ayudantes
B	30% maestro + 1 oficial +1 Ayudantes
B	30% maestro + 1 oficial +1 Ayudantes
C	10% maestro + 1 oficial
D	1 líder de eléctrico + 1 operario eléctrico
E	1 líder eléctrico + 2 Aparejadores + 1 operario eléctrico
E	1 líder eléctrico + 2 Aparejadores + 1 operario eléctrico
F	1 líder eléctrico + 1 operario eléctrico + 1 Auxiliar
F	1 líder eléctrico + 1 operario eléctrico + 1 Auxiliar
F	1 líder eléctrico + 1 operario eléctrico + 1 Auxiliar
D	1 líder eléctrico + 1 operario eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

En la Tabla 39 se realiza la asignación de la cuadrilla según el tipo de actividades del proyecto y los rendimientos para las actividades.

Tabla 39 Rendimientos por unidad para cada actividad

Ítem	Actividad	Tipo	Rendimiento	UM
1	Canalización banco de ductos AP207	A	24	m/día
2	Construcción de cámaras de Inspección AP274	B	1	un/día
3	Construcción de cámaras de inspección CS275	B	0,75	un/día
4	Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802	C	2	un/día
5	Instalación de Barrajes AP802	D	2	un/día
6	Instalación de Postes en concreto AP801	E	4	un/día
7	Instalación de poste metálicos AP802	E	6	un/día
8	tendido de cable subterráneo en Al # 2	F	300	m/día
8,1	tendido de cable subterráneo en Al # 4	F	300	m/día
9	Instalación de luminarias	F	8	un/día
10	Conexión red subterránea a red aérea LA326	D	2	un/día

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 40 se realiza el cálculo para establecer el número de cuadrillas por actividad.

Tabla 40 Calculo de numero de cuadrilla requerido

Ítem	Cant.	Un	Tipo Cuadrilla	Rto	UN	Nº Cuadrillas	Tiempo Ejecución (días)
1	1281	m	A	24	m/día	2	26,7
2	118	un	B	1	un/día	4	29,5
3	2	un	B	0,75	un/día	1	2,7
4	12	un	C	2	un/día	1	6,0
5	2	un	D	2	un/día	1	1,0
6	68	un	E	4	un/día	1	17,0
7	12	un	E	6	un/día	1	2,0
8	160	m	F	300	m/día	1	0,5
8,1	5193	m	F	300	m/día	1	17,3
9	81	un	F	8	un/día	1	10,1
10	1	un	D	2	un/día	1	0,5

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, en la Tabla 41 se realiza la valoración económica del costo de cada cuadrilla con un valor de carga prestacional de 42% en cual incluye pago de seguridad social, fondo de pensiones, y previsión prestaciones social al momento de liquidar al personal una vez terminada la obra, es importante contemplar este costo desde el principio para no tener que afectar la utilidad del proyecto en su cierre.

Tabla 41 Salarios por cargo

Cargo	Salarios SMLVM	Salario Mínimo 2020 \$ 980.657	Salario con Carga prestacional
Maestro de obra	3	\$ 2.941.971	\$ 4.177.599
Oficial de obra	2	\$ 1.961.314	\$ 2.785.066
Ayudante de obra	1	\$ 980.657	\$ 1.392.533
Líder Eléctrico	3	\$ 2.941.971	\$ 4.177.599
Operario Eléctrico	2,5	\$ 2.451.643	\$ 3.481.332
Aparejador	2	\$ 1.961.314	\$ 2.785.066

Fuente: Elaboración propia

SMLVM (Salario mínimo legales vigentes mensual)

De acuerdo con la conformación del tipo de cuadrilla el costo mensual, por día, por hora por mano de cada cuadrilla sería el siguiente ver Tabla 42 y en la Tabla 43 el presupuesto de mano de obra con relación a los días requeridos para cada actividad.

Tabla 42 Costo neto por tipo de cuadrilla

Tipo Cuadrilla	Costo Mensual	Costo Diario \$mes / 30	Costo Hora \$mes/240
A	\$ 6.823.411,41	\$ 227.447,05	\$ 28.430,88
B	\$ 5.430.878,47	\$ 181.029,28	\$ 22.628,66
C	\$ 3.202.825,76	\$ 106.760,86	\$ 13.345,11
D	\$ 7.658.931,17	\$ 255.297,71	\$ 31.912,21
E	\$ 13.229.062,93	\$ 440.968,76	\$ 55.121,10
F	\$ 10.443.997,05	\$ 348.133,24	\$ 43.516,65

Fuente: Elaboración propia

Tabla 43 Resumen general del presupuesto de mano de obra.

Ítem	Cant.	Un	Cuadrilla Tipo	Rto	UN	Nº Cuadrillas	Tiempo Ejecución (días)	Costo por tipo Cuadrilla/día	Costo Mano de obra
1	1281	m	A	24	m/día	2	26,7	\$ 227.447,05	\$ 6.069.993,06
2	118	un	B	1	m/día	4	29,5	\$ 181.029,28	\$ 5.340.363,82
3	2	un	B	0,75	m/día	1	2,7	\$ 181.029,28	\$ 482.744,75
4	12	un	C	2	m/día	1	6,0	\$ 106.760,86	\$ 640.565,15
5	2	un	D	2	m/día	1	1,0	\$ 255.297,71	\$ 255.297,71
6	68	un	E	4	m/día	1	17,0	\$ 440.968,76	\$ 7.496.468,99
7	12	un	E	6	m/día	1	2,0	\$ 440.968,76	\$ 881.937,53
8	160	m	F	300	m/día	1	0,5	\$ 348.133,24	\$ 185.671,06
8,1	5193	m	F	300	m/día	1	17,3	\$ 348.133,24	\$ 6.026.186,30
9	81	un	F	8	m/día	1	10,1	\$ 348.133,24	\$ 3.524.849,00
10	1	un	D	2	m/día	1	0,5	\$ 255.297,71	\$ 127.648,85

Fuente: Elaboración Propia

Con esta planificación se realiza la programación de actividades en el cronograma para establecer las tareas que se pueden ejecutar de manera paralela según la dependencia con otras actividades relacionadas (ver Tabla 44).

Tabla 44 Planificación de las actividades

Descripción de la etapa	(días)	Tarea dependiente
Canalización banco de ductos AP207	27	No Aplica
Construcción de cámaras de Inspección AP274	30	1
Construcción de cámaras de inspección CS275	3	1
Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802	6	2
Instalación de Barrajes AP802	1	3
Instalación de Postes en concreto AP801	17	1
Instalación de poste metálicos AP802	2	4
Instalación de red subterránea #2	1	1
Instalación de red subterránea #4	18	2
Instalación de luminarias	11	9
Conexión LA326 Salidas subterráneas	1	10

Fuente: Elaboración Propia

Estableciendo como fecha de inicio del proyecto el 8/08/2020 en la Tabla 45 se establecen las siguientes fechas y responsable de cada ejecución.

Tabla 45 Programación de actividades y responsables

N°	Descripción de la etapa	(días)	Comienzo	Fin	Responsable
1	Canalización banco de ductos AP207	27	08/08/20	03/09/20	Ing. Fredy Suspes
2	Construcción de cámaras de Inspección AP274	30	11/08/20	09/09/20	Ing. Fredy Suspes
3	Construcción de cámaras de inspección CS275	3	31/08/20	02/09/20	Ing. Fredy Suspes
4	Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802	6	04/09/20	09/09/20	Ing. Giovanni Buitrago
5	Instalación de Barrajes AP802	1	03/09/20	03/09/20	Ing. Néstor Martínez
6	Instalación de Postes en concreto AP801	17	22/08/20	07/09/20	Ing. Giovanni Buitrago
7	Instalación de poste metálicos AP802	2	12/09/20	13/09/20	Ing. Néstor Martínez
8	tendido de cable subterráneo en AI # 2	1	04/09/20	04/09/20	Ing. Néstor Martínez
8,1	tendido de cable subterráneo en AI # 4	18	09/09/20	26/09/20	Ing. Néstor Martínez
9	Instalación de luminarias	11	19/09/20	29/09/20	Ing. Giovanni Buitrago
10	Conexión red subterránea a red aérea LA326	1	30/09/20	30/09/20	Ing. Giovanni Buitrago

Fuente: Elaboración Propia

Estas fechas fueron presentadas al Ingeniero Director del proyecto Jhon Alexander Molina que dio su visto bueno y estableció con el ingeniero residente del proyecto Fredy Suspes y con la interventoría del proyecto a cargo de APIROS los controles necesarios para el cumplimiento de las misma y una reunión de comité de obra de manera semanal donde cada responsable del proyecto debía llevar sus avances y novedades con los respectivos planes de acción en caso de requerirse. La filosofía no es llevar problemas si no soluciones y garantizando el cumplimiento de todos los protocolos de bioseguridad por la emergencia COVID – 19.

En el **Anexo F** se relacionan los materiales y las cantidades requeridas por cada unidad de actividad de trabajo con las cantidades totales de acuerdo con el proyecto junto con el presupuesto detallado del proyecto.

Por último, se obtiene la información necesaria para elaborar el presupuesto detallado de las obras civiles, eléctrica y de instalación de red de alumbrado público del proyecto en Reserva San David. Los cuales si indican en el Anexo F del presente documento. A continuación, en la Tabla 46 se presenta el resumen del presupuesto.

Tabla 46 Presupuesto general del proyecto

Presupuesto del Proyecto Reserva San David				
Datos Empresa:		Datos cliente:		
Nombre:	INVERSIONES G&R SAS	Nombre:	JOSE GIOVANNY BUITRAGO	
Dirección:	POR YECTO RESERVA SAN DAVID	Dirección:	CL 63 SUR # 64 -90	
Teléfono:		Teléfono:	3112709338	
Fecha presupuesto:	07-10-2020	Validez:		
DESCRIPCIÓN	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	TOTAL
Estudiante Jose Giovanni Buitrago	\$ 3.630.000,00	5%	\$ 3.448.500,00	\$ 3.448.500,00
INVERSIONES G&R SAS - MATERIALES	\$ 218.160.006,69		\$ 218.160.006,69	\$ 218.160.006,69
Universidad Antonio Nariño (Aseorias)	\$ 800.000,00		\$ 800.000,00	\$ 800.000,00
INVERSIONES G&R SAS - MANO DE OBRA	\$ 218.160.006,69		\$ 218.160.006,69	\$ 218.160.006,69
Otros	\$ 9.368.000,00		\$ 9.368.000,00	\$ 9.368.000,00
	\$ -		\$ -	\$ -
TOTAL BRUTO				\$449.936.513
5%	ADMINISTRACION			\$22.496.826
10%	IMPREVISTOS			\$44.993.651
5%	UTILIDAD			\$22.496.826
I.V.A. %		19%		\$4.274.397
TOTAL				\$454.210.910

Fuente: Elaboración propia

4.3 Mediciones de los niveles de iluminación

En el siguiente punto se presentan los resultados de las mediciones realizadas en terreno de acuerdo con procedimiento de medición en la NTC 900 en el punto 9.1.2 (Medición de iluminancia) el cual está adaptado en la publicación CIE 104-2000.

Para realizar la evaluación de área de medición se debe tener las siguientes características:

- El instrumento de medición (luxómetro) debe contar con certificado de calibración vigente.
- La zona que se escoge para evaluar no debe tener obstáculos que afecten su iluminación por sombras como árboles, vallas etc.
- La calzada no debe presentar imperfecciones, baches u ondulaciones.
- Evitar mediciones en zonas con alto nivel de inseguridad por delincuencia.
- Que no tengan aporte de fuentes de iluminación externa.
- Se deben relacionar los datos de instalación de las luminarias: altura de montaje, longitud del brazo, ángulo de inclinación, ancho de vía y las interdistancias.
- Validar la tensión alimentación y tipo de instalación de la red (aérea o subterránea)
- Registrar las condiciones atmosféricas.
- Evitar medidas con el piso mojado.
- La luminaria debe tener un mínimo de 100 horas de uso aproximadamente 8 días.
- Marcar en terreno los puntos con tiza blanca.
- Escoger tramos rectos que permitan una adecuada visualización.
- En el informe de medición realiza un plano o grafico con las medidas en planta que indiquen en ancho de calzada, interdistancias de las luminarias a evaluar.

De acuerdo con lo anterior se realizó la medición en terreno tomando la lectura con el luxómetro de acuerdo con las interdistancias calculadas entre punto para cada tramo seleccionado, con el registro de los niveles de iluminancia se realizó la tabulación en el formato en la hoja de cálculo diseñada con el fin de calcular la (E_{prom}) Iluminancia promedio, (E_{min}) iluminancia mínima, (E_{max}) iluminancia máxima, y el factor de uniformidad del tramo. Ver Figura 25.

Posterior a estos cálculos se consolidado la información en la Tabla 47 para realizar el comparativo de los datos y cálculo del error con respecto a los datos de diseño y de simulación entregados en el software Dialux.

Figura 25 Formato para el informe de mediciones de Iluminancia para cada zona

Luxómetro Marca/Ref./NºSerie:									
Responsable de la medición Jose Giovanni Buitrago									
Fecha: 8/10/2020			Hora: 20:00			Clima Despejado			
Sitio de la medición: 1.1 Vía Oriental Tipo V-7									
D=S/N									
D/2									
S = 26,6									
W = 7									
2 ← 3									
N= Numero de punto	10	m	Eprom		12,72	lx			
D= Espaciamiento x	2,7	m	Emin		9,1	lx			
d= Espaciamiento y	2,3	m	Emax		17	lx			
D/2= Distancia primer punto	1	m	Uo		72%				
2 Nº Luminaria					3 Nº Luminaria				
Marca		CELSA S.A.			Marca		CELSA S.A.		
Referencia		SEPIA LED			Referencia		SEPIA LED		
Potencia		61 w			Potencia		61 w		
Altura de montaje		10,2 m			Altura de montaje		10,2 m		
Angulo de Inclinación		5 °			Angulo de Inclinación		5 °		
Longitud de brazo		1,5 m			Longitud de brazo		1,5 m		
Tensión		220 vac			Tensión		220 vac		

Fuente: Elaboración propia.

El informe completo de las mediciones de todas las zonas se adjunta en el **Anexo G**

Tabla 47 Consolidado de resultados y Calculo de Desviación con respecto a los niveles exigidos por el RETILAP

DATOS DEL PROYECTO				REQUISITOS RETILAP					RESULTADOS SIMULACION DIALUX					MEDICIONES EN CAMPO					RESULTADOS		
Item	Frete de trabajo	Área [m2]	Tipo de Vía POT	Clase Iluminación	Eprom=Luxes	Emin	Uo=>[%]	Potencia Watt	E prom (lx)	E min (lx)	E max (lx)	Uo (%) =Emin/Eprom	UL=Emin/Emax	Eprom	Emin	Emax	Uo	UL	% Error	DPEA	Uo
1.1	Vía Oriental Tipo V-7	900	V-7	M5	9	7,5	40	366	19,8	6,84	31,8	0,35	0,22	12,7	9,1	17	71,54	0,54	41%	0,41	CUMPLE
1.2	Senderos N°1	86,82	V-9	P1	20	7,5	33	122	23,1	12,6	32,3	0,55	0,39	24,5	23	28	93,88	0,82	23%	1,41	CUMPLE
1.3	Sendero N°2 Gimnasio 1	227	V-9	P1	20	7,5	33	254	34,3	12,5	43,2	0,36	0,29	25,2	24	27	95,39	0,89	26%	1,12	CUMPLE
1.4	Sendero N°3 Central V9	908,9	V-9	P1	20	7,5	33	752	31,2	13,4	52,3	0,43	0,26	25,2	21	29	83,47	0,72	26%	0,83	CUMPLE
1.5	Sendero N°4 Gimnasio 2	76,28	V-9	P1	20	7,5	33	132	34,3	22,9	53	0,67	0,43	29,6	12,1	46,2	40,88	0,26	48%	1,73	CUMPLE
1.6	Sendero N°5 Juegos Infantiles	97,3	V-9	P1	20	7,5	33	193	25,7	15,4	37,8	0,60	0,41	32,5	13,1	45,4	40,31	0,29	63%	1,98	CUMPLE
1.7	Senderos Caballeras	517,6	V-9	P1	20	7,5	33	732	31,9	11	62,5	0,34	0,18	27,0	26	28	96,30	0,93	35%	1,41	CUMPLE
1.8	Cancha múltiple	421,6	Cancha	C0	50	50	40	384	68,4	53,1	79,6	0,78	0,67	55,8	44	63	78,92	0,70	12%	0,91	CUMPLE
1.9	Patinódromo	580	Patinódromo	C0	80	50	40	1440	152	100	183	0,66	0,55	106,6	70	131	65,65	0,53	33%	2,48	CUMPLE
1.10	Cancha Microfutbol	258	Cancha	C0	50	50	40	328	68,4	53,1	79,6	0,78	0,67	67,8	49	66	72,32	0,74	36%	1,27	CUMPLE
1.11	Sendero N°6 Juegos Infantiles	721,3	V-9	P1	20	7,5	33	518	62,3	21,9	70	0,35	0,31	27,5	24	33	87,27	0,73	38%	0,72	CUMPLE
1.12	Pista de trote	653	V-9	P1	20	7,5	33	660	24,6	10,4	28	0,42	0,37	23,0	18	27	78,26	0,67	15%	1,01	CUMPLE
1.13	Vía Occidental Tipo V-7	838	V-7	M5	9	7,5	40	366	20,7	8,21	40	0,40	0,21	11,8	7,8	19	66,10	0,41	31%	0,44	CUMPLE

Fuente: Elaboración propia

Nota para el criterio de cumplimiento de la uniformidad general el RETILAP exige un mínimo del 40%, en promedio el diseño entrega una uniformidad del 75%.

El criterio de DPEA tiene como criterio la valoración del RETILAP en la Tabla 510.6.1 Valores mínimos de densidad de potencia eléctrica para el alumbrado para la evaluación del uso racional de la energía.

Como se puede observar en la Tabla 47 se presente el resumen de las mediciones y las desviaciones con respecto a los niveles promedio de iluminancia y coeficiente de uniformidad general, en los cuales se puede resaltar algunas observaciones:

- Todos los niveles de iluminación verificados en campo cumplen los niveles mínimos de iluminación exigidos.
- Contemplando una depreciación lumínica de los senderos de 0,9 en el tiempo se puede observar que los niveles de iluminancia se mantendrían dentro de los límites.
- En todos los sectores la uniformidad general se cumple las exigencias de $U_0 \leq 40\%$, lo cual indica que no se evidencian zonas oscuras en el diseño manteniendo una uniformidad general promedio de todo el proyecto en un 75%.
- se evidencio que los sectores donde se puede realizar algún ajuste en cuanto la potencia de las luminarias son la pista de trote y la cancha múltiple, las cuales a pesar de cumplir con los niveles de iluminancia están al límite del diseño.
- En la pista de patinaje se obtuvieron niveles de iluminancia para elevar el nivel del escenario a nivel de entrenamiento, lo cual se resalta en el proyecto y brindaría la posibilidad de fomentar deportes como el patinaje en el sector favoreciendo la economía y auto sostenimiento del parque al vincular escuelas de formación deportiva.
- Las mediciones en terreno fueron registradas con un Luxómetro marca YOKOGAWA con su respectivo certificado de calibración el cual se adjunta en el **Anexo H** del presente documento.
- Se evidencia el cumplimiento de los niveles densidad de potencia eléctrica expresada en $DPEA = (\text{carga total conectada para alumbrado [W]} / \text{Área Total Iluminada [m}^2])$ para los senderos peatonales y las vías según su ancho en metros de acuerdo con la potencia eléctrica de las luminarias instaladas.

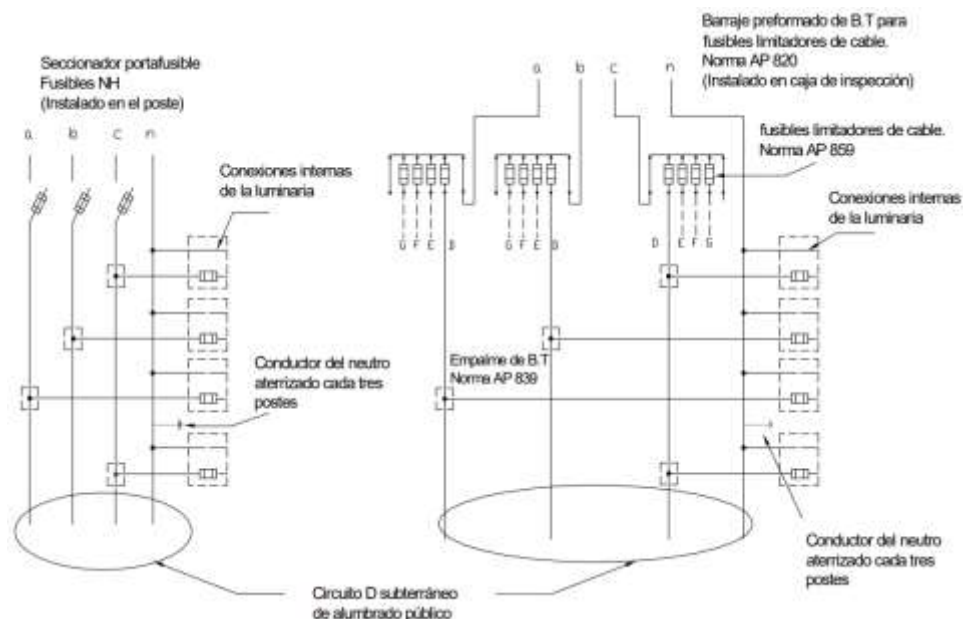
5. Memoria de cálculos

A continuación, se presentan los cálculos eléctricos para soportar los diseños fotométricos.

5.1 Balance de cargas

Para el desarrollo de la conexión eléctrica se utiliza un circuito trifásico de 220VAC conectado del transformador existente CD 20694 instalado en poste con una capacidad de 30KVA cuya capacidad de carga se validó en la base de datos de Enel Codensa y se encuentra con 29% de uso. La carga que se incorporara al circuito de alumbrado público es de 6.25 KW para la construcción del circuito subterráneo se realiza con base a la norma AP 172 de Codensa de la cual se indica el diagrama unifilar en la Figura 26.

Figura 26 Diagrama de un circuito subterráneo de alumbrado público de vías arterias v0-v1-v2-v3 tensión 380/220 v y 480/277 v



Fuente: Norma Técnica Enel Codensa AP 172 [9]

Dada la extensión del proyecto se realiza una división en dos circuitos en el que cada circuito se interconecta a la caja de barrajes preformados de baja tensión de acuerdo con la norma AP 820 con fusibles limitadores de corriente de 70 A de acuerdo con la norma AP859 de acuerdo con el conductor usado para los ramales del circuito en aluminio Al AWG # 4 con recubrimiento serie XLPE monopolar de AA 8000 90° el cual ofrece una condiciones óptimas de flexibilidad y protección para redes subterráneas. El certificado de calidad se adjunta en el **Anexo I**.

Las distribuciones de las cargas para cada circuito y conexión fase a fase se relacionan en la Tabla 48 calculo basado en lo indicado en el texto del Ingeniero Sebastian López [12].

Tabla 48 Distribución de cargas por fases

Circuito	Longitud (m)	Potencia (W)
1	898,7	4176
A B	175,4	1351
A C	153,7	1423
B C	152,5	1402
PASOS	417,1	
2	372	2071
A B	152,6	812
A C	119	655
B C	100,4	604
BARRAJE		
PRINCIPAL BAR1	37	
ABCN	37	
Total	1307,7	6247

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 49 se hace el inventario de las luminarias y sus potencias que se instalan en el circuito para conocer la carga en watios total.

Tabla 49 Inventario de luminarias

Potencia de Lum (W)	Cant	Potencia Lum_ (W)
55	12	660
61	47	2867
71	8	568
82	4	328
96	4	384
240	6	1440
Total	81	6247

Fuente: Elaboración propia

5.2 Cálculo de regulación y caída de tensión [16]

Se realizar el cálculo de la carga en KVA con la información del factor de potencia que entrega el fabricante de las luminarias CELSA S.A. de 0,95 con la ecuación 11, tomada de [16]

$$Carga\ KVA = \frac{Potencia\ Luminaria\ W}{Factor\ de\ potencia\ Luminaria} \quad (11)$$

La corriente de cada luminaria se calcula con la ecuación 12 con una tensión de alimentación de 220 VAC.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * Cos\ \emptyset * V} \quad (12)$$

I = Intensidad en amperios

P = Potencia de luminaria

V = tensión de alimentación

Cos Ø= Factor de potencia (0,95 luminarias led)

Para los circuitos 1 y 2 se optiene los siguientes resultados (ver Tabla 50) de acuerdo con las luminarias conectadas.

Tabla 50 Calculo de cargas y corriente para cada circuito

Potencia (W) - Corriente (A) Luminarias										
CTO 1	55	61	71	82	240	Cant	Potencia W	Carga kVA	I (A)	I * 1,25
I(A) luminaria	0,15	0,17	0,20	0,23	0,66					
A-B	4	7	2	1	2	16	1351	1,42	3,73	4,67
A-C	4	8	1	2	2	17	1423	1,50	3,93	4,91
B-C	4	9	1	1	2	17	1402	1,48	3,87	4,84
Voltaje:	220	FP	0,95	Raiz(3)	1,73	50	4176	4,40	11,54	14,42

Potencia (W) - Corriente (A) Luminarias										
CTO 2	61	71	96			Cant	Potencia W	Carga kVA	I (A)	I * 1,25
I(A) luminaria	0,17	0,20	0,27	0,00	0,00					
A-B	9	1	2			12	812	0,85	2,24	2,80
A-C	8	1	1			10	655	0,69	1,81	2,26
B-C	6	2	1			9	604	0,64	1,67	2,09
Voltaje:	220	FP	0,95	Raiz(3) =	1,73	31	2071	2,18	5,72	7,15

Fuente: Elaboración propia

Se multiplica el factor de la corriente por el 1.25 para contar con un nivel de sobrecarga al inicio de la operación. Para el cálculo de regulación se debe calcular la impedancia eficaz del conductor la NTC 2050 indica el cálculo de la impedancia eficaz con la ecuación 13.

$$Z_{EF} = Req * \cos\phi + X_L \sin\phi \quad (13)$$

Donde:

ϕ = es el Angulo del factor de potencia del circuito

Req = Resistencia a CA del conductor [ohm/Km]

X_L = Reactancia inductiva [ohm/Km]

Los valores de Req y X_L se obtienen de las tablas de las constantes de regulación indicadas por Codensa, las constantes para el conductor monopolar en Aluminio para redes subterráneas de alumbrado público se presentan en la Tabla 51.

Tabla 51. Constantes de regulación para cable de MT Y BT

enel		CONSTANTES DE REGULACIÓN							
TIPO	APLIC	Calibre [AWG o Kcmil]	R Equiv [Ω/Km]	XL [Ω/Km]	K [%/kVA-m]	In. Subt. [A]	Tensión de servicio [V]	Material	Sistema
Conductor Monopolar THW	Red de B.T subterránea en ductos para AP	500	0,12777	0,08797	1,06187E-04	310	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		400	0,15971	0,08963	1,26597E-04	270	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		350	0,18252	0,09071	1,41139E-04	250	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		250	0,25552	0,09365	1,87529E-04	205	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		4/0	0,30190	0,09311	2,16270E-04	180	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		2/0	0,48005	0,09754	3,28644E-04	135	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		1/0	0,60527	0,10005	4,07446E-04	120	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		1	0,76326	0,10230	5,06592E-04	100	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		2	0,96252	0,10230	6,30790E-04	90	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		4	1,53048	0,10783	9,86449E-04	65	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
		6	2,43381	0,11421	1,55139E-03	50	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos
8	3,86873	0,12162	2,44797E-03	40	380/220	ALUMINIO	3φ, 4 hilos		

Fuente: Enel Codena [13]

A continuación, se realiza el cálculo del porcentaje de caída de tensión de acuerdo con la Sección 210-19, de norma NTC 2050 indica que para circuitos de alumbrado público en los que por temas de distancia no se debe superar un 5%.

La caída de tensión (ΔV) se calcula mediante las siguientes ecuaciones 14 y 15 tomadas de la NTC 2050 [14]

Para el cálculo de la Caída de tensión en sistemas trifásicos se realiza mediante la ecuación 14

$$\Delta V_{FASE-FASE} = \sqrt{3} * Z_{EF} * L * I \quad (14)$$

L= Longitud del conductor

I = Corriente que demanda el circuito

Z_{EF} = Impedancia Efectica del conductor

Para le cálculo de la impedancia efectiva se requiere consultar las constantes de regulación de la parte resistiva y la parte reactiva del conductor los cuales se indican en la tabla 51.

$$Z_{EF} = Req \cos \emptyset + X_L \text{ sen } \emptyset \quad (15)$$

La regulación o porcentaje de caída de tensión %CT, tomo el valor de tensión calculado y se divide entre la tensión de alimentación del circuito en este caso es de 220 VAC, recordando que la norma establece un valor máximo del 5% para circuitos de alumbrado público de 5%, este cálculo se realiza mediante la ecuación 16 como:

$$\%CT_{FASE-FASE} = \left[\frac{\Delta V_{FASE-FASE}}{V_{RED}} \right] * 100 \quad (16)$$

Para la carga conectada a las fases A- B se realizar el cálculo:

$$Req = 1,5305 \quad \text{Cos } \emptyset = 0,95 \quad \text{Voltaje Red} = 220 \text{ VAC}$$

$$X_L = 0,1878 \quad \text{Sen } \emptyset = 0,31 \quad \emptyset = 18,19$$

$$Z_{EF} = (0,15305 \times 0,95) + (0,1878 \times 0,31)$$

$$Z_{EF} = 1,4873 \text{ ohm/km}$$

Calcular la caída de tensión en la fase A-B

$$\Delta V_{A-B} = \sqrt{3} * 1,4873 \text{ ohm/m} * 0,899 \text{ Km} * 4,67 \text{ A}$$

$$\Delta V_{A-B} = 8.64 \text{ V}$$

Cálculo del Porcentaje de Caída de Tensión del circuito.

$$\%CT_{A-B} = (\Delta V_{A-B} / V_{RED}) \times 100$$

$$\%CT_{A-B} = (8,64V / 220V) \times 100$$

$$\%CT_{A-B} = \mathbf{3,93\%}$$

En la Tabla 52 se realiza el cálculo utilizando la hoja de cálculo para las combinaciones entre fases de acuerdo con el balanceo del circuito realizado en el diagrama unifilar de la instalación, incluida la longitud necesaria desde el punto de conexión del circuito hasta la caja de inspección CS275 donde se instala el barraje de fusibles limitadores de corriente (**BAR1**).

El cálculo del porcentaje de regulación tiene en cuenta la longitud del circuito garantizando que el voltaje de alimentación de 220 VAC sea el mismo en todas las luminarias del circuito, para el cálculo se procedió tomando los valores de impedancia efectiva del conductor AWG # 4 de acuerdo con la Tabla 51, la corriente que demanda la carga de luminarias instaladas entre las fases, el factor de potencia de las luminarias LED que de acuerdo con el fabricante es $\text{Cos } \varnothing = 0,95$, una vez realizado el cálculo de caída de tensión se pudo concluir que en ninguno de los circuitos supero el 5% establecido por la norma NTC 2050 para circuitos de baja tensión y que el conductor elegido cumple con los requerimientos técnicos de la instalación.

Tabla 52. Cálculo de regulación y % de calidad de tensión para los circuitos

CTO 1	Longitud [Km]	Material	Calibre [AWG]	R Equiv (ohm/Km)	XL [ohm/Km]	Tensión	ZEF [ohm/Km]	CT fase-Neutro	CT fase-fase	%CT
A-B	0,899	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	4,99	8,64	3,93
A-C	0,899	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	5,256	9,10	4,14
B-C	0,899	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	5,179	8,97	4,08
Voltaje:		220								

CTO 2	Longitud [Km]	Material Conductor	Calibre [AWG]	R Equiv (ohm/Km)	XL [ohm/Km]	Tensión	ZEF [ohm/Km]	CT fase-Neutro	CT fase-fase	%CT
A-B	1,271	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	4,241	7,34	3,34
A-C	1,271	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	3,421	5,92	2,69
B-C	1,271	ALUMINIO	4	1,5305	0,1078	220	1,4873833	3,154	5,46	2,48

Fuente: Elaboración propia

5.3 Cálculo de canalizaciones

Para el cálculo de la canalización se diseña bajo el criterio de la norma AP207 de CODENSA S.A. que indica que las canalizaciones para redes de alumbrado público se deben realizar en tubería tipo doble pared PVC Ø 3” con banco de dos ductos por cada tramo, dejando una reserva de un ducto para futuras expansiones de red y considerando un porcentaje de ocupación del 40% establecido por la NTC2050.

En la figura 27 tomada del manual de tuberías Conduit de PAVCO se indican las dimensiones de la tubería TDP PVC CONDUIT utilizada en la canalización de los circuitos de alumbrado público.

Figura 27 Especificaciones de tubería TDP PCV



Fuente: Manual PVC PAVCO [15]

Para el cálculo del porcentaje de ocupación de la tubería se emplea la siguiente ecuación 17:

$$\%Ocupacion = \frac{Area\ mm^2\ Cables}{Area\ mm^2\ Tuberia} \tag{17}$$

Con relación a la ecuación anterior se realiza el cálculo de las áreas del cable AWG en Aluminio # 4 y el # 2 utilizados en el circuito y la tubería TDP PVC de Ø3” (ver Tablas 53 y 54)

Tabla 53 Dimensiones de cables Aluminio para BT

Calibre AWG	Ø Interno (mm) Con aislamiento	ÁREA (mm ²)
2	10,46	85,93
4	8,92	62,49

Fuente: Codensa S.A. Norma AP 181 [9]

Tabla 54 Dimensiones del ducto TDP PCV Ø3"

Ø DUCTO	Ø Int (mm)	ÁREA (mm ²)	BANCO	ÁREA TOTAL mm ²	f ocupación	Área Útil mm ²
3	75	4417,9	1	4417,875	1,4	6185,025

Fuente: Elaboración propia basado en los datos de la Figura 27

Con los datos obtenidos se procede a calcular los porcentajes de ocupación en todos los vanos de canalización del proyecto de los cuales se indica el sector 1.1 al 1.3 en la Tabla 55, por su extensión se entrega en su totalidad en el **Anexo J** del presente documento, en los resultados se puede verificar que ningún ducto supera un máximo del 6% de ocupación que acuerdo con lo establecido en la norma se pueden utilizar ductos de diámetro de Ø3".

Tabla 55 Calculo del porcentaje de ocupación Tuberías Canalización

ZONA	NODO ORIGEN	NODO DESTINO	Longitud (m)	Ø Ductos	Area Ductos mm ²	Tipo Canalización	# AWG Cable THW-Al	N° FASES	MAT	Area AWG mm ²	Area Total Conductor	% Ocupacion
1.1	12	11	25,2	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	11	10	26,5	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	10	9	31,7	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	9	8	13,6	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	8	7	9,3	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	7	6	10	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	6	5	10,6	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.2	1	2	11,6	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	2	3	30	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	3	4	30	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	4	5	14,9	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	12	13	15	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	13	14	10	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	14	15	8	3	4417,9	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	15	16	5	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	15	17	6	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	17	18	8	3	4417,9	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%

Fuente: Elaboración propia (Tabla completa en el Anexo J)

5.4 Diagrama Unifilar

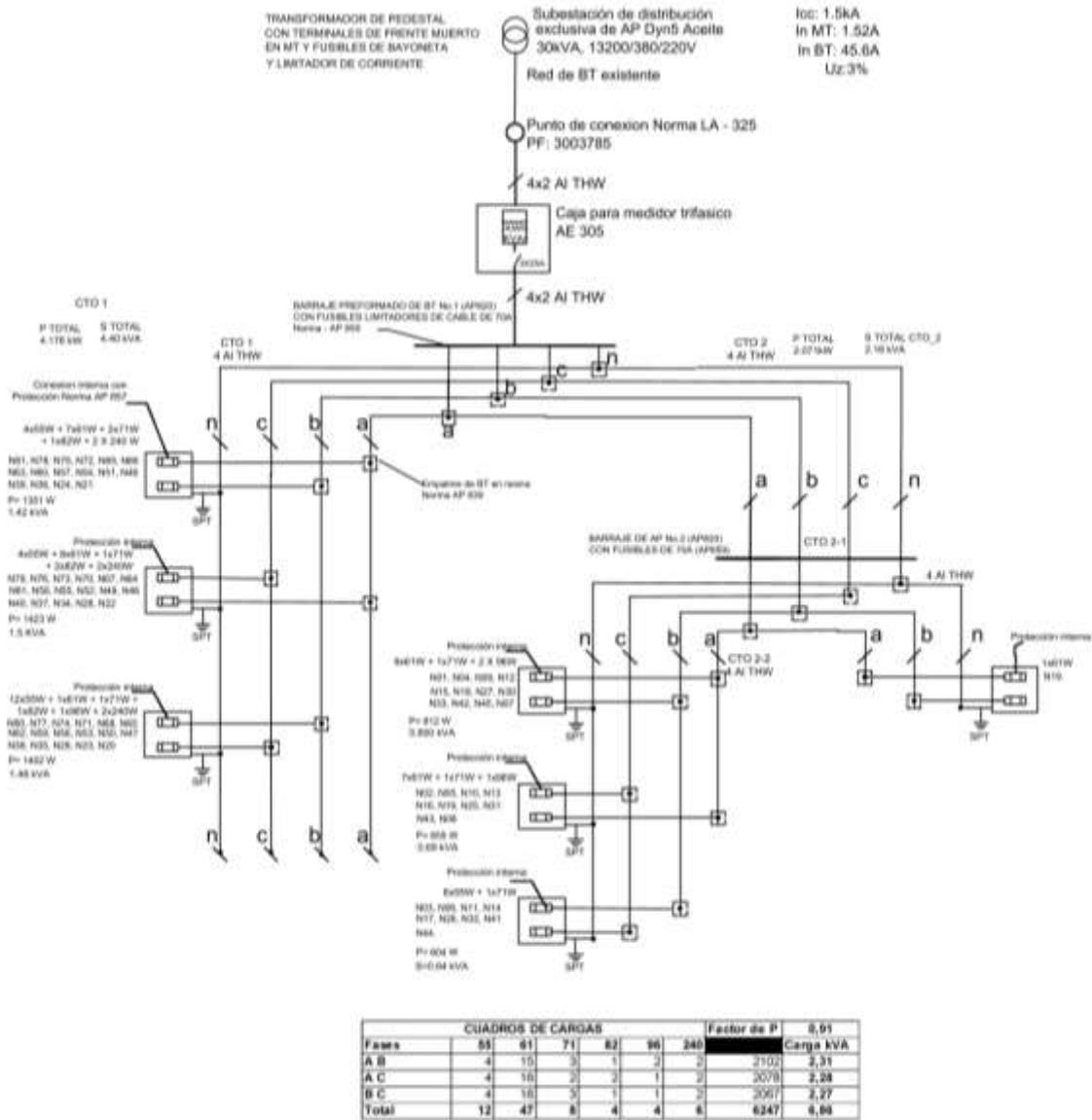
La conexión del circuito de AP descrito en el diagrama unifilar de la Figura 28, se realizó utilizando la infraestructura existente de distribución de BT desde el punto de conexión en el poste de concreto PF 3003785 mediante la estructura norma LA 326 para la transición de red aérea a subterránea, la conexión en BT esta alimentada desde el transformador de pedestal exclusivo para redes de AP administrado por CODENSA con capacidad de 30 KVA con relación de transformación 13200 / 380-220 VAC, identificado como CD 20694 ubicado a 30 m del punto de conexión, este transformador cuenta con protección de MT a BT con fusibles tipo bayoneta con limitadores de corriente. La conexión se realiza mediante 4 conductores de aluminio calibre AWG 4 x 2 THW, (3 fases y 1 neutro), conectando al medidor trifásico exclusivo para el consumo de energía Norma AE 305.

Desde la estructura AE 305 se realiza la distribución en dos circuitos que energizaran la red de AP, conectando al primer barraje (BAR_1) con norma AP 820, donde se encuentran los fusibles limitadores de calibre de 70 A bajo la Norma AP 859 para realizar la distribución del circuito N°1 CTO_1 que energiza la zona oriental. Desde este barraje se realiza la conexión al barraje BAR_2 el cual realiza la distribución al circuito N°2 CTO_2 que energiza la zona occidental del proyecto.

En el cuadro de cargas de los circuitos se especifican las luminarias que se deben conectar combinando de manera ordenadas la pareja de fases con el fin de mantener el balance del circuito, primero las fases para el CTO_1 con el siguiente balance de cargas: A-B = 1,42 KVA, luego las fases A-C = 1,5 KVA y las fases B-C = 1,48 KVA. Para el CTO_2 se realiza el siguiente balanceo de cargas entre las fases: A-B = 0.854 KVA, A-C= 0.69 KVA y B-C= 0,64 KVA, la carga total es de 6,86 KVA con una potencia efectiva de 6,2 KW.

Como se puede evidenciar el diagrama unifilar se indica el grupo de luminarias que se debe conectar a las fases y el número de luminarias de cada potencia eléctrica, en la tabla 48 del presente documento se presentó la relación de las cargas de acuerdo con la potencia de las luminarias.

Figura 28 Diagrama Unifilar de conexión en BT y MT Norma AP - 172



Fuente Elaboración propia diseñado en AutoCAD

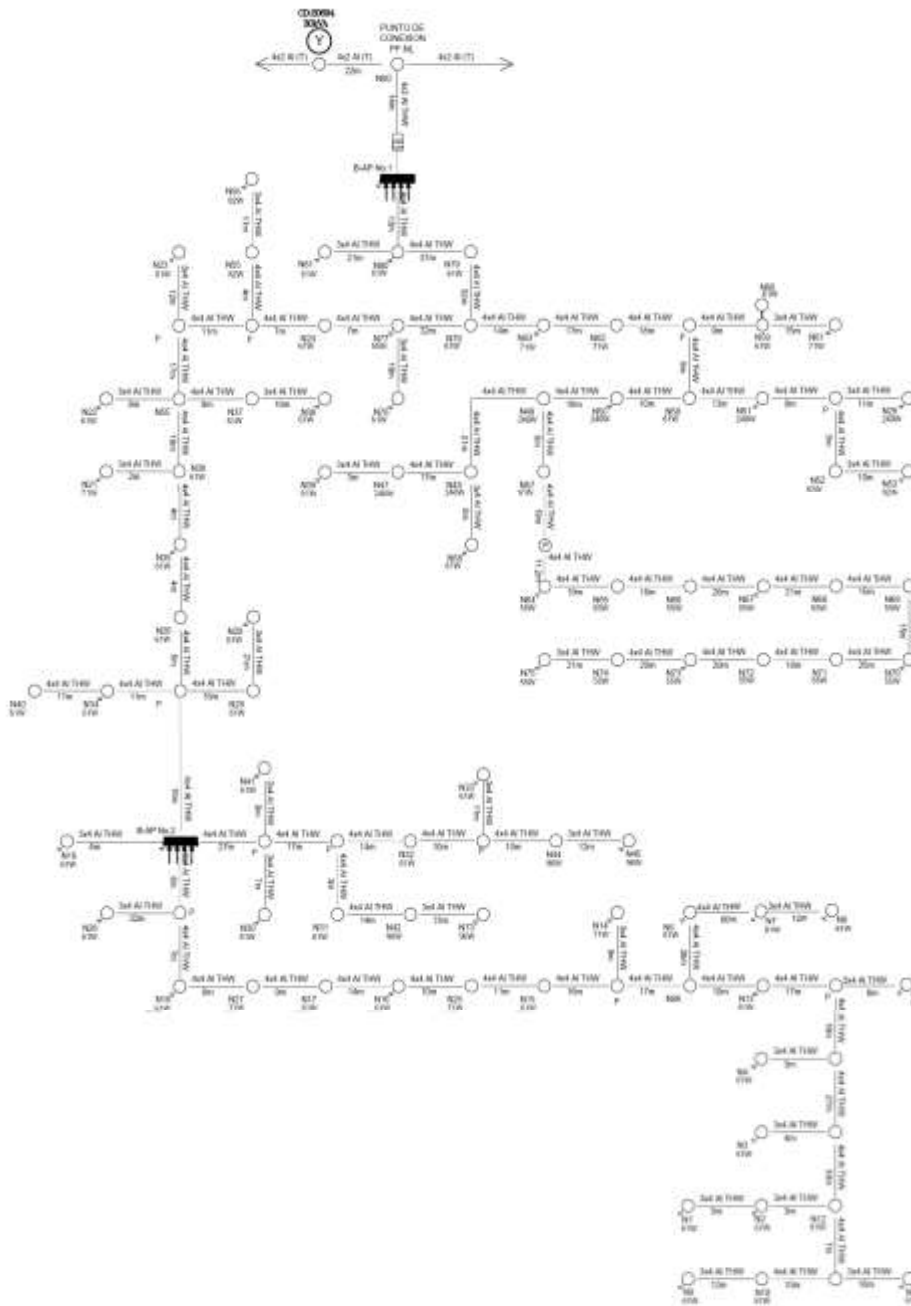
5.5 Diagrama Topológico de la red del circuito de AP

En diagrama topológico presentado en la Figura 29, se puede ilustrar de manera práctica las ramificaciones del circuito indicando para cada nodo: el número de identificación de luminaria (N), la potencia de la luminaria (W) que se debe conectar de acuerdo con el diseño fotométrico, la distancia en metros (m) entre nodos, y las características de los conductores (calibre, material, número, aislamiento) para la conexión de acuerdo con las características constructivas del diseño. En el diagrama se observa el final de cada derivación donde se conecta con 3 conductores (2 para las fases y 1 para el neutro), importante tener presente la información entregada en el diagrama unifilar para la identificación de las fases que se deben conectar.

Este diagrama también especifica los puntos de conexión de los barrajes preformados para la instalación de los fusibles limitadores de calibre de conductor. Este diagrama es muy práctico ya que permite dimensionar la obra y la cantidad de materiales que se requieren para la ejecución del proyecto a nivel técnico, al igual permite planificar las actividades de instalación en terreno y el seguimiento del circuito, la información con los datos de cada nodo se indicó en la Tabla 30 del presente documento.

En diagrama se indican las 81 luminarias que componen el proyecto con la siguiente distribución, 12 luminarias de 55W, 47 luminarias de 61 W, 8 luminarias de 71 W, 4 luminarias de 82 W, 4 luminarias de 96 W y 6 luminarias de 24 W para un total de 6.247 W. el flujo total luminoso en lumen es de 807.796 lm lo que permite calcular un rendimiento lumínico de 129,3 lm/W lo cual óptimo con respecto con los 107 a 90 lm/W que ofrecen las instalaciones con luminarias de (VSAP) de acuerdo con la Tabla 310.4.3 del RETILAP.

Figura 29. Diagrama topológico de red y distribución de cargas



Fuente: Elaboración propia Diseñado en AutoCAD

En cuanto al consumo de energía eléctrica con la implementación de la tecnología LED para la iluminación del alumbrado público se logró una reducción del 43% en el consumo de energía eléctrica de acuerdo con el comparativo del consumo de luminarias convencionales con bombillas de VSAP (Vapor de Sodio a alta presión)

Tabla 56 Consumo de energía Eléctrica

TECNOLOGÍA	P Nominal (W)	P real (kW)	Valor KWh [17]	Horas Año	Costo energía
SODIO	8,35	9,801	\$ 536,13	4320	\$ 22.699.915,76
LED	6,25	6,875	\$ 536,13	4320	\$ 15.923.061,00

Fuente: Elaboración Propia

Valor del KWh tomado de las tarifas de energía eléctrica reguladas por la comisión de regulación de energía y gas (CREG) a octubre de 2020.

Estos ahorros de energía son los que hacen atractivos los proyectos de instalación de luminarias LED para el alumbrado público, en los que a nivel mundial se han venido migrando en los últimos años, al igual se han venido bajando los costos de las luminarias lo que hace que aunque el valor actual de una luminarias LED puede ser de 2 a 3 veces mayor con respecto a la luminaria de VSAP, pero los costos de mantenimiento se reducen considerablemente dado el nivel de protección IP que es más alto lo cual protege el conjunto eléctrico de la humedad, y de la polución, adicional se reducen los componentes eléctricos para el mantenimiento correctivo o preventivo.

La conexión del circuito se incorpora a la red eléctrica de la ciudad de Bogota D.C. administrada y operada por ENEL – CODENSA, utilizando la infraestructura existente de distribución de BT la cual será la encargada del mantenimiento y operación de esta infraestructura una vez se supere el periodo de garantía, los diseños eléctricos, fotométricos y memorias de cálculo se entregan como soporte a los planos aprobados mediante la factibilidad emitida por Enel para la instalación del circuito.

6. Conclusiones

En el desarrollo del proyecto se puede concluir que para cada proyecto de alumbrado público es importante realizar una acertada categorización de la zona de trabajo, el tipo Y uso de la iluminación, la tecnología a implementar y clasificar los tipo de espacios públicos dentro de los establecidos en la cartilla de mobiliario urbanos para cada municipio, con respecto a los senderos peatonales del proyectos se clasificaron como tipo V-9 los cuales se establecen con un tipo de iluminación P1 con un nivel de iluminación de mínimo de 20 luxes la máxima categoría para zonas de muy elevado prestigio aclarando que el prestigio de la zona no hace referencia al estrato socioeconómico sino al nivel de exaltación de las zonas con respecto al nivel de iluminación, considerando el proyecto el cual entregara nuevas zonas recreativas y espacio público a la ciudad se estableció esta categoría para todos los senderos peatonales.

En relación con las vías de acceso tipo V-9 por ser calzadas de menos de 100 metros de longitud se utiliza el criterio de iluminancia mínima de 9 luxes según la clase de iluminación M5, logrando obtener niveles de iluminación entre 15 y 20 lux, lo cual ofrece un nivel óptimo de iluminación, mejorando la percepción de seguridad del sector.

En todos los senderos peatonales del proyecto se cumplieron con los niveles de iluminación indicados por el RETILAP obteniendo niveles de iluminación promedio de 25 luxes, en cuanto los escenarios deportivos en la cancha múltiple con la instalación de luminarias de mayor flujo luminoso y mayor potencia se lograron obtener niveles promedio de iluminancia de 55 luxes y niveles de uniformidad mayores al 70% lo cual es un nivel de iluminación muy eficiente que satisface el diseño simulado y ofrece un escenario con un óptimo nivel de iluminación, en la cancha de microfútbol se obtuvo una iluminancia promedio de 67.8 lux de 50 lux que exige el RETILAP, en el patinódromo se obtuvieron

niveles de iluminación promedio de 106.6 Lux entregando un nivel de iluminación superior para el escenario lo cual lo eleva al nivel de escenario de competencia, en la pista de trote se obtiene un total de 23 lux promedio cumpliendo los 20 lux que exige el RETILAP, en la vías oriental y occidental se cumple con niveles de iluminancia promedio de 12.7 y 11.8 Lux cumpliendo con los 9 Lux mínimo que exige el RETILAP para este tipo de vías.

En todos los sectores la uniformidad general se cumple las exigencias de $U_0 \leq 40\%$, lo cual indica que no se evidencian zonas oscuras en el diseño manteniendo una uniformidad general promedio de todo el proyecto en un 75%.

Durante la simulación del proyecto se realizaron varias iteraciones con el fin de obtener las modulaciones para la instalación de luminarias en función al cumplimiento de los estándares técnicos de Enel Codensa en cuanto la infraestructura aprobada para el uso de redes de alumbrado público, logrando determinar la altura de montaje y potencias de cada punto luminoso con una interdistancias optima entre puntos para mantener un equilibrio económico del proyecto. El software gratuito Dialux es una herramienta, pero muy robusta y adecuada para la simulación de proyectos de tipo interior y exterior, en el cual juega un papel importante la experiencia y el uso adecuado del diseñador para crear un modelo en 3D lo más acercado a la realidad de la topografía y arquitectónica del proyecto. Para el éxito de la simulación es importante contar con los archivos de la fotometría de las luminarias, estas fotometrías son entregadas por los fabricantes de las luminarias.

La planificación del proyecto se realizó con base en la clasificación de las actividades y sus los rendimientos promedio por actividad, en el mismo permitió realizar una ejecución con el cumplimiento de los tiempos esperados, y minimizando las pérdidas de tiempo y desperdicios al programar los materiales para cada actividad. Se destaca la Logística de aprovisionamiento de la empresa INVERSIONES G&R y de los ingenieros residentes del proyecto, los cuales trabajan con la metodología basada en tres principios: Planificación, Ejecución, y Cierre de proyectos, donde se establecen responsables y fechas de entrega, y dado el compromiso de los ingenieros a cargo de cada tarea se cumple de manera adecuada.

Con respecto al resultado de la simulación y los resultados de las mediciones se puede deducir que el desempeño de las luminarias seleccionadas mediante los cálculos fotométricos realizados en los senderos peatonales y zonas deportivas son adecuados para el cumplimiento de los requerimientos exigidos por el RETILAP. En todos los casos se optimizó el flujo luminoso en función al área a iluminar con el objetivo de tener un diseño eficiente y no sobre iluminar las áreas de estudio, las mediciones de fotometría se realizaron una vez se alcanzaron las primeras 100 horas de servicio como lo sugiere el RETILAP. En el caso de las zonas de juego y gimnasios fue necesario incrementar el flujo luminoso de las luminarias proyectando un punto que ofreciera los niveles de iluminación necesaria para el adecuado nivel de iluminancia, en la pista de trote se realizó la construcción de cimentaciones en concreto de acuerdo con la norma CODENSA AP803 para la instalación de postes metálicos y facilitar el trasiego e instalación de los postes en esta zona de difícil acceso.

En la construcción e instalación de las redes eléctricas para la alimentación del circuito se realizaron cumpliendo las especificaciones técnicas del RETIE, utilizando productos con los respectivos certificados de conformidad, todos los trabajos de construcción e instalación tanto de canalizaciones, instalación de postes, instalación de luminarias e instalación de conductores se concluyeron al 100% según los planos de diseño serie 6 entregados y aprobados por ENEL – CODENSA, la conexión del circuito se realizó mediante la instalación de la acometida LA326 en la red existente de distribución del centro de distribución CD 20694 instalado sobre la CL 7BIS ESTE CON CL 84 el cual cuenta con capacidad de carga disponible para soportar los 6,25 KW de todo el circuito el cual al ser implementado la tecnología LED se realiza una reducción del 43% en el consumo de energía eléctrica con respecto al mismo proyecto pero con la instalación de luminarias convencionales de vapor de sodio (VSAP).

Por último se puede concluir que durante la ejecución de este proyecto se lograron cumplir todos los objetivos entregando los diseños y planos de acuerdo con las exigencias técnicas del operador de la red eléctrica CODENSA, se apoyó a las áreas de ingeniería y residentes del proyecto en todas las actividades y replanteo del proyecto, generando un aprendizaje y experiencia única durante mi etapa de formación al poder interactuar en proyectos que

involucran varias áreas de formación, es el caso de la ingeniería civil, ingeniería eléctrica, ingeniería ambiental y la seguridad y salud en el trabajo.

6.1 Recomendaciones

Para los proyectos de alumbrado público se puede recomendar la implementación de un sistema de control regulación de potencia, lo cual mejoraría el ahorro del consumo de energía eléctrica. El principio de funcionamiento es la instalación de controladores (driver) con la opción de ser programada de la modulación de la potencia después de un tiempo de funcionamiento hasta en un 50% en horarios donde se estima que no se requieren los niveles de iluminación tan altos.



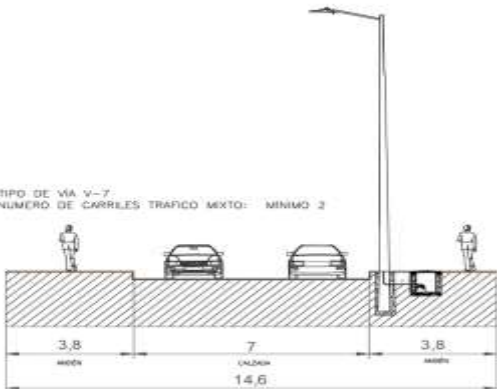
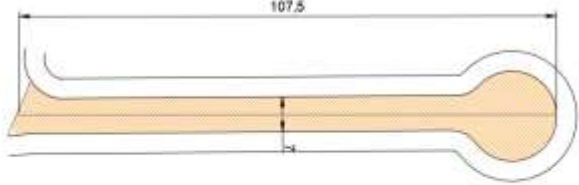
Para la construcción de las redes de alumbrado público en proyecto nuevos se recomienda la implementación de cámaras de inspección prefabricadas en materiales como fibrocemento o plástico de ingeniería lo cual reduciría los tiempos de construcción la reducción en la utilización de materiales para la mampostería de las cámaras de inspecciones.

Para proyectos como este en los que la topografía del sector no favorece el ingreso de vehículos pesados tipo grúa para el aplomado de los postes en concreto, se recomienda el estudio e instalación de postes en fibra de vidrio los cuales pueden ofrecer la misma resistencia mecánica, pero son más ligeros lo cual ayuda en su instalación.



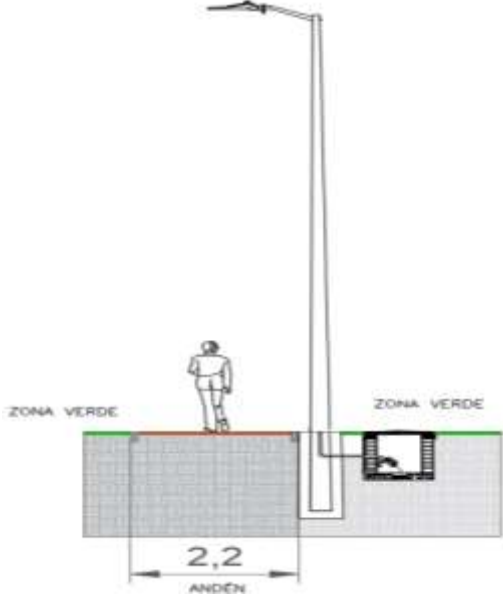
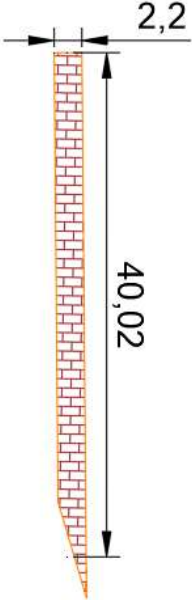
Otro proyecto para estudiar es el comportamiento de los niveles de armónicos en las redes de distribución por la incorporación de este tipo de tecnología dado que los controladores que se usan son electrónicos y no se conoce un resultado final sobre este tema.

A. Anexo: caracterización de las zonas de trabajo



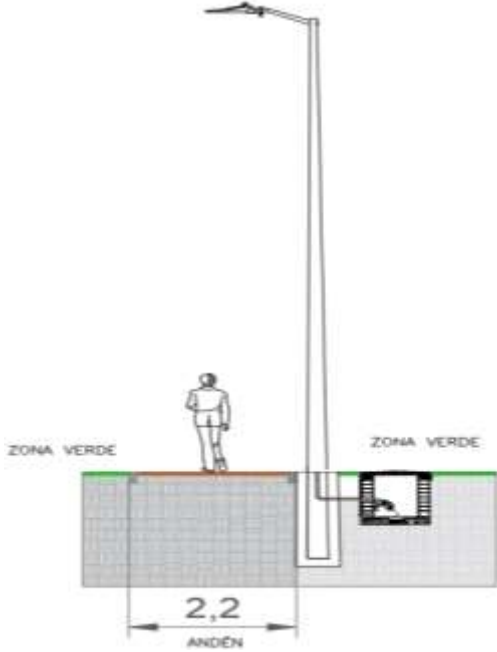
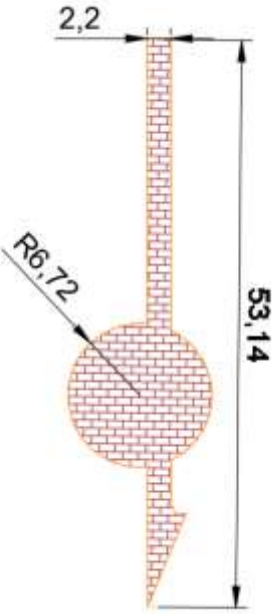
Vía Oriental tipo V-7

<p>FOTO N°1</p> 	<p>FOTO N°2</p> 
<p>PERFIL DE VÍA</p>  <p>TIPO DE VÍA V-7 NÚMERO DE CARRILES TRAFICO MIXTO: MÍNIMO 2</p>	<p>MEDIDAS</p> 
<p>OBSERVACIONES</p> <p>Calzada de 2 carriles en pavimento nuevo, de ingreso residencial, anden de a cada lado de la calzada de 3.8 m, al final de la vía se encuentra un retorno, velocidad de tráfico 20Km/h, Longitud: 107.5 Ancho 7 m Tipo Recto.</p>	



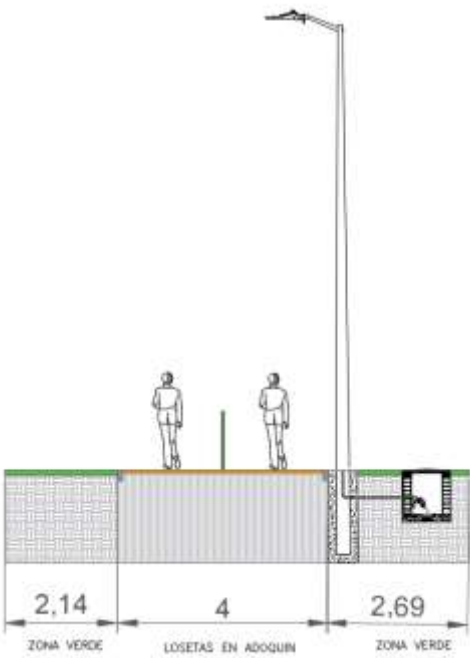
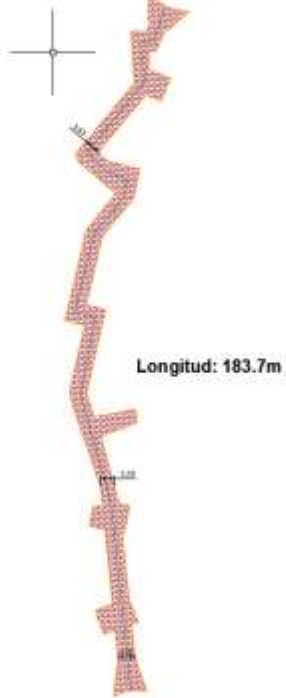
Sendero peatonal N°1

FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
	
OBSERVACIONES	
<p>Sendero peatonal e adoquín con zonas verdes a cada costado en pendientes que se comunica la vía oriental, este anden tiene una ancho de 2.2m</p>	



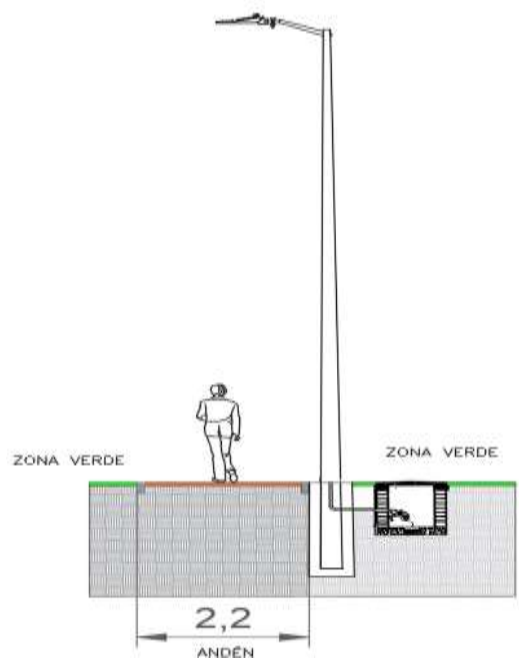
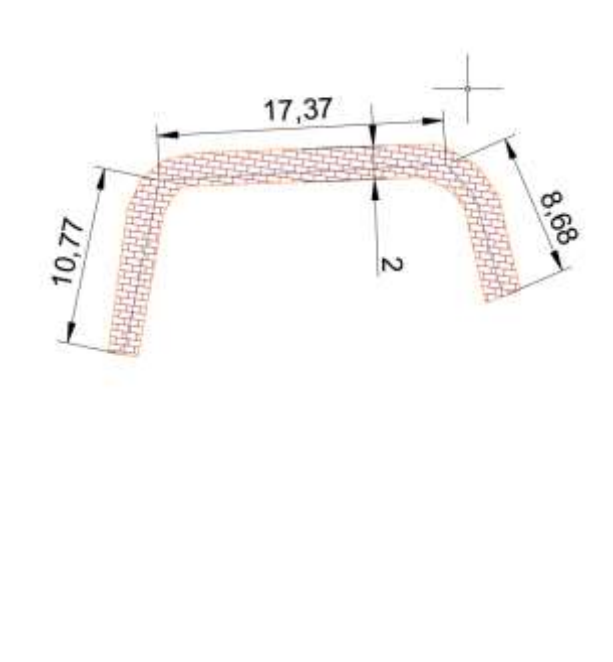
Sendero peatonal N°2 – Gimnasio 1

<p>FOTO N°1</p> 	<p>FOTO N°2</p> 
<p>PERFIL DE VÍA</p>	<p>MEDIDAS</p>
	
<p>OBSERVACIONES</p>	
<p>Sendero peatonal e adoquín con zonas verdes a cada costado en pendientes que se comunica la vía occidental, este anden tiene una ancho de 2.2m comunica la vía oriental con el gimnasio N°1</p>	



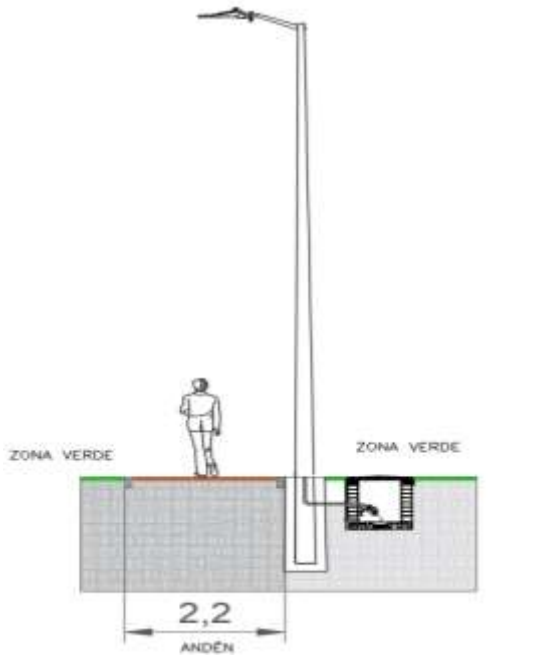
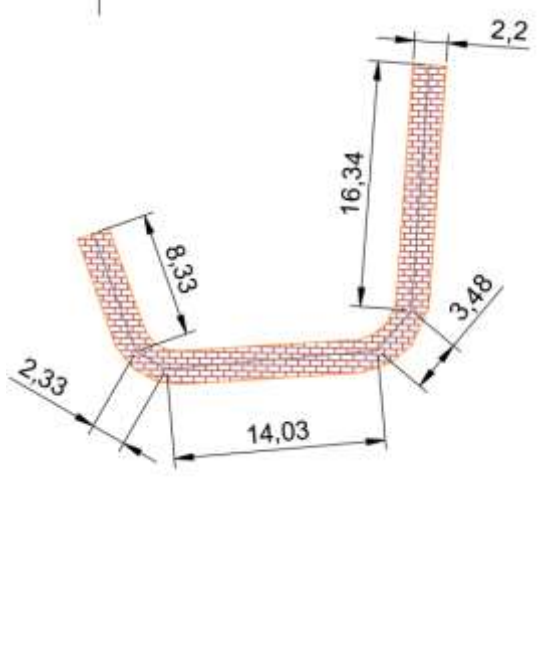
Sendero peatonal N°3 – V-9 central

FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
 <p>2,14 4 2,69</p> <p>ZONA VERDE LOSETAS EN ADOQUIN ZONA VERDE</p>	 <p>Longitud: 183.7m</p>
OBSERVACIONES	
<p>Sendero peatonal en adoquín tipo V-9 de 4 m de anchos en pendiente con descansos cada 12 pasos.</p>	



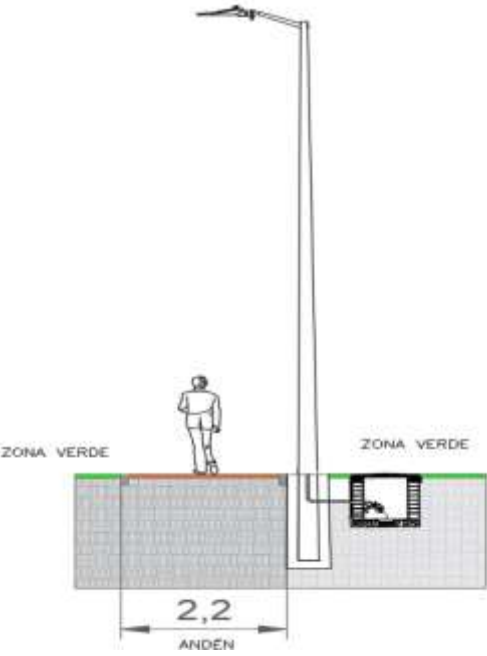
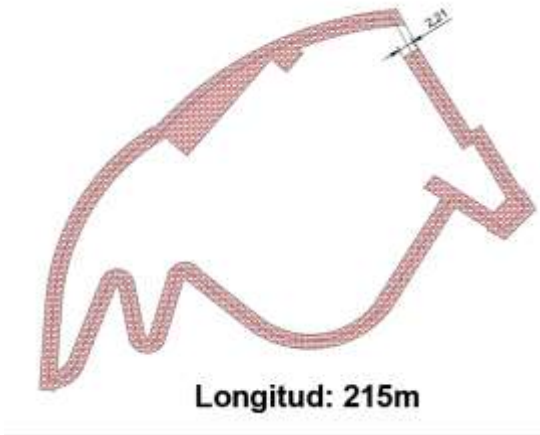
Sendero peatonal N° 4 Gimnasio 2

<p>FOTO N°1</p> 	<p>FOTO N°2</p> 
<p>PERFIL DE VÍA</p> 	<p>MEDIDAS</p> 
<p>OBSERVACIONES</p> <p>Sendero peatonal de 2.2 m de ancho en forma de oreja que sale del sendero V-9 y rodeo el gimnasio N°2. Zona crítica</p>	



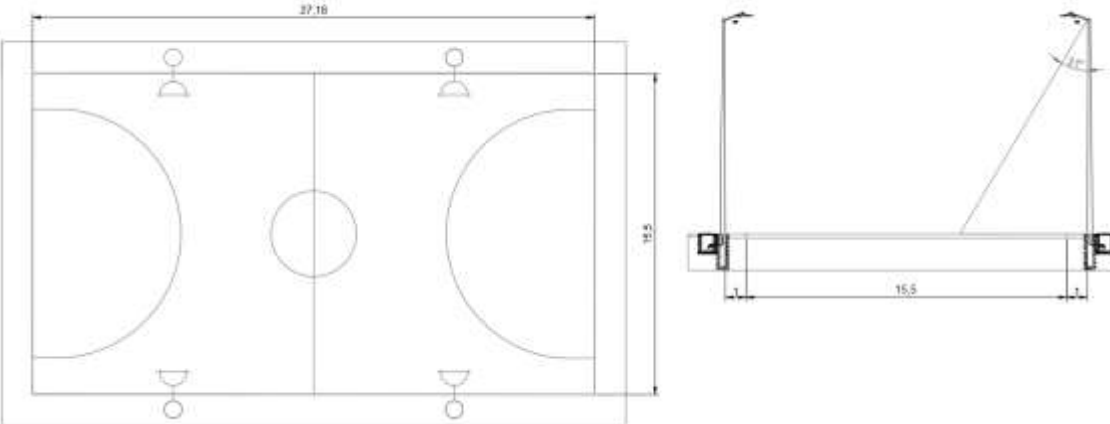
Sendero peatonal N° 5 – Juegos Infantiles 1

FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
	
OBSERVACIONES	
<p>Sendero peatonal de 2.2 m de ancho en forma de oreja que sale del sendero V-9 y rodea el parque infantil N°1.</p>	



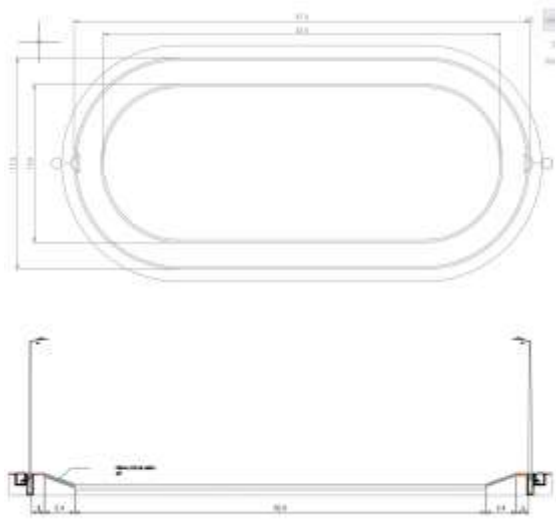
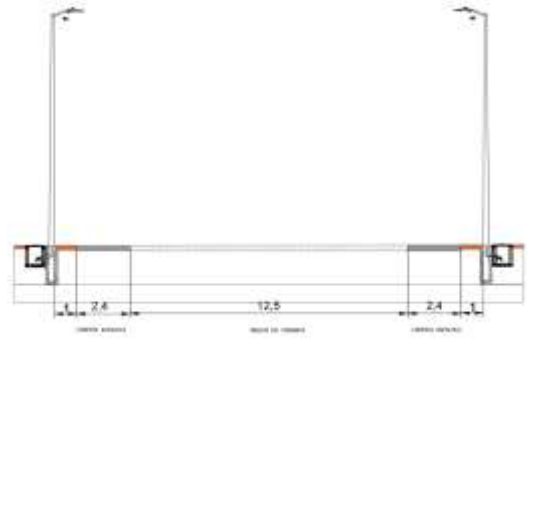
- Sendero tipo caballeras

<p>FOTO N°1</p> 	<p>FOTO N°2</p> 
<p>PERFIL DE VÍA</p> 	<p>MEDIDAS</p>  <p>Longitud: 215m</p>
<p>OBSERVACIONES</p> <p>Sendero peatonal de 2.2 m de ancho que comunica el sendero peatonal V-9 con los escenarios deportivos.</p>	

- **Cancha Múltiple**

FOTO N°1	FOTO N°2
	
<p>PERFIL DE VÍA ESCENARIO DEPORTIVO</p>	
	
<p>OBSERVACIONES</p>	
<p>Cancha de barrio para recreación, con revestimiento asfáltico y colores reflectantes. Uso recreativo, sin graderías.</p>	

▪ **Patinódromo**

<p>FOTO N°1</p> 	<p>FOTO N°2</p> 
<p>PERFIL DE VÍA</p> 	<p>MEDIDAS</p> 
<p>OBSERVACIONES</p> <p>Pista de patinaje en asfalto con pista plana en el centro pista de uso recreativo, medidas no profesionales para competencia.</p>	



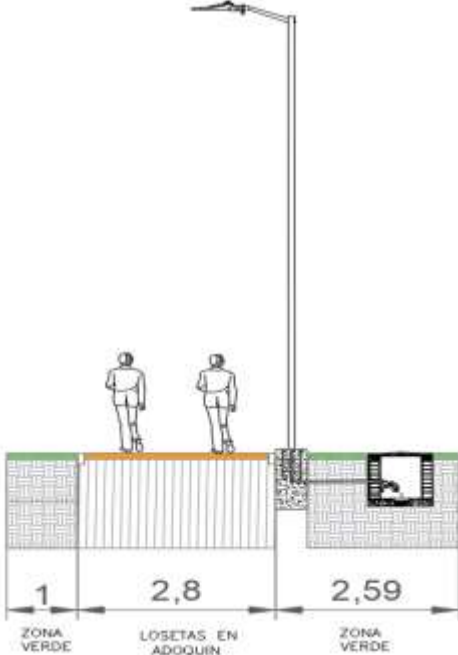
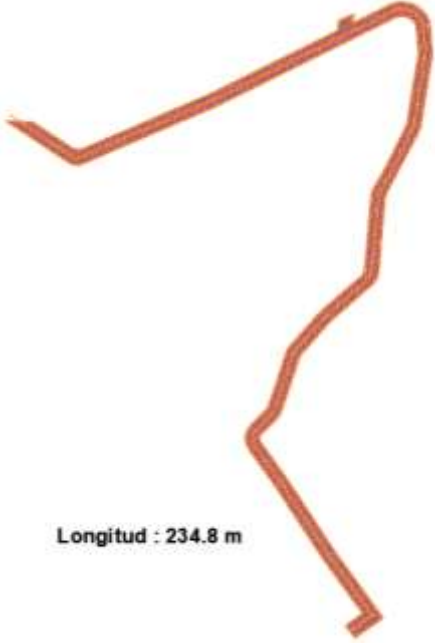
- **Cancha Microfutbol**

FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
	
OBSERVACIONES	
<p>Cancha microfútbol, no se ha terminado su revestimiento por retrasos del contratista a cargo, se realizó la ubicación e instalación de los postes y construcción de cámaras de inspección y canalizaciones. Uso recreativo sin graderías.</p>	



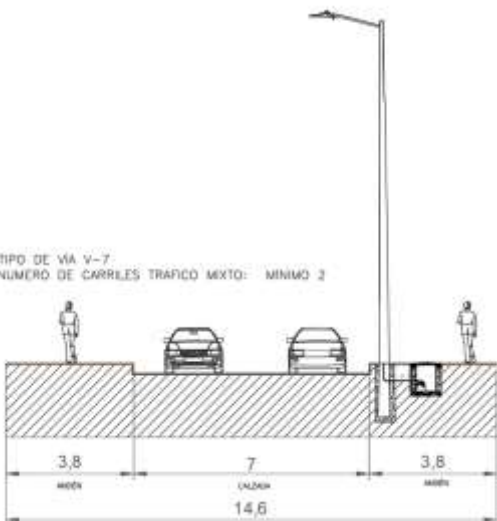
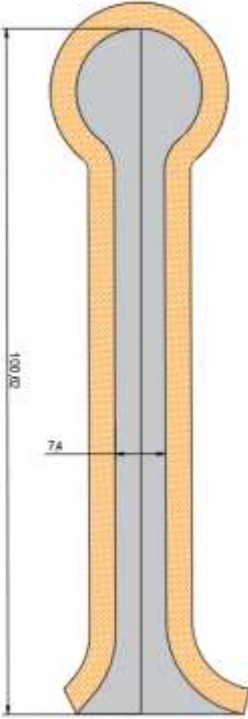
▪ Sendero peatonal N°6 – Juegos Infantiles 2

FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
	 <p> Longitud 1: 108.1m Longitud 2: 42 m Longitud 3: 15 m Longitud Total: 165.1 m </p>
OBSERVACIONES	
<p>Sendero peatonal en adoquín con anchos variables, este sendero rodea el patinódromo, cancha de microfútbol y comunica los escenarios deportivos con el sendero peatonal V-9 y termina en el inicio de la vía V-7 Oriental, Zona crítica</p>	

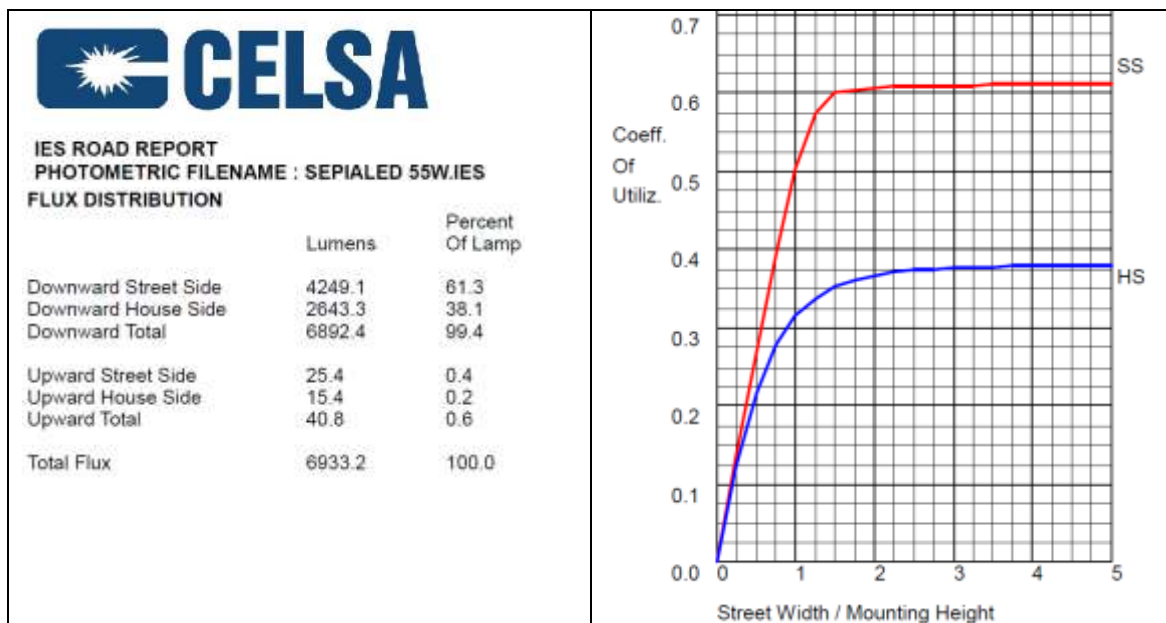
- Pista de trote

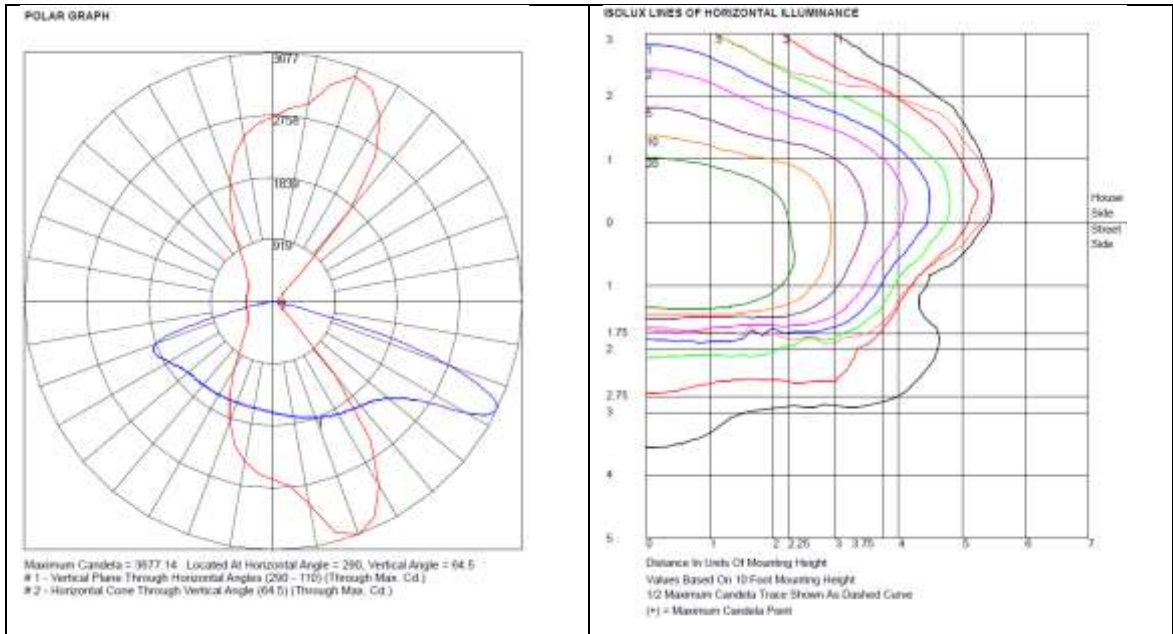
FOTO N°1	FOTO N°2
	
PERFIL DE VÍA	MEDIDAS
 <p>1 2,8 2,59</p> <p>ZONA VERDE LOSETAS EN ADOQUIN ZONA VERDE</p>	 <p>Longitud : 234.8 m</p>
OBSERVACIONES	
<p>Sendero de 2.8 m de ancho en adoquín, en forma de escalera, dado la inclinación del terreno no proyectó la instalación de postería metálica de 8m. sendero se dirige a la cima de la montaña hasta el barrio Bolonia, por su geometría se denomina zona critica</p>	

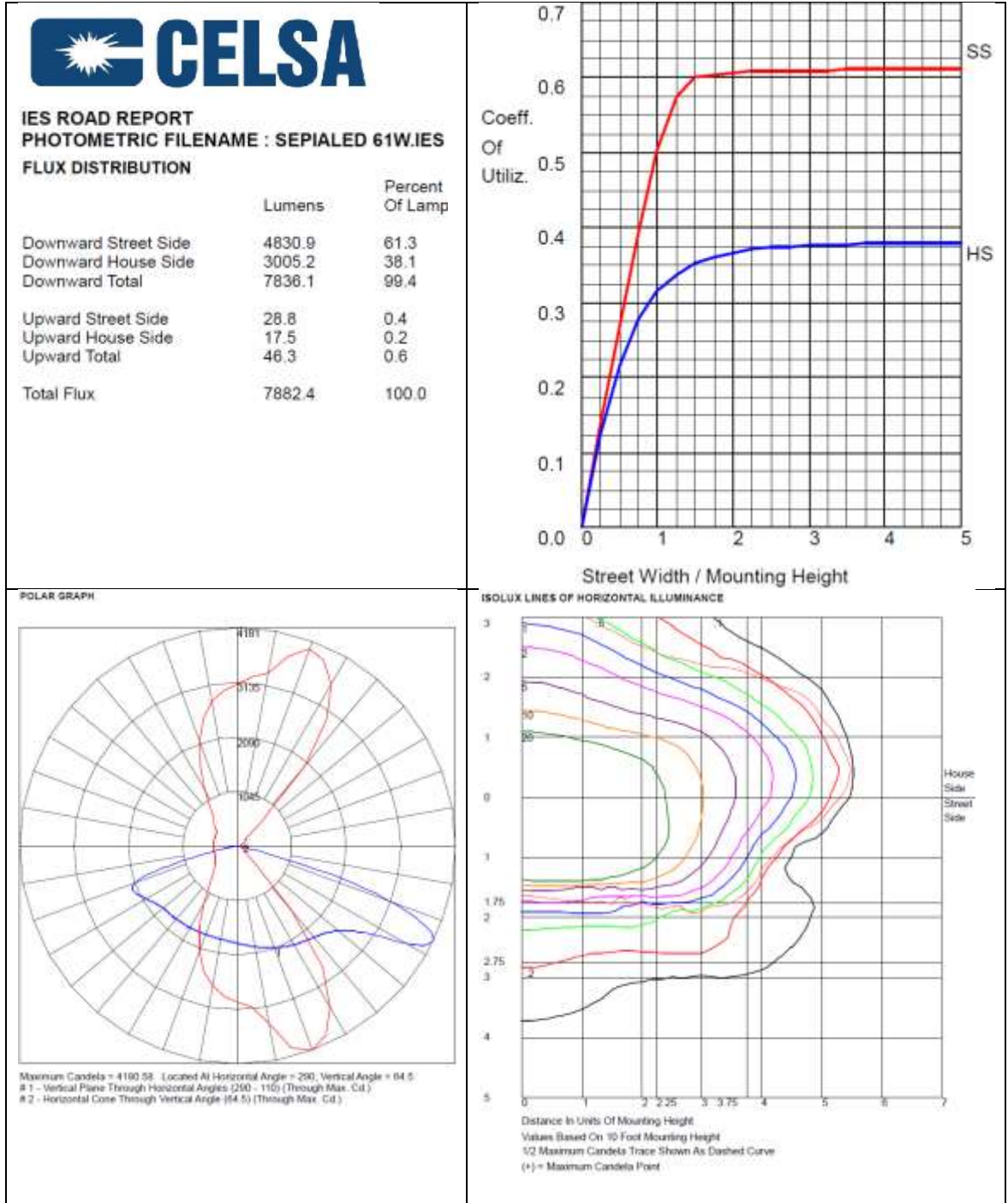
▪ **Vía Occidental tipo V-7**

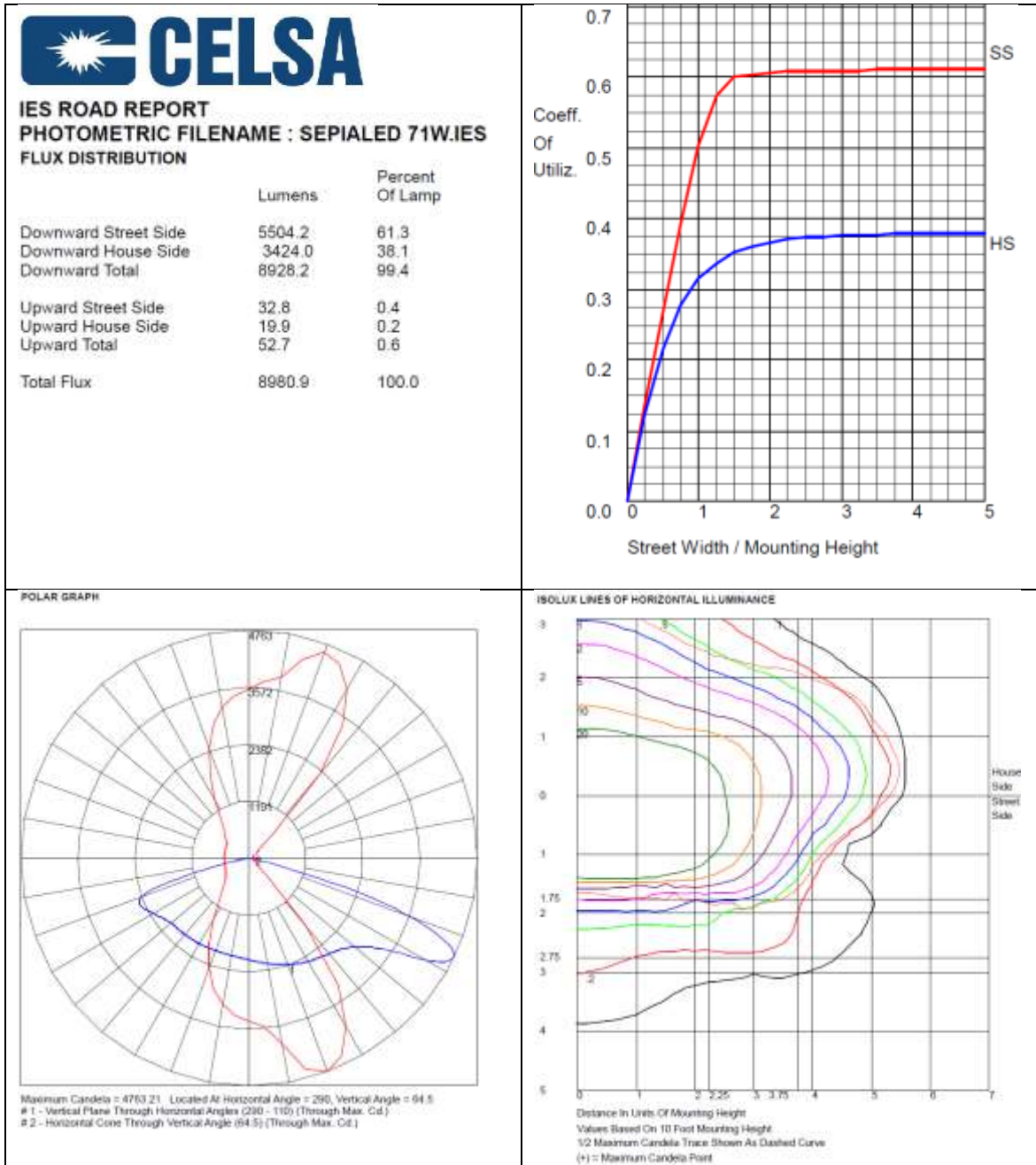
<p>FOTO N°1</p>	<p>FOTO N°2</p>
	
<p>PERFIL DE VÍA</p>	<p>MEDIDAS</p>
 <p>TIPO DE VÍA V-7 NÚMERO DE CARRILES TRAFICO MIXTO: MÍNIMO 2</p>	
<p>OBSERVACIONES: Calzada de 2 carriles en pavimento nuevo, de ingreso residencial, anden de a cada lado de la calzada de 3.8 m, al final de la vía se encuentra un retorno, velocidad de tráfico 20Km/h.</p>	

B. Anexo: Gráficas fotométricas Luminarias: coeficientes de utilización, Curvas polares de distribución lumínica y grafico de curvas ISOLUX









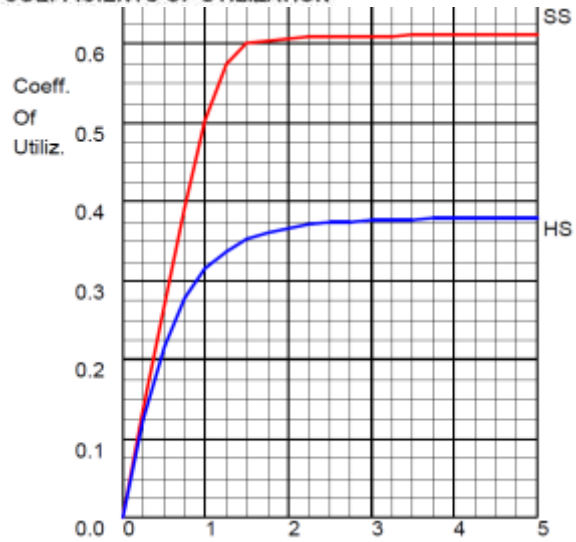


IES ROAD REPORT
PHOTOMETRIC FILENAME : SEPIALED 82W.IES
FLUX DISTRIBUTION

	Lumens	Percent Of Lamp
Downward Street Side	6154.1	61.3
Downward House Side	3828.3	38.1
Downward Total	9982.4	99.4
Upward Street Side	36.7	0.4
Upward House Side	22.3	0.2
Upward Total	59.0	0.6
Total Flux	10041.4	100.0

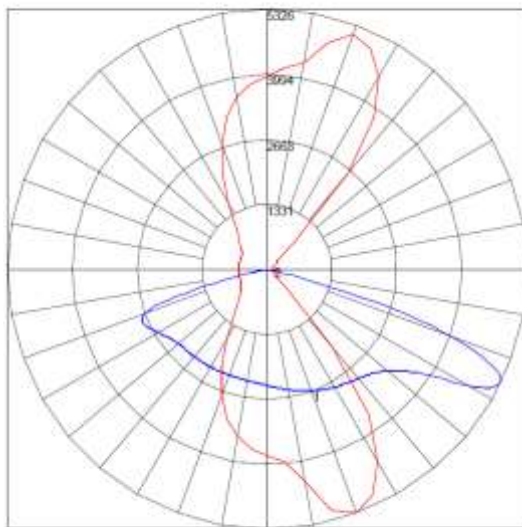
IES ROAD REPORT
PHOTOMETRIC FILENAME : SEPIALED 82W.IES

COEFFICIENTS OF UTILIZATION



IES ROAD REPORT
PHOTOMETRIC FILENAME : SEPIALED 82W.IES

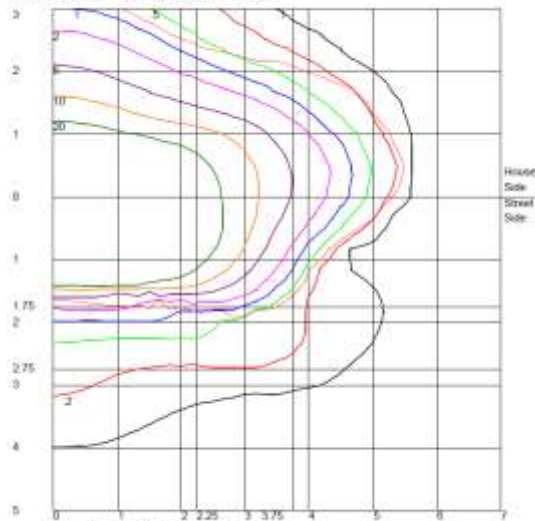
POLAR GRAPH



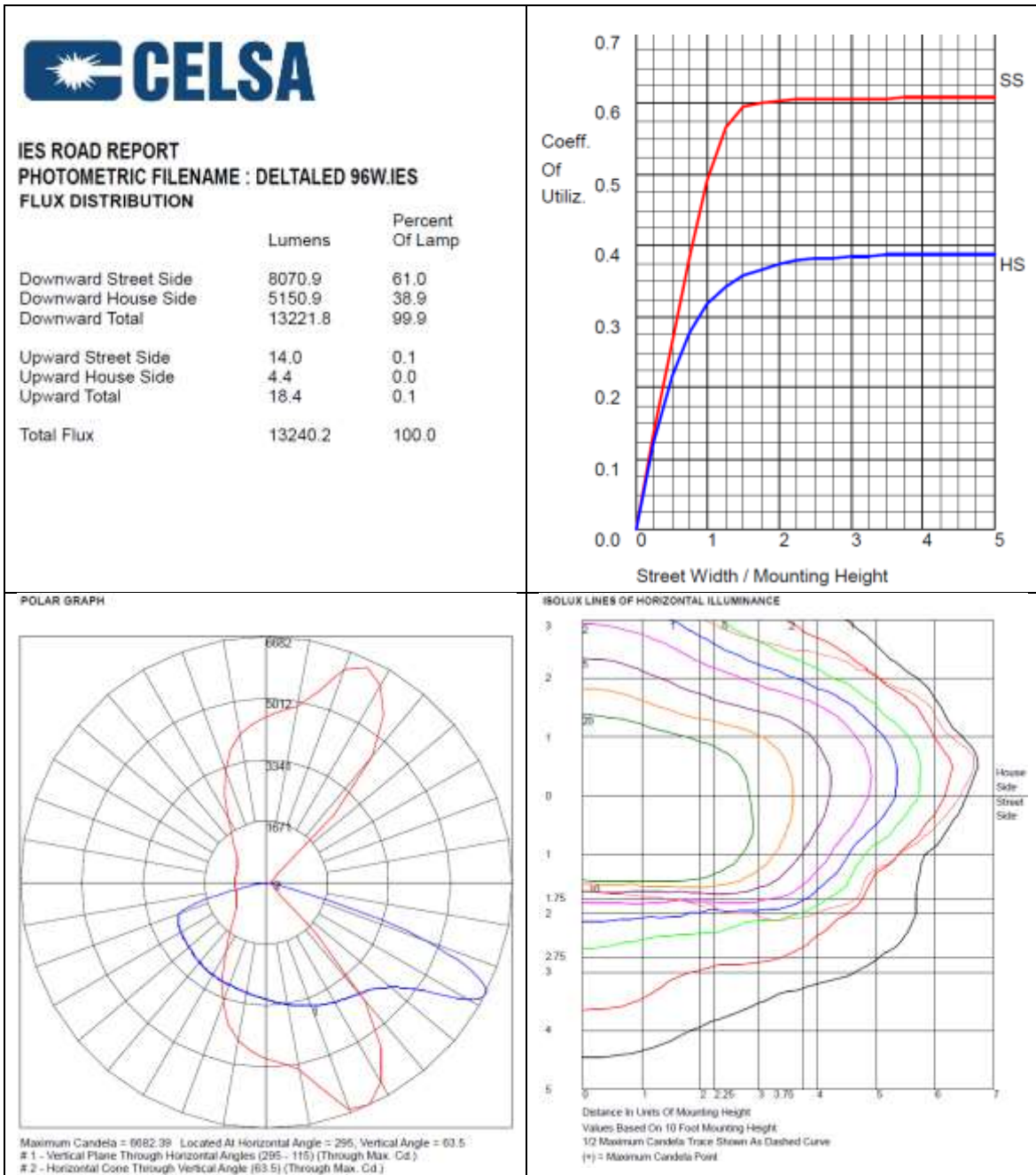
Maximum Candela = 5325.68 Located At Horizontal Angle = 290, Vertical Angle = 64.5
 # 1 - Vertical Plane Through Horizontal Angles (290 - 110) (Through Max. Cd.)
 # 2 - Horizontal Plane Through Vertical Angle (64.5) (Through Max. Cd.)

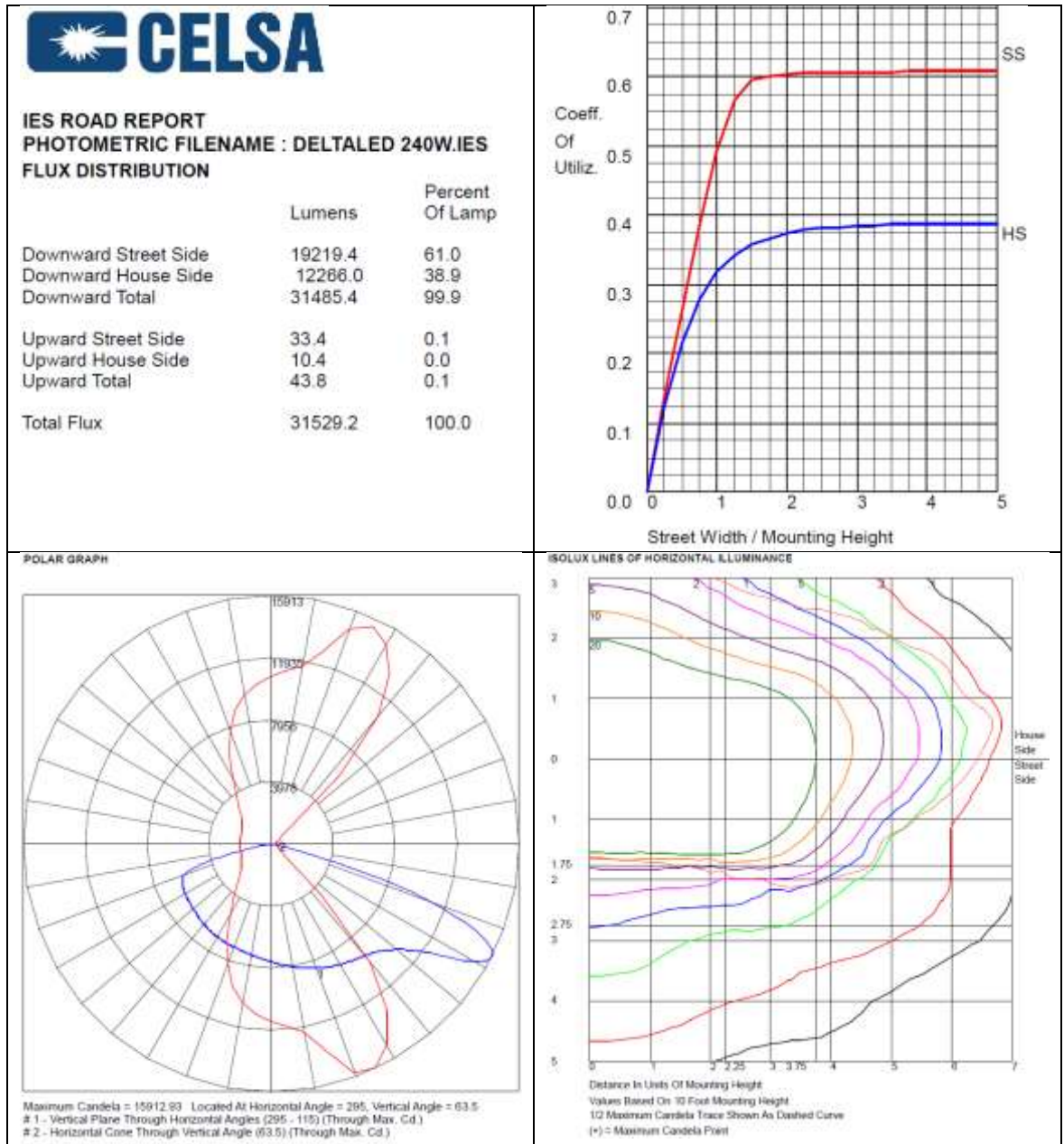
IES ROAD REPORT
PHOTOMETRIC FILENAME : SEPIALED 82W.IES

ISOLUX LINES OF HORIZONTAL ILLUMINANCE

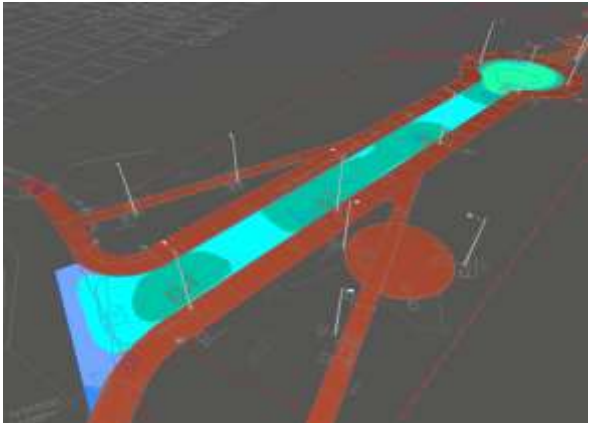
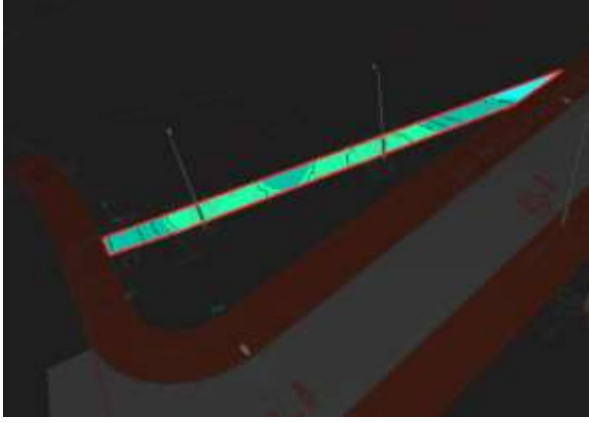


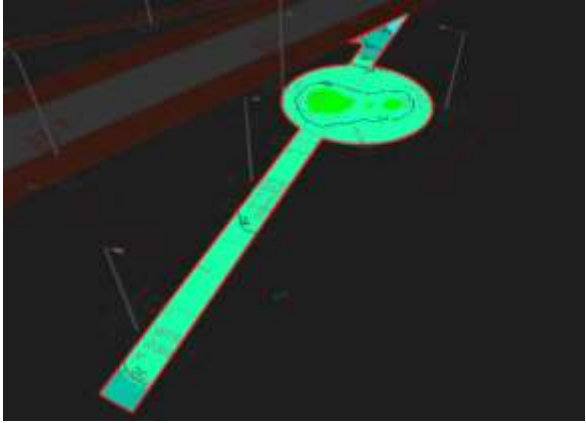
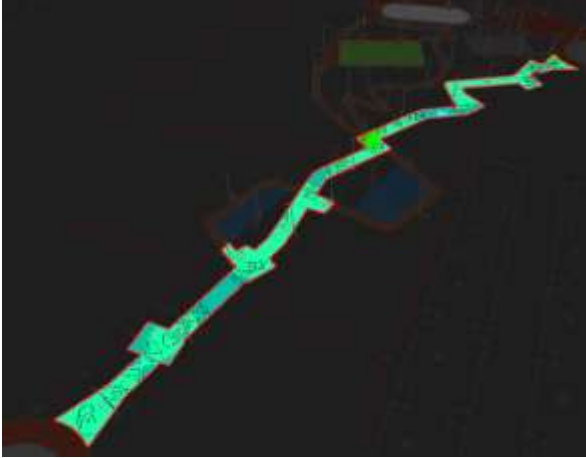
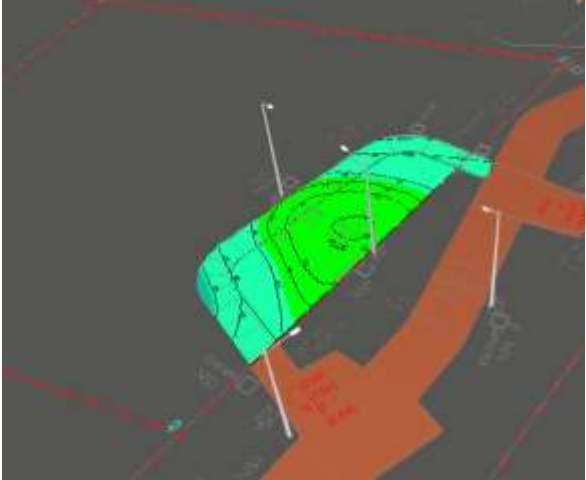
Distance In Units Of Mounting Height
 Values Based On 10 Foot Mounting Height
 (C) Maximum Candela Trace Shown As Dashed Curve
 (*) = Maximum Candela Point

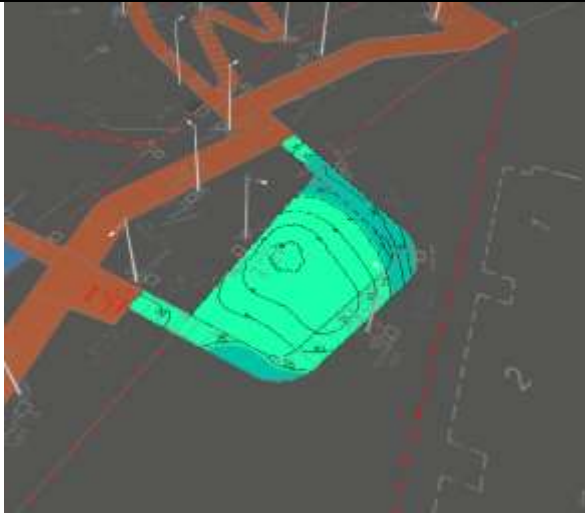
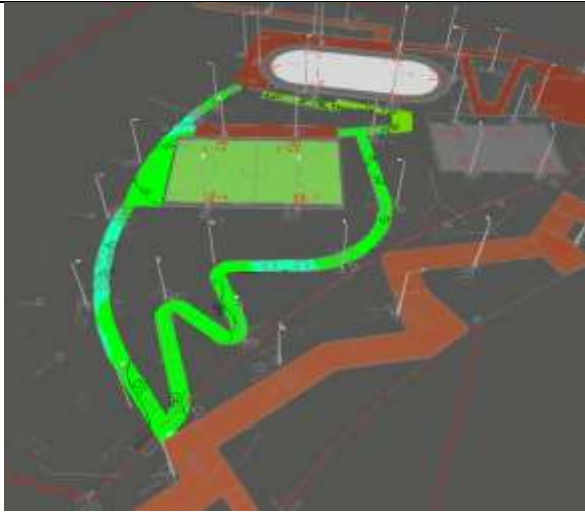
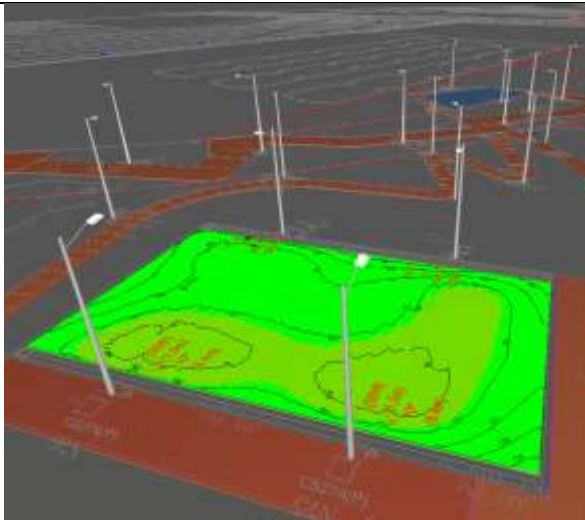


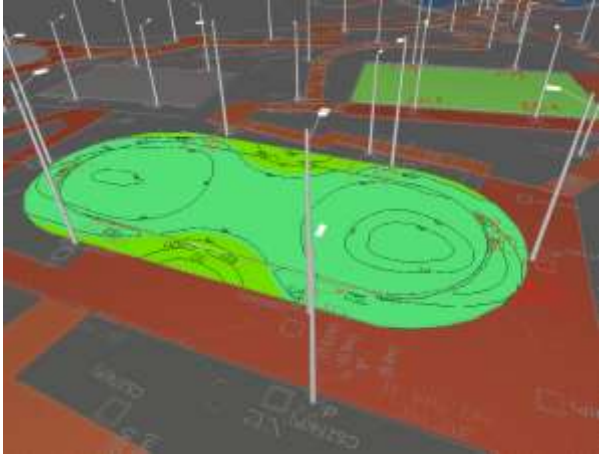
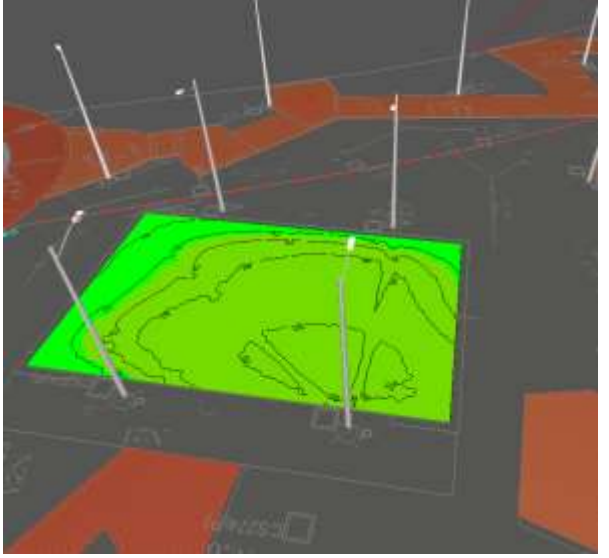
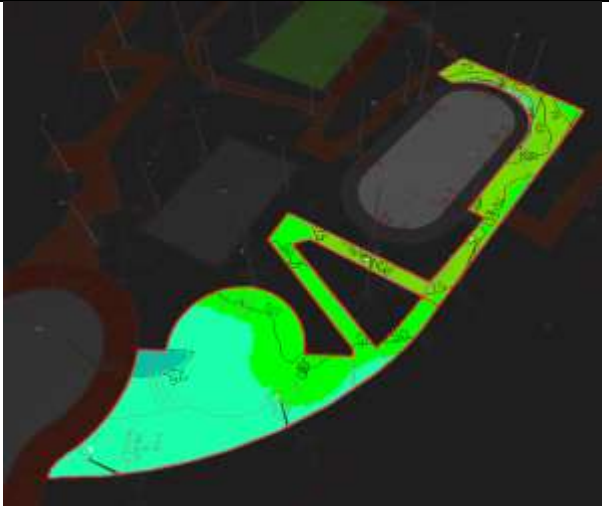



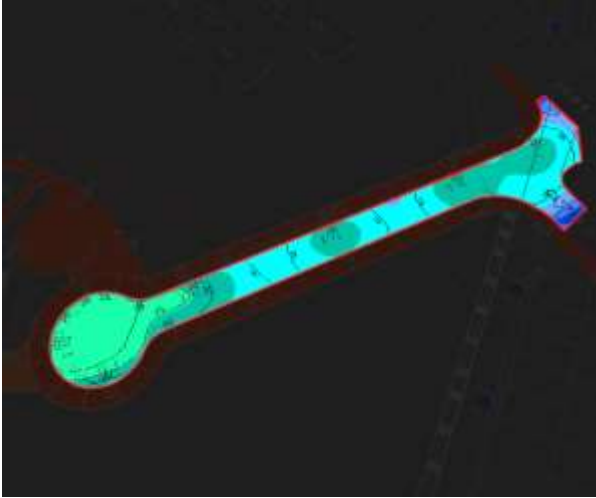
C. Anexo: Análisis de los resultados de iluminancia y uniformidad para cada zona de trabajo

Area de Calculo	Resultados Simulación				
	1.1 Vía Oriental Tipo V-7				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		M5		
	Eprom	Lx	9	18,2	Cumple
	Emin	Lx		3,82	
	Emax	Lx		31,8	
	Uo	%	0,18	0,2	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0,6	1,66	Cumple
	Potencia	W		366	
	Flujo Lum	Lm Ø		47292	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		129,2	
	1.2 Senderos N ⁰¹				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		C3		
	Eprom	Lx	15	23,2	Cumple
	Emin	Lx		12,6	
	Emax	Lx		32,4	
	Uo	%	0,33	0,5	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0.8	0,87	
	Potencia	W		122	
	Flujo Lum	Lm Ø		15764	
	Rendimiento lumínico	lm/W		129,2	

Area de Calculo	Resultados Simulación																																																		
	<p>1.3 Sendero N°2 Gimnasio 1</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILAP</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>15</td> <td>34,3</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>12,5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>43,2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,33</td> <td>0,36</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td>0.8</td> <td>1,28</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>254</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>32627</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>128,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C3			Eprom	Lx	15	34,3	Cumple	Emin	Lx		12,5		Emax	Lx		43,2		Uo	%	0,33	0,36	Cumple	Lprom	cd/m ²	0.8	1,28		Potencia	W		254		Flujo Lum	Lm Ø		32627		Rendimiento Lumínico	lm/W		128,5	
Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C3																																																	
Eprom	Lx	15	34,3	Cumple																																															
Emin	Lx		12,5																																																
Emax	Lx		43,2																																																
Uo	%	0,33	0,36	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²	0.8	1,28																																																
Potencia	W		254																																																
Flujo Lum	Lm Ø		32627																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		128,5																																																
	<p>1.4 Sendero N°3 Central V9</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILAP</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>15</td> <td>31,2</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>13,4</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>52,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,33</td> <td>0,43</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td>0.8</td> <td>1,28</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>254</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>96782</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>381.3</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C3			Eprom	Lx	15	31,2	Cumple	Emin	Lx		13,4		Emax	Lx		52,3		Uo	%	0,33	0,43	Cumple	Lprom	cd/m ²	0.8	1,28		Potencia	W		254		Flujo Lum	Lm Ø		96782		Rendimiento Lumínico	lm/W		381.3	
Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C3																																																	
Eprom	Lx	15	31,2	Cumple																																															
Emin	Lx		13,4																																																
Emax	Lx		52,3																																																
Uo	%	0,33	0,43	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²	0.8	1,28																																																
Potencia	W		254																																																
Flujo Lum	Lm Ø		96782																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		381.3																																																
	<p>1.5 Sendero N°4 Gimnasio 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILAP</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>15</td> <td>34,3</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>22,9</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>53</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,33</td> <td>0,67</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td>0.8</td> <td>1,6</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>132</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>16863</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>127,8</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C3			Eprom	Lx	15	34,3	Cumple	Emin	Lx		22,9		Emax	Lx		53		Uo	%	0,33	0,67	Cumple	Lprom	cd/m ²	0.8	1,6		Potencia	W		132		Flujo Lum	Lm Ø		16863		Rendimiento Lumínico	lm/W		127,8	
Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C3																																																	
Eprom	Lx	15	34,3	Cumple																																															
Emin	Lx		22,9																																																
Emax	Lx		53																																																
Uo	%	0,33	0,67	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²	0.8	1,6																																																
Potencia	W		132																																																
Flujo Lum	Lm Ø		16863																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		127,8																																																

Area de Calculo	Resultados Simulación				
	1.6 Sendero N°5 Juegos Infantiles 1				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		C3		
	Eprom	Lx	15	25,7	Cumple
	Emin	Lx		15,4	
	Emax	Lx		37,8	
	Uo	%	0,33	0,60	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0,8	1,2	Cumple
	Potencia	W		193	
	Flujo Lum	Lm Ø		24745	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		128,2	
	1.7 Senderos Caballeras				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		C3		
	Eprom	Lx	15	55,1	Cumple
	Emin	Lx		27	
	Emax	Lx		101	
	Uo	%	0,33	0,49	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0,6	2,57	Cumple
	Potencia	W		732	
	Flujo Lum	Lm Ø		94584	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		129,2	
	1.8 Cancha múltiple				
	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		C 3		
	Eprom	Lx	50	68,5	Cumple
	Emin	Lx		51,8	
	Emax	Lx		79,5	
	Uo	%	0,4	0,76	Cumple
	Lprom	cd/m ²			
	Potencia	W		384	
	Flujo Lum	Lm Ø		52960	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		137,9	

Area de Calculo	Resultados Simulación																																																		
	<p>1.9 Patinódromo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILAP</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C 0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>50</td> <td>128</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>85</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>167</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,4</td> <td>0,66</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td></td> <td></td> <td>N / A</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>1440</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>189174</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>131,4</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C 0			Eprom	Lx	50	128	Cumple	Emin	Lx		85		Emax	Lx		167		Uo	%	0,4	0,66	Cumple	Lprom	cd/m ²			N / A	Potencia	W		1440		Flujo Lum	Lm Ø		189174		Rendimiento Lumínico	lm/W		131,4	
Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C 0																																																	
Eprom	Lx	50	128	Cumple																																															
Emin	Lx		85																																																
Emax	Lx		167																																																
Uo	%	0,4	0,66	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²			N / A																																															
Potencia	W		1440																																																
Flujo Lum	Lm Ø		189174																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		131,4																																																
	<p>1.10 Cancha Microfutbol</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILAP</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>50</td> <td>78,7</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>51</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>94,8</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,4</td> <td>0,65</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td></td> <td></td> <td>N / A</td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>328</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>40164</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>122,5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C0			Eprom	Lx	50	78,7	Cumple	Emin	Lx		51		Emax	Lx		94,8		Uo	%	0,4	0,65	Cumple	Lprom	cd/m ²			N / A	Potencia	W		328		Flujo Lum	Lm Ø		40164		Rendimiento Lumínico	lm/W		122,5	
Medida	un	RETILAP	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C0																																																	
Eprom	Lx	50	78,7	Cumple																																															
Emin	Lx		51																																																
Emax	Lx		94,8																																																
Uo	%	0,4	0,65	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²			N / A																																															
Potencia	W		328																																																
Flujo Lum	Lm Ø		40164																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		122,5																																																
	<p>1.11 Sendero N°6 + Juegos Infantiles 2</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Medida</th> <th>un</th> <th>RETILA P</th> <th>Dialux</th> <th>OBS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Clase Ilum.</td> <td></td> <td>C 3</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Eprom</td> <td>Lx</td> <td>15</td> <td>61,9</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Emin</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>21,7</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Emax</td> <td>Lx</td> <td></td> <td>149</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Uo</td> <td>%</td> <td>0,33</td> <td>0,35</td> <td>Cumple</td> </tr> <tr> <td>Lprom</td> <td>cd/m²</td> <td>0,6</td> <td>2,3</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Potencia</td> <td>W</td> <td></td> <td>518</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Flujo Lum</td> <td>Lm Ø</td> <td></td> <td>66353</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Rendimiento Lumínico</td> <td>lm/W</td> <td></td> <td>128,09</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Medida	un	RETILA P	Dialux	OBS	Clase Ilum.		C 3			Eprom	Lx	15	61,9	Cumple	Emin	Lx		21,7		Emax	Lx		149		Uo	%	0,33	0,35	Cumple	Lprom	cd/m ²	0,6	2,3		Potencia	W		518		Flujo Lum	Lm Ø		66353		Rendimiento Lumínico	lm/W		128,09	
Medida	un	RETILA P	Dialux	OBS																																															
Clase Ilum.		C 3																																																	
Eprom	Lx	15	61,9	Cumple																																															
Emin	Lx		21,7																																																
Emax	Lx		149																																																
Uo	%	0,33	0,35	Cumple																																															
Lprom	cd/m ²	0,6	2,3																																																
Potencia	W		518																																																
Flujo Lum	Lm Ø		66353																																																
Rendimiento Lumínico	lm/W		128,09																																																

Area de Calculo	Resultados Simulación				
	1.12 Pista de trote				
	Medida	un	RETILA P	Dialux	OBS
	Clase Ilum.		C 3		
	Eprom	Lx	15	24,6	Cumple
	Emin	Lx		10,4	
	Emax	Lx		68,1	
	Uo	%	0,33	0,42	Cumple
	Lprom	cd/m ²	0,6	1,15	Cumple
	Potencia	W		660	
	Flujo Lum	Lm Ø		83196	
	Rendimiento Lumínico	lm/W		126,05	
		1.13 Vía Occidental Tipo V-7			
Medida		un	RETILAP	Dialux	OBS
Clase Ilum.			M5		
Eprom		Lx	9	18,2	Cumple
Emin		Lx		3,82	
Emax		Lx		31,8	
Uo		%	0,18	0,2	Cumple
Lprom		cd/m ²	0,6	1,66	Cumple
Potencia		W		366	
Flujo Lum		Lm Ø		47292	
Rendimiento Lumínico		lm/W		129,21	

Fuente: Elaboración propia

D. Anexo: Simulación en 3D: Colores Falso, color real y localización de luminarias

Figura 32 Escena de luz del proyecto en 3D

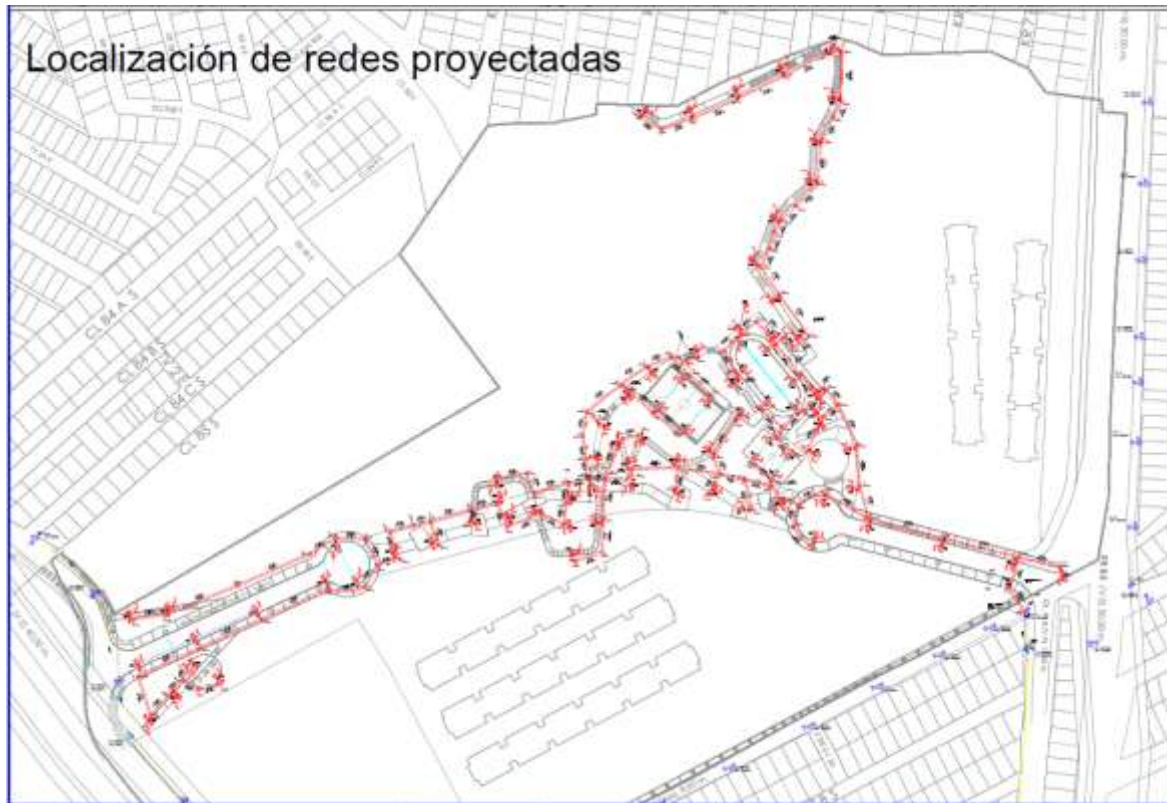


Fuente: Elaboración propia Resultado simulación en Dialux Evo 9.0

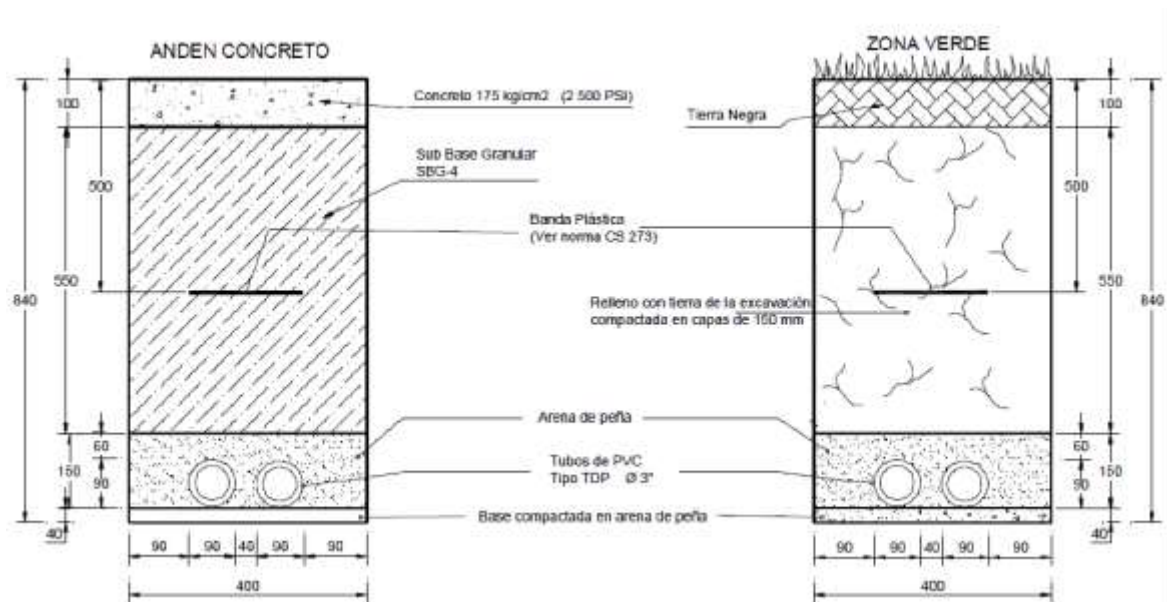
E. Anexo Plano de Diseño Eléctrico y redes de alumbrado público Serie 6

El presente documento se entrega en formato PLIEGO de 1000 x 700 de forma impresa y en digital para una mejor legibilidad, se entrega 4 pliegos de acuerdo con las partes que debe tener el plano.

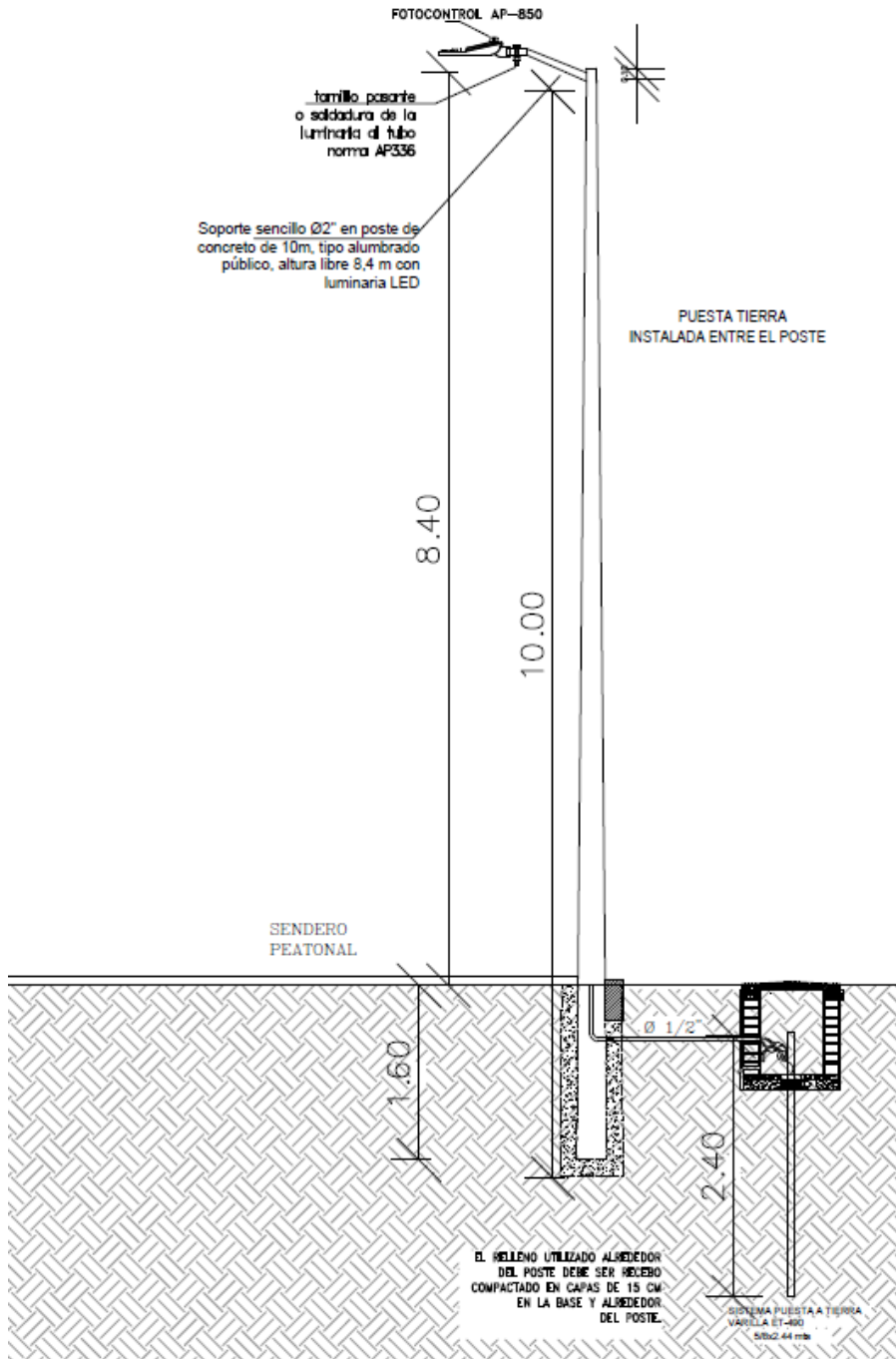




Perfil de zanja para canalizaciones de redes de alumbrado pueblo NORMA AP 207



Perfil de instalación de luminarias en poste de concreto



F. Anexo Cantidades de material por unidad de actividad

Materiales por Grupo de Actividad	Cantidad.	costo	Unidad
Canalización banco de ductos AP207			
Arena de peña	0,05	\$	80.000
Cinta plástica peligro	1	\$	700
Ducto PVC 2Ø3 X 6 M	0,3	\$	5.136
Conexión LA326 Salidas subterráneas			
Amarre plástico para cable trenzado	1	\$	500
cinta de acero inoxidable 5/8"x 0,03"	4	\$	7.500
Hebilla de acero inoxidable 5/8"	4	\$	3.500
Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 1	4	\$	5.500
tubo galvanizado 3" (4)	6	\$	16.200
Boquilla galvanizada 3"	1	\$	8.500
Capacete galvanizado 3"	1	\$	10.000
Codo galvanizado 3" x 90	1	\$	65.100
Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802			
Alambre de Cu desnudo AWG # 8	2	\$	3.400
Canastilla en acero 30 x 30 Ø 3/4	1	\$	150.000
Cemento gris bulto x 25KG	3	\$	17.000
Conector para varilla puesta a tierra 5/8"	1	\$	15.900
curva Conduit tipo pesad Ø1/2"	1	\$	750
Mixto (grava - arena)	0,325	\$	106.000
Tubo PVC Conduit tipo pesado Ø1/2 "	1,5	\$	967
Varilla de puesta a tierra Ø5/8 x 2.44m	1	\$	35.250
Construcción de cámaras de Inspección AP274			
Arena de peña	0,1	\$	80.000
Cemento gris bulto x 25KG	3	\$	17.000
Ladrillo Tolete 20 x 10	168	\$	550
Marco metálico AP 274 0.72 X 0.72	1	\$	66.000
Mixto (grava - arena)	0,2	\$	106.000
Recebo B-600	0,1	\$	80.000
Tapa concreto AP 274 0.72 x 0.72	1	\$	105.871
Terminal campana PVC Ø3	4	\$	3.871

Materiales por Grupo de Actividad	Cantidad.	costo	Unidad
Construcción de cámaras de inspección CS275			
Arena de peña	0,2	\$	80.000
Cemento gris bulto x 25KG	6	\$	17.000
Ladrillo Tolete 20 x 10	441	\$	550
Marco metálico CS 275 1.3X0.8	1	\$	76.000
Mixto (grava - arena)	0,325	\$	106.000
Recebo B-600	0,15	\$	80.000
Tapa concreto CS 277 0.7 x 1.30	1	\$	233.160
Terminal campana PVC Ø3	4	\$	3.871
Instalación de Barrajes AP802			
Barraje premoldeado de BT ET 722 - CS340	3	\$	218.850
Fusible limitador de corriente 70A AP 859 ET 506	9	\$	50.000
Terminal de compresión tipo pala de 1/2 ET 302	9	\$	5.000
Tornillo de 1/4 x 3/4	6	\$	300
Tornillo de 3/16 x 1/2	6	\$	400
Tornillo de 3/8 x 3/4	6	\$	600
Instalación de luminarias			
Alambre de Cu desnudo AWG # 8	15	\$	3.400
Cable 14 AWG THW a 600V	30	\$	1.100
Conector para varilla puesta a tierra 5/8"	1	\$	15.900
Fotocontrol 1000W / 1800 VA 185 / 305 V TIPO NC ET 810	1	\$	5.500
Tubo PVC Conduit tipo pesado Ø1/2 "	1,5	\$	967
Varilla de puesta a tierra Ø5/8 x 2.44m	1	\$	35.250
Empalme en resina para BT AP 839	2	\$	29150
Luminaria LED REF SEPIA LED (55 61 71 82 96 240 W)	1	\$	800.000
Soporte sencillo de 0,5m - 1,5m x Ø2" AP 806	1	\$	75.700
Instalación de poste metálicos AP802			
Poste metálico de 8m x Ø4"	1	\$	500.000
Instalación de Postes en concreto AP801			
Poste en concreto de 10 m 510 kgf	1	\$	-
Poste en concreto de 12 m 510 kgf	1	\$	689.900
Instalación de red subterránea #2			
Cable de Aluminio Aislado THW No. 2	1	\$	2.500
Instalación de red subterránea #4			
Cable de Aluminio Aislado THW No. 4	1	\$	1.500

- Presupuesto detallado del proyecto

Presupuesto de Obra: Proyecto CTO AP Alameda Reserva San David					
It.	DENOMINACIÓN	Un	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Estudiante Jose Giovanni Buitrago				\$ 3.630.000
1.1	Luxómetro	un	1	\$ 250.000	\$ 250.000
1.2	Casco Steel pro clase 2	un	1	\$ 60.000	\$ 60.000
1.3	Botas Dieléctricas	un	1	\$ 90.000	\$ 90.000
1.4	Jean azul	un	1	\$ 40.000	\$ 40.000
1.5	Camisa en drill	un	1	\$ 40.000	\$ 40.000
1.6	Guantes de vaqueta	un	1	\$ 10.000	\$ 10.000
1.7	Mono gafa lente oscuro	un	1	\$ 6.000	\$ 6.000
1.8	Cámara fotográfica	un	1	\$ 450.000	\$ 450.000
1.9	Computador portátil*	un	1	\$ 2.200.000	\$ 2.200.000
1.10	Impresión de planos en plotter	un	10	\$ 6.400	\$ 64.000
1.11	Material de papelería	GBL	1	\$ 100.000	\$ 100.000
1.12	Desplazamiento a obra	un	8	\$ 30.000	\$ 240.000
1.13	Odómetro	un	1	\$ 70.000	\$ 70.000
1.14	Flexómetro 5 m	un	1	\$ 10.000	\$ 10.000
1.15	Software AutoCAD 2018 Versión estudiantil	un	1	\$ -	\$ -
1.16	Software Dialux Evo (Descarga Gratuita en la pagina)	un	1	\$ -	\$ -
1.17	Licencia de office 365 Estudiantil	un	1	\$ -	\$ -
1.18	Horas de trabajo para elaboración de planos e informes Técni	h	360	\$ 12.500	\$ 4.500.000
2	INVERSIONES G&R SAS - MATERIALES				\$ 218.160.007
2.1	Alambre de Cu desnudo AWG # 8	m	1239	\$ 3.400	\$ 4.212.600
2.2	Arena de peña	m3	76,25	\$ 80.000	\$ 6.100.000
2.3	Barraje premoldeado de BT ET 722 - CS340	UN	6	\$ 218.850	\$ 1.313.100
2.4	Cable 14 AWG THW a 600V	m	2430	\$ 1.100	\$ 2.673.000
2.5	Cable de Aluminio Aislado THW No. 2	m	160	\$ 4.500	\$ 720.000
2.6	Cable de Aluminio Aislado THW No. 4	m	5193	\$ 3.500	\$ 18.175.500
2.7	Canasitilla en acero 30 x 30 Ø 3/4	UN	12	\$ 150.000	\$ 1.800.000
2.8	Cemento gris bulto x 25KG	UN	402	\$ 17.000	\$ 6.834.000
2.9	Cinta plastica peligro	m	1281	\$ 700	\$ 896.700
2.10	Conector para varilla puesta a tierra 5/8"	UN	93	\$ 15.900	\$ 1.478.700
2.11	curva conduit tipo pesad Ø1/2"	UN	12	\$ 750	\$ 9.000
2.12	Ducto PVC 2Ø3 X 6 M	m	422,73	\$ 5.136	\$ 2.171.282
2.13	Empalme en resina para BT AP 839	UN	162	\$ 29.150	\$ 4.722.300
2.14	Fotocontrol 1000W / 1800 VA 185 / 305 V TIPO NC ET 810	UN	81	\$ 5.500	\$ 445.500
2.15	Fusible limitador de corriente 70A AP 859 ET 506	UN	18	\$ 50.000	\$ 900.000
2.16	Ladrillo Tolete 20 x 10	UN	20706	\$ 550	\$ 11.388.300
2.17	Luminaria LED REF DELTA LED 240 W	UN	6	\$ 800.000	\$ 4.800.000
2.18	Luminaria LED REF DELTA LED 96 W	UN	4	\$ 800.000	\$ 3.200.000
2.19	Luminaria LED REF SEPIA LED 55 W	UN	12	\$ 800.000	\$ 9.600.000
2.20	Luminaria LED REF SEPIA LED 61 W	UN	47	\$ 800.000	\$ 37.600.000
2.21	Luminaria LED REF SEPIA LED 71 W	UN	8	\$ 800.000	\$ 6.400.000
2.22	Luminaria LED REF SEPIA LED 82 W	UN	4	\$ 800.000	\$ 3.200.000
2.23	Marco metalico AP 274 0.72 X 0.72	UN	118	\$ 66.000	\$ 7.788.000
2.24	Marco metalico CS 275 1.3X0.8	UN	2	\$ 76.000	\$ 152.000
2.25	Mixto (grava - arena)	m3	28,15	\$ 106.000	\$ 2.983.900
2.26	Poste en concreto de 10 m 510 kgf	UN	50	\$ 689.900	\$ 34.495.000
2.27	Poste en concreto de 12 m 510 kgf	UN	18	\$ 689.900	\$ 12.418.200
2.28	Poste metalico de 8m x Ø4"	UN	12	\$ 500.000	\$ 6.000.000
2.29	Recebo B-600	m3	12,1	\$ 80.000	\$ 968.000
2.30	Soporte sencillo de 0,5m x Ø2" AP 806	UN	47	\$ 75.700	\$ 3.557.900
2.31	Soporte sencillo de 1,5 m x Ø" AP806	UN	34	\$ 75.700	\$ 2.573.800
2.32	Tapa concreto AP 274 0.72 x 0.72	UN	118	\$ 105.871	\$ 12.492.778
2.33	Tapa concreto CS 277 0.7 x 1.30	UN	2	\$ 233.160	\$ 466.320
2.34	Terminal campana PVC Ø3	UN	480	\$ 3.871	\$ 1.858.080

Presupuesto de Obra: Proyecto CTO AP Alameda Reserva San David

It.	DENOMINACIÓN	Un	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
2.35	Terminal de compresion tipo pala de 1/2 ET 302	UN	18	\$ 5.000	\$ 90.000
2.36	Tornillo de 1/4 x 3/4	UN	12	\$ 300	\$ 3.600
2.37	Tornillo de 3/16 x 1/2	UN	12	\$ 400	\$ 4.800
2.38	Tornillo de 3/8 x 3/4	UN	12	\$ 600	\$ 7.200
2.39	Tubo PVC conduit tipo pesado Ø1/2 "	m	139,5	\$ 967	\$ 134.897
2.40	Varilla de puesta a tierra Ø5/8 x 2.44m	UN	93	\$ 35.250	\$ 3.278.250
2.41	Amarre plástico para cable trenzado	UN	1	\$ 500	\$ 500
2.42	cinta de acero inoxidable 5/8"x 0,03"	UN	4	\$ 7.500	\$ 30.000
2.43	Hebilla de acero inoxidable 5/8"	UN	4	\$ 3.500	\$ 14.000
2.44	Conector de tornillo con chaqueta aislante, tipo 1	UN	4	\$ 5.500	\$ 22.000
2.45	tubo galvanizado 3" x 6m	m	1	\$ 97.200	\$ 97.200
2.46	Boquilla galvanizada 3"	UN	1	\$ 8.500	\$ 8.500
2.47	Capacete galvanizado 3"	UN	1	\$ 10.000	\$ 10.000
2.48	Codo galvanizado 3" x 90	UN	1	\$ 65.100	\$ 65.100
3 Universidad Antonio Nariño (Aseorias)					\$ 800.000
3.1	Asesoría Ingeniero Director de proyecto	h	16	\$ 50.000	\$ 800.000
4 INVERSIONES G&R SAS - MANO DE OBRA					\$ 218.160.007
4.1	Canalización banco de ductos AP207	m	1281	\$ 6.395	\$ 8.191.982
4.2	Construcción de cámaras de Inspección AP274	UN	118	\$ 367.955	\$ 43.418.690
4.3	Construcción de cámaras de inspección CS275	UN	2	\$ 731.644	\$ 1.463.288
4.4	Construcción de bases en concreto para poste metálico AP802	UN	12	\$ 295.601	\$ 3.547.206
4.5	Instalación de Barrajes AP802	UN	2	\$ 1.159.350	\$ 2.318.700
4.6	Instalación de Postes en concreto AP801	UN	68	\$ 689.900	\$ 46.913.200
4.7	Instalación de poste metálicos AP802	UN	12	\$ 500.000	\$ 6.000.000
4.8	tendido de cable subterráneo en Al # 2	M	160	\$ 4.500	\$ 720.000
4.9	tendido de cable subterráneo en Al # 4	M	5193	\$ 3.500	\$ 18.175.500
4.10	Instalación de luminarias	UN	81	\$ 1.076.101	\$ 87.164.141
4.11	Conexión red subterránea a red aérea LA326	m	1	\$ 247.300	\$ 247.300
5 Otros					\$ 9.368.000
5.1	Alquiler de retroexcavadora (equipos Urrego)	hora	36	\$ 60.000	\$ 2.160.000
5.2	Alquiler de equipos de compactacion (Alquiequipos)	hora	208	\$ 11.000	\$ 2.288.000
5.3	Servicio de recogida de escombros (Transportes Rojas)	un	16	\$ 280.000	\$ 4.480.000
5.4	Alquiler de baños portátiles (Baño Movil SAS)	mes	2	\$ 220.000	\$ 440.000
5.5	Implementación de protocolos COVID-19	GLB	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000

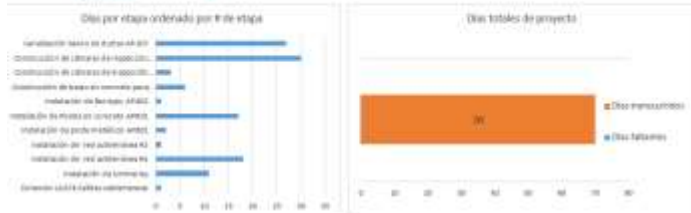
▪ Cronograma del proyecto

Cronograma del proyecto Diagrama de Gantt

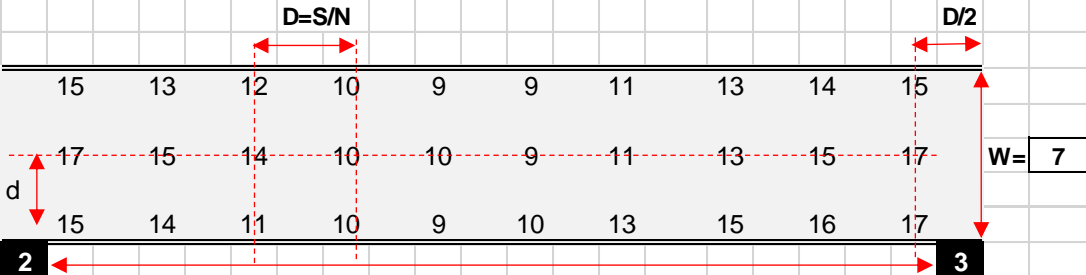
Proyecto: **Instalación circuito de alumbrado público Alameda RESERVA SA**
 Fecha de inicio: **01/08/2020**
 Días planeados de trabajo: **54**
 Fecha de fin: **31/09/2020**

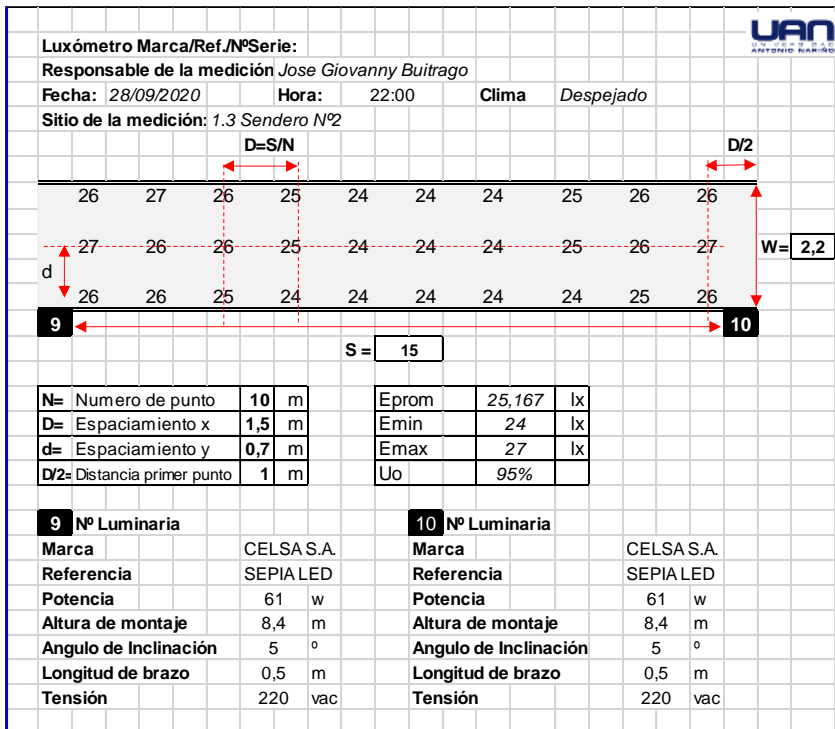
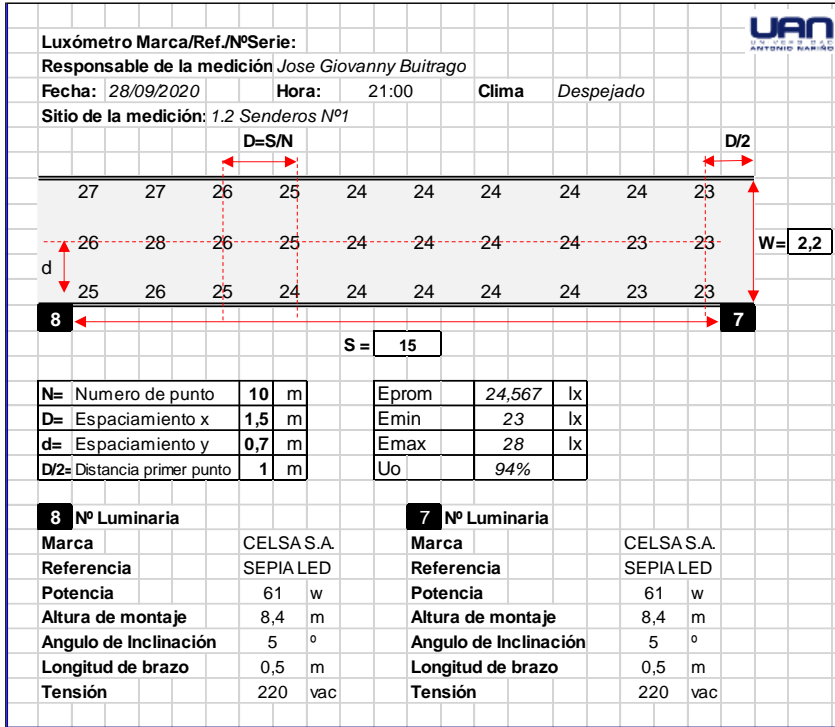
N°	Descripción de la etapa	Duración de la etapa (días)	Tarea dependiente	Tipo de Dependencia	Días de dependencia	Inicio	Fin	Responsable	Estatus	Fecha de finalización	Días que efectivamente llevó la etapa	AGOSTO										SEPTIEMBRE																																							
												01/08/20	02/08/20	03/08/20	04/08/20	05/08/20	06/08/20	07/08/20	08/08/20	09/08/20	10/08/20	11/08/20	12/08/20	13/08/20	14/08/20	15/08/20	16/08/20	17/08/20	18/08/20	19/08/20	20/08/20	21/08/20	22/08/20	23/08/20	24/08/20	25/08/20	26/08/20	27/08/20	28/08/20	29/08/20	30/08/20	31/08/20	01/09/20	02/09/20	03/09/20	04/09/20	05/09/20	06/09/20	07/09/20	08/09/20	09/09/20	10/09/20	11/09/20	12/09/20	13/09/20	14/09/20	15/09/20	16/09/20	17/09/20	18/09/20	19/09/20
1	Canalización banco de ductos AP207	27	No Aplica	No Aplica	+0	01/08/20	03/09/20	Ing Fredy Suspe	Completado	09/09/20	33	[Barra amarilla]																																																	
2	Construcción de cámaras de inspección AP276	30	1	CC	+3	11/08/20	01/09/20	Ing Fredy Suspe	Completado	04/09/20	25	[Barra amarilla]																																																	
3	Construcción de cámaras de inspección CS275	3	1	FC	-8	31/08/20	02/09/20	Ing Fredy Suspe	Completado	02/09/20	3	[Barra amarilla]																																																	
4	Construcción de bases en concreto para poste	6	2	FC	-5	04/09/20	09/09/20	Ing Fredy Suspe	Completado	09/09/20	6	[Barra amarilla]																																																	
5	Instalación de Barrajes AP802	1	3	FC	+1	03/09/20	03/09/20	Ing Nestor	Completado	03/09/20	1	[Barra amarilla]																																																	
6	Instalación de Postes en concreto AP801	17	1	FC	-12	22/08/20	07/09/20	Ing Nestor	Completado	07/09/20	17	[Barra amarilla]																																																	
7	Instalación de poste metálicos AP802	2	4	FC	+3	11/09/20	13/09/20	Ing Nestor	Completado	13/09/20	2	[Barra amarilla]																																																	
8	Instalación de red subterránea #2	1	1	FC	+1	01/09/20	01/09/20	Ing Nestor	Completado	04/09/20	1	[Barra amarilla]																																																	
9	Instalación de red subterránea #4	18	2	FC	+0	01/09/20	19/09/20	Ing Nestor	Completado	24/09/20	18	[Barra amarilla]																																																	
10	Instalación de luminarias	11	9	FC	-7	11/09/20	21/09/20	Ing Nestor	Completado	29/09/20	11	[Barra amarilla]																																																	
11	Conexión LA326 Solidas subterráneas	1	10	FC	+1	30/09/20	30/09/20	Ing Nestor	Completado	30/09/20	1	[Barra amarilla]																																																	

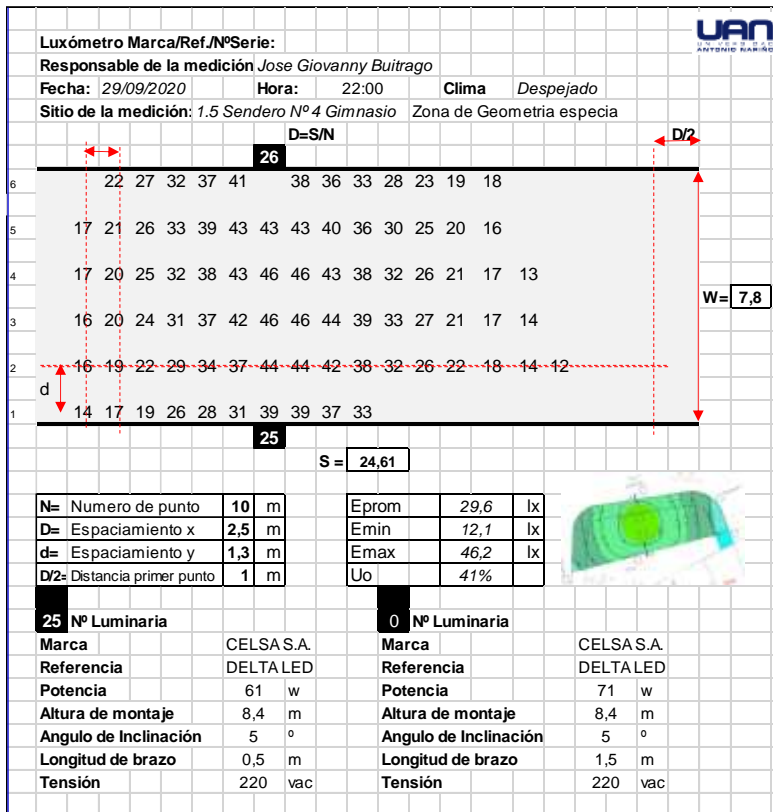
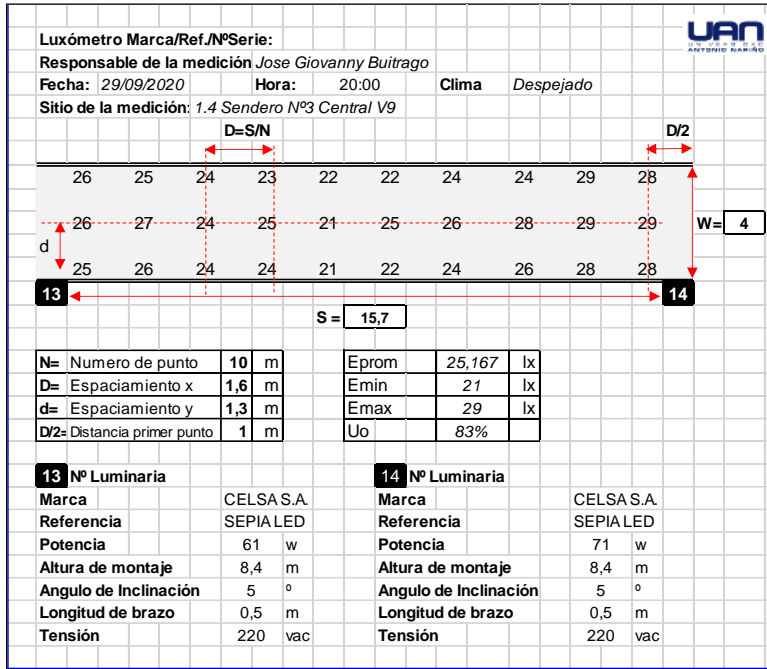
Fecha de reporte: **10/10/2020**
 Días planeados: **54**
 Días transcurridos: **54**
 Días faltantes: **0**

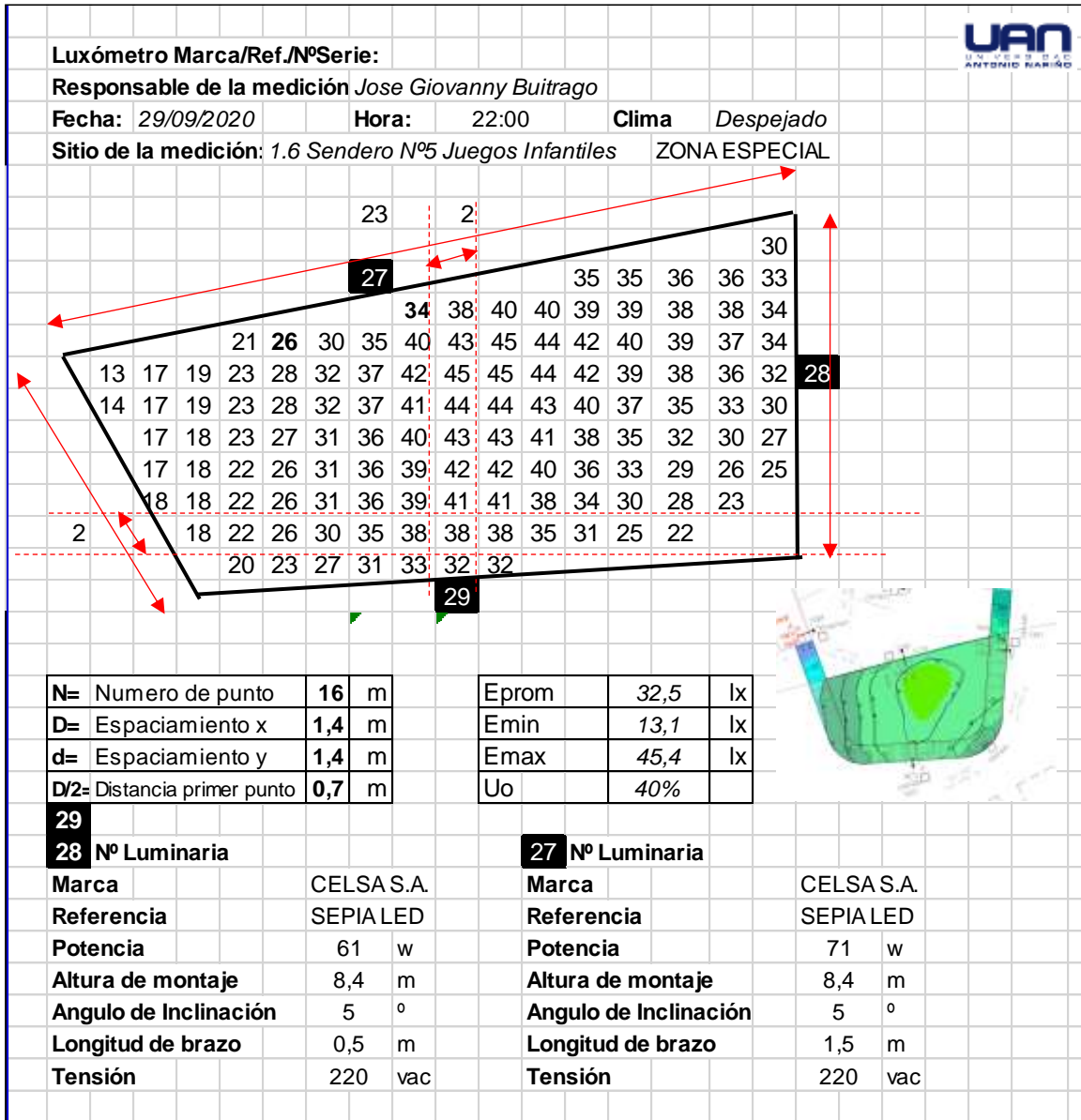


G. Anexo - Informe de mediciones de Iluminancia para cada zona

INFORME MEDICIONES DE LUMINANCIA PROYECTO ALAMEDA SAN DAVID										
Luxómetro Marca/Ref./NºSerie:										
Responsable de la medición <i>Jose Giovanni Buitrago</i>										
Fecha: 28/09/2020			Hora: 20:00			Clima Despejado				
Sitio de la medición: 1.1 Vía Oriental Tipo V-7										
										
2		S = 26,6						3		
N= Numero de punto	10 m	Eprom	12,72	lx						
D= Espaciamiento x	2,7 m	Emin	9,1	lx						
d= Espaciamiento y	2,3 m	Emax	17	lx						
D/2= Distancia primer punto	1 m	Uo	72%							
2 Nº Luminaria					3 Nº Luminaria					
Marca	CELSA S.A.				Marca	CELSA S.A.				
Referencia	SEPIA LED				Referencia	SEPIA LED				
Potencia	61	w			Potencia	61	w			
Altura de montaje	10,2	m			Altura de montaje	10,2	m			
Angulo de Inclinación	5	°			Angulo de Inclinación	5	°			
Longitud de brazo	1,5	m			Longitud de brazo	1,5	m			
Tensión	220	vac			Tensión	220	vac			









Luxómetro Marca/Ref./NºSerie:

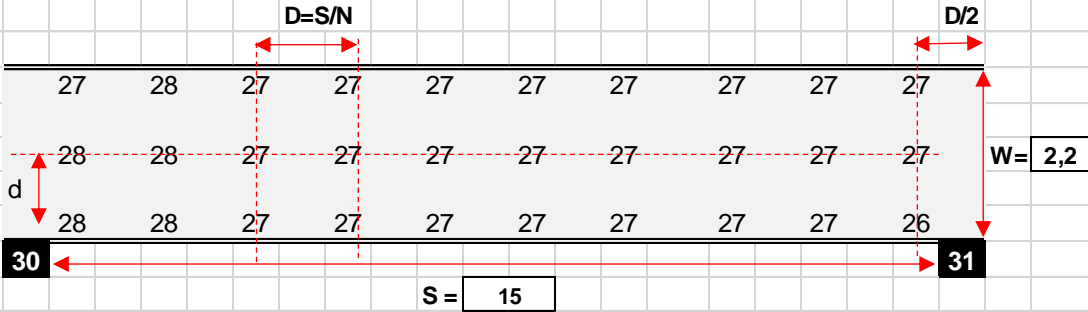
Responsable de la medición *Jose Giovanni Buitrago*

Fecha: 29/09/2020

Hora: 21:00

Clima Despejado

Sitio de la medición: 1.7 Sendero Caballeras



N=	Numero de punto	10	m
D=	Espaciamiento x	1,5	m
d=	Espaciamiento y	0,7	m
D/2=	Distancia primer punto	1	m

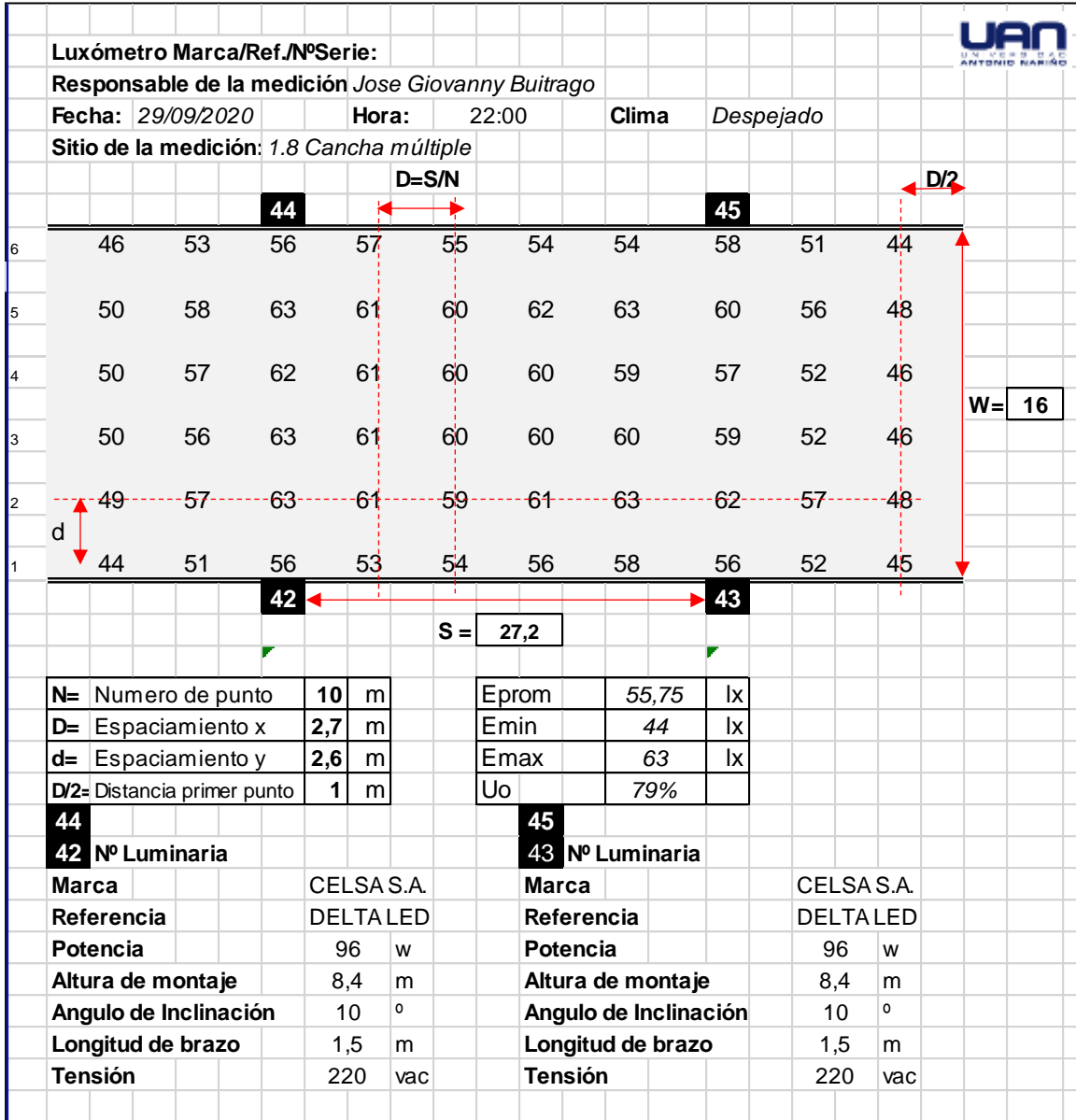
Eprom	27,133	lx
Emin	26	lx
Emax	28	lx
Uo	96%	

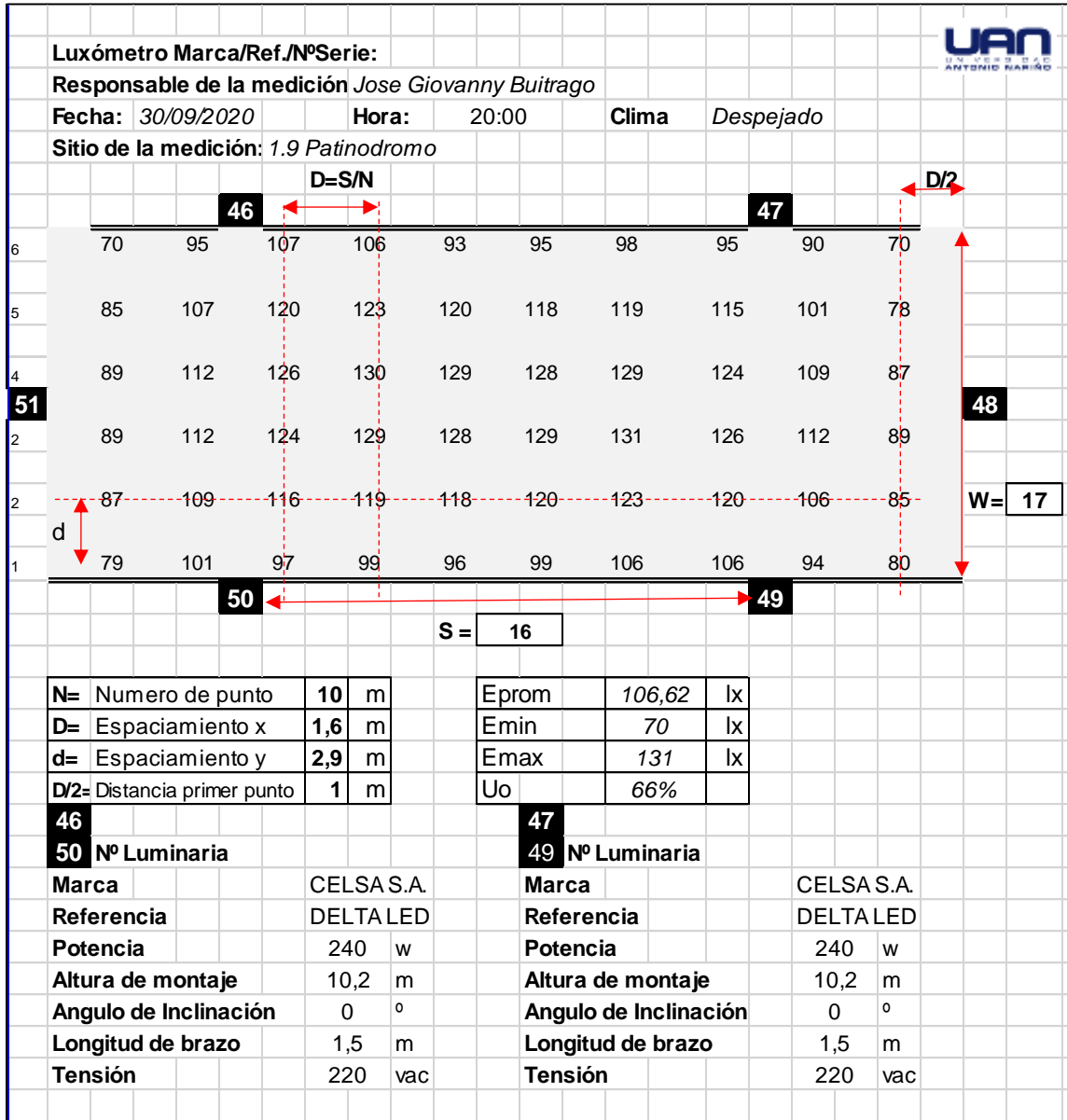
30 Nº Luminaria

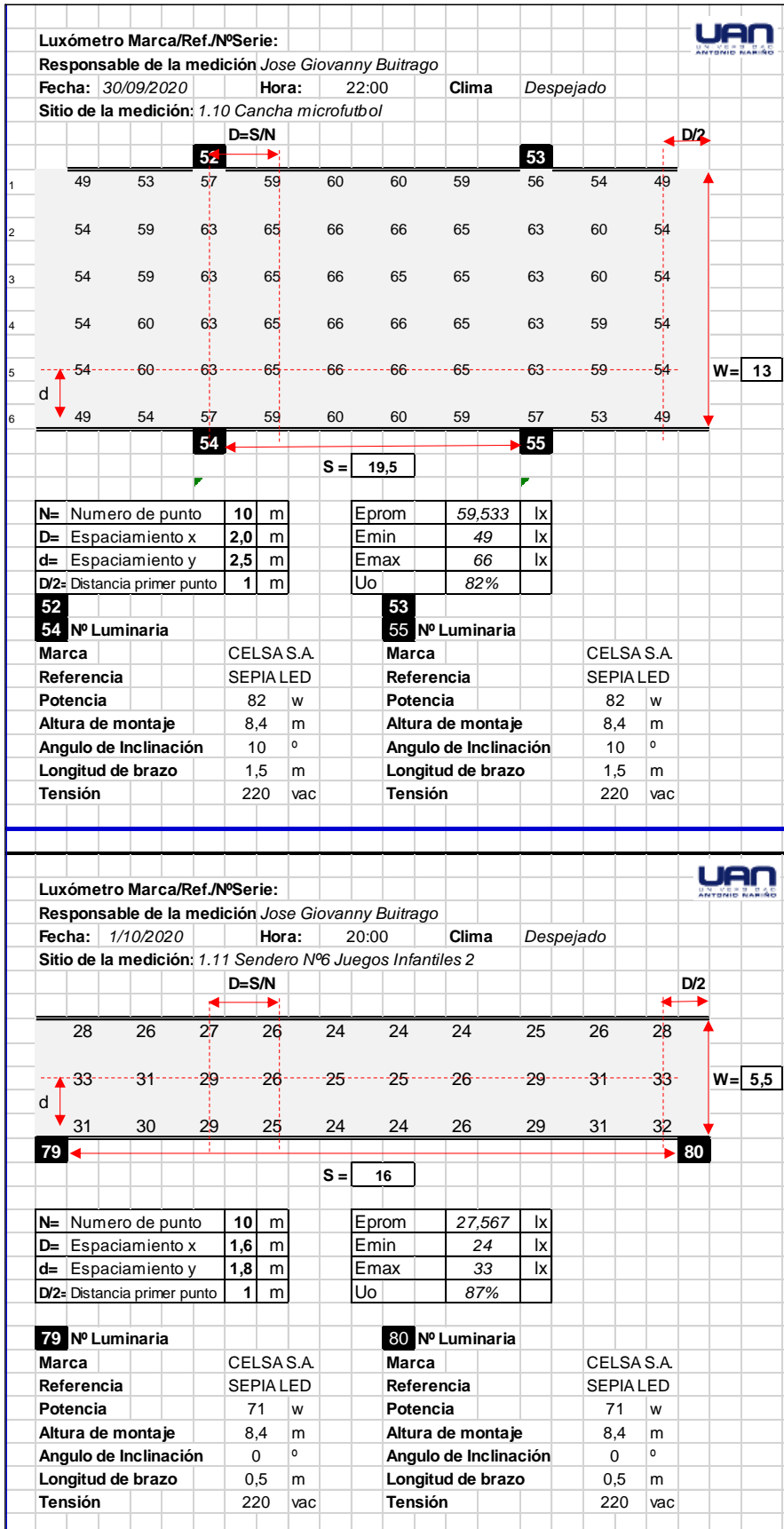
Marca	CELSA S.A.
Referencia	SEPIA LED
Potencia	61 w
Altura de montaje	8,4 m
Angulo de Inclinación	5 °
Longitud de brazo	0,5 m
Tensión	220 vac

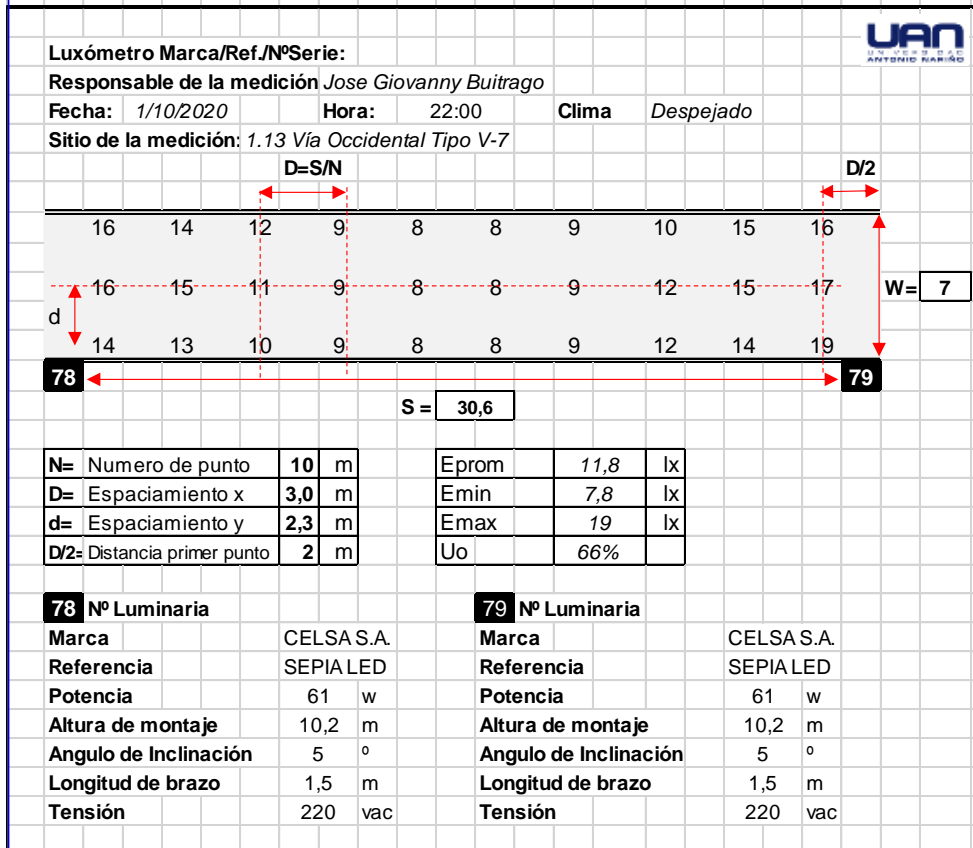
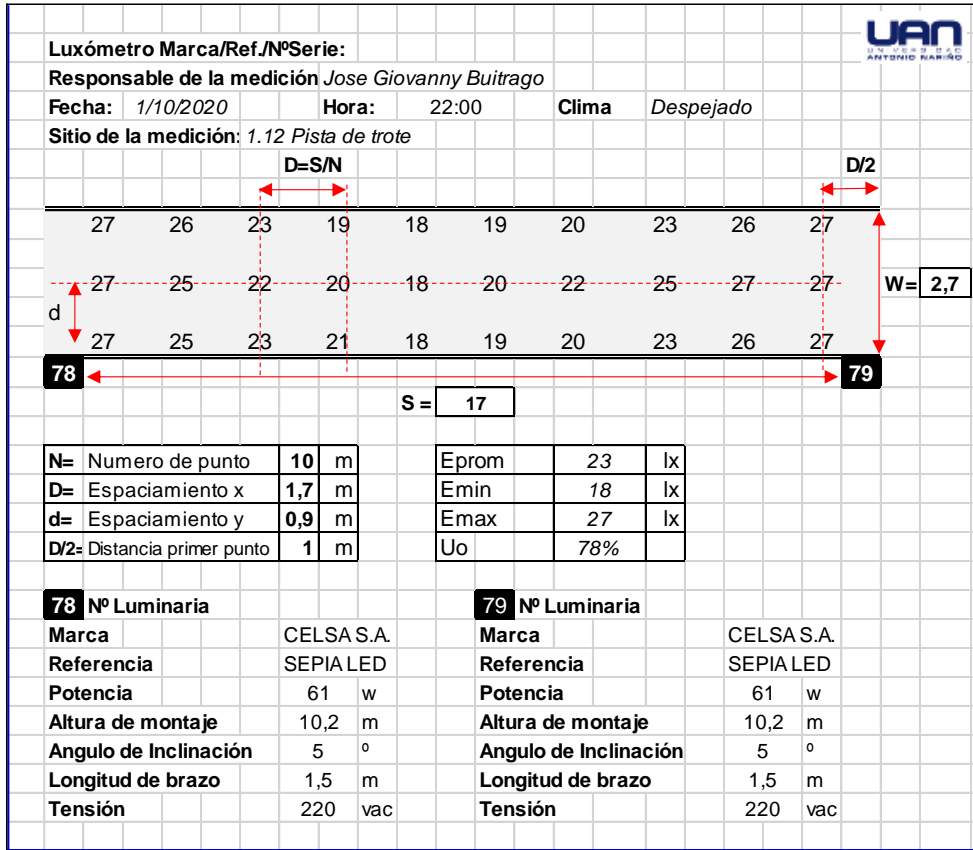
31 Nº Luminaria

Marca	CELSA S.A.
Referencia	SEPIA LED
Potencia	61 w
Altura de montaje	8,4 m
Angulo de Inclinación	5 °
Longitud de brazo	0,5 m
Tensión	220 vac









H. Certificado de calibración del luxómetro utilizado en las mediciones.



CERTIFICATE OF CALIBRATION

Customer: Industria Andina
de Iluminación S.A
Calle 12 No 44-30
BOGOTÁ,
PO Number: 99



Certificate/SO Number: 6-C5H90-20-1 Revision 0

Legend

Topic	Description
Accuracy	UUT specification that establishes expected tolerances and a time limit (calibration interval) over which the instrument is expected to hold these tolerances
As Found	Initial measurement results
As Left	Measurement results after adjustment and/or repair
Blank Data Field	Test is not applicable for the UUT
Cal Process Uncertainty (CPU)	The uncertainty of calibration process for the reported measurement result
Cover Factor (k)	A measure of uncertainty that defines an interval about the measurement result
Low / High Limits	Establishes UUT acceptable performance limits for the test measurement
Measurement Uncertainty	The dispersion of the values attributed to a measured quantity
OOT	Out of Tolerance
Setpoints	Measurement target values
Traceability	Unbroken chain of comparisons relating an instrument's measurements to a known standard(s)
Traceability Number	Unique identifier(s) used to document traceability of calibration standards
TUR	Test Uncertainty Ratio, ratio of the tolerance or specification of the test measurement in relation to the uncertainty in measurement results
UUT	Unit Under Test

Calibrated At:
100 Cobble Lane
Cherry Hill, NJ 08034

Facility Responsible:
100 Cobble Lane
Cherry Hill, NJ 08034
800-828-1470

Calibrated By:
Electronically Signed By:
Paul Masarik

Revised By:
Electronically Signed By:
Martin Waytz

Paul Masarik Oct 28, 2018
Calibration Technician 09:25:36 -04:00

Jeffrey McClure Oct 28, 2018
Lab Manager 12:53:29 -04:00



Date Received: October 22, 2018
Service Level: RS

Certificate - Page 4 of 4
Revised on November 23, 2018

Customer Number: 1-576102-000
GPS-F20-014R5-0A28/2018-PP06/IR# 8/23/2018

I. Anexo: Certificado de calidad de los conductores en aluminio.



CERTIFICADO DE CONFORMIDAD DE PRODUCTO PRODUCT CONFORMITY CERTIFICATE

Modelo de Certificación
Certification Modality

No. 06410

Marca de conformidad
Esquema 5

La Corporación Centro de Innovación y Desarrollo Tecnológico
del Sector Eléctrico - CIDET Certifica que el producto:

CIDET certifies that the product:

DENOMINACIÓN	TIPO	REFERENCIA
CONDUCTORES ELÉCTRICOS, MARCA CENTELSA Y VIAKON	CABLES UNIPOLARES AISLADOS DE BAJA TENSIÓN	COBRE: 6 mm ² A 240 mm ² ALUMINIO: 10 mm ² A 400 mm ²

Las características e identificación de este producto se describen en el documento anexo,
que hace parte integral del presente CERTIFICADO. Este documento contiene 2 páginas.
*The characteristics and identification of this product are described in the attached document,
which is an integral part of this CERTIFICATE*

Fabricado por
Manufactured by:

CABLES DE ENERGIA Y DE TELECOMUNICACIONES S.A. – CENTELSA

Calle 10 # 38 - 43, Urbanización Industrial Acopi,
Yumbo, (Valle del Cauca), Colombia

Satisface los requerimientos de
Satisfies the requirements of

ENERSIS E-BT-001/2011 y la RESOLUCIÓN 90708 de 2013 del
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA – RETIE (Numeral 20.2)

Fecha de Certificación: 07 / 03 / 2018
Última Actualización: 28 / 03 / 2019
Fecha de Vencimiento: 25 / 03 / 2022

Fecha máxima para la finalización de las próximas auditorías de seguimiento: 25 / 03 / 2020 y 25 / 03 / 2021

Juan Pablo Rojas Duque
Gerente CIDET Certificación
Certification CIDET Manager

JUAN
PABLO
ROJAS
DUQUE
Firmado
digitalmente por
JUAN PABLO
ROJAS DUQUE
Fecha:
2019.03.28
11:50:41 -05'00'



CIDET realiza la verificación y el seguimiento a las características del producto que dieron origen a esta certificación.
Las novedades y vigencia de este certificado pueden ser consultadas en la página www.cidet.org.co

*CIDET makes the verification and follow up the characteristics of the product that gave rise to this certification.
On page www.cidet.org.co, you can find new and validity of this certificate.*

Medellín: Carrera 48 No. 56-11 (Av. Oriental) Piso 13, Tel: (+57) 444 12 11, Fax: (+57) 444 04 80



ISO/IEC 17065:2012
09-CPR-004

J. Anexo: Resultado del porcentaje de ocupación ductos en canalizaciones.

ZONA	NODO ORIGEN	NODO DESTINO	Longitud (m)	Ø pulg Ductos	Tipo	# AWG Cable THW-AI	N° FASES	MAT	Área AWG mm ²	Área Ocupación mm ²	%
1.1	12	11	25,2	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	11	10	26,5	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	10	9	31,7	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	9	8	13,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	8	7	9,3	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	7	6	10	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.1	6	5	10,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.2	1	2	11,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	2	3	30	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	3	4	30	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.2	4	5	14,9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	12	13	15	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	13	14	10	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	14	15	8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.3	15	16	5	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	15	17	6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.3	17	18	8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	7	19	8,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	19	20	9,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	20	21	8,7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	21	22	5,8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	22	23	8,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	22	24	15,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	24	25	2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	26	27	9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	27	28	13,5	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	30	29	7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	30	31	6,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	31	B- CS25-2	6,7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	B- CS25-2	35	2,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%

ZONA	NODO ORIGEN	NODO DESTINO	Longitud (m)	Ø pulg Ductos	Tipo	# AWG Cable THW-AI	N° FASES	MAT	Área AWG mm ²	Área Ocupación mm ²	%
1.4	B-CS25-2	36	5,3	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	36	40	8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	40	41	2,7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	41	42	17,5	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	42	43	7,4	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	42	44	15,7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	44	45	8,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	45	48	9,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	48	49	11	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	48	50	9,7	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.4	50	53	4,8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.5	24	26	10,2	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.5	31	32	13,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.5	32	33	8,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.5	33	34	9,9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.6	28	29	9,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.6	36	37	15,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.6	37	38	12,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.6	38	38	12,4	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.7	36	63	16,3	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	63	64	5,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.7	B-CS25-2	65	6,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	65	66	8,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	66	67	8,7	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	67	68	4,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	67	69	15,7	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	69	70	2,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	69	73	11,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	73	74	9,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	74	75	5,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.7	75	76	2,9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.7	44	46	6,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.7	46	47	16,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.7	97	98	1,9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.8	70	71	13,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.8	71	72	11,8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.8	74	77	9,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.8	77	78	11,8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.9	88	87	9,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.9	87	86	9,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	86	85	6,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	85	91	10,2	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	91	92	14,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%

ZONA	NODO ORIGEN	NODO DESTINO	Longitud (m)	Ø pulg Ductos	Tipo	# AWG Cable THW-AI	N° FASES	MAT	Área AWG mm ²	Área Ocupación mm ²	%
1.9	92	93	10,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	93	94	6,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	94	96	8,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.9	96	97	8,2	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.10	50	51	1,7	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.10	51	52	8,5	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.10	87	89	3,8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.10	89	90	8,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.11	94	95	2,6	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.11	92	99	3,2	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	85	84	3,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	84	81	6,7	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	81	82	6,8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	82	83	14,5	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.11	81	80	16,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	80	79	15,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.11	79	58	12,3	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	99	100	4,5	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	100	101	6,8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	101	102	19,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	102	103	12,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	103	104	7,5	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	104	105	5,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	105	106	4,3	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	106	107	6,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	107	108	11,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	108	109	16,4	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	109	110	9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	110	111	6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	111	112	18,9	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	112	113	5	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	113	114	18,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	114	115	19	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	115	116	19	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	116	117	11	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.12	117	118	8,8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	56	55	9	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.13	55	54	8,1	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.13	54	57	10,2	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	57	58	19,8	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	58	79	12,3	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	58	59	30,6	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	59	60	29	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%

ZONA	NODO ORIGEN	NODO DESTINO	Longitud (m)	Ø pulg Ductos	Tipo	# AWG Cable THW-AI	N° FASES	MAT	Área AWG mm ²	Área Ocupación mm ²	%
1.13	60	61	15,8	3	PCV TDP	4	3	AL	62,5	187,47	4%
1.13	60	B- CS25-1	11,1	3	PCV TDP	4	4	AL	62,5	249,96	6%
1.13	62	B- CS25-1	10,9	3	PCV TDP	2	4	AL	85,9	343,73	8%
1.13	LA326	62	26,1	3	PCV TDP	2	4	AL	85,9	343,73	8%

K. Anexo: Fotografías de la ejecución del proyecto.

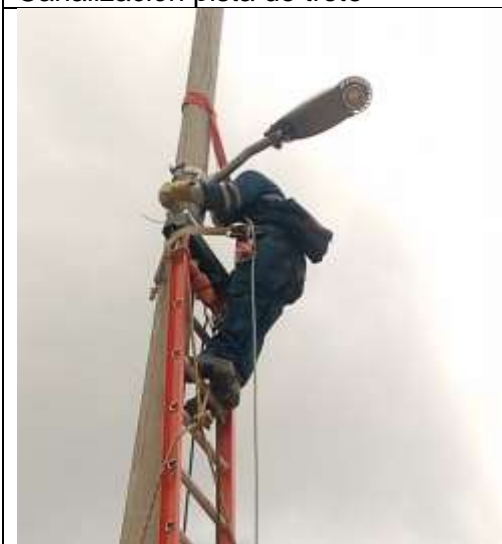
	
<p>Plano general de la obra</p>	<p>Construcción de cámaras de inspección</p>
	
<p>Canalización de redes</p>	<p>Ahollado paa postes</p>



Canalización pista de trote



Canalización pista de trote



Instalacion de luminarias LED



Medicion de tierra con Teluometro



<p>Instalacion de luminarias en la Cancha Multiple</p>	<p>Zona de Juegos N°1</p>
	
<p>Bases para poste metalico de 8m AP802</p>	<p>Bases para poste metalico de 8m AP802 Instalados en la pista de trote</p>
	
<p>Instalacion de luminarias</p>	<p>Ajuste de los angulos de inclinacion de la luminaria</p>



Retroexcavadora realizando apertura de zanjas para la canalización e instalación de ductos PVC.



Sendero peatonal V-9 N°4



Maniobra de instalación de luminarias



Maniobra de instalación de luminarias



Luminarias instaladas en sendero cental V-9



Luminarias instaladas en Cancha Multiple



Luminarias en pista de patinaje



Luminarias en zona de Juegos N°2



Luminarias en sendero Caballeras



Luminarias en Via Occidental V-7



Luminarias en via Oriental V-7

Bibliografía

1] CREG. (2012). Alumbrado público. 2015, de CREG Sitio web:

<http://www.creg.gov.co/>

[2]. POT- SECRETARÍA DISTRITAL DE PLANEACIÓN, Disponible en [online]:

<http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/documentos>.

[3] Anexo Técnico para la recuperación de espacio Público - Instituto de

Desarrollo Urbano – IDU, Disponible en [online]: <https://www.idu.gov.co/>.

[4] Enel Codensa S.A. ESP Generalidades 6.1 Sistema de alumbrado público

Disponible en [online]:

https://iikinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico/generalidades_ap/generalidades_6_1_sistema_alumbrado_publico

[5] Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP,

Disponible en [online]: <https://www.minminas.gov.co/retilap>

[6] GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DE DISEÑOS. Versión 04. Elaborada por el

Departamento de Ingeniería y Licencias. Vigencia 15 de enero de 2018.

Enel-Codensa.

[7] Manual Único de Alumbrado Público 2019. Disponible en [online]:

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=89563>

[8] NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 900 Disponible en [online]:

https://www.academia.edu/10870083/NORMA_T%C3%89CNICA_COLOMBIANA_NTC_900_Tercera_actualizaci%C3%B3n

- [9] Likinormas- normas constructivas, especificaciones para fabricantes y otras reglamentaciones para el diseño y construcción de proyectos eléctricos, Disponible en [online]:
http://likinormas.micodensa.com/Norma/alumbrado_publico
- [10] CIE 115 – 1995 LIGHTING OF ROADS FOR MOTOR AND PEDESTRIAN TRAFFIC
Disponible en [online]:<http://cie.co.at/publications/lighting-roads-motor-and-pedestrian-traffic>
- [11] Lighting Handbook: Reference & Application – Illuminating Engineering Society of North America, Disponible en [online]: <https://www.ies.org/product-category/lighting-handbooks/>
- [12] Sebastián López Arias. (2015). Tesis de Maestría ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO Manizales: UNAL.
- [13] CONSTANTES DE REGULACIÓN DE CABLES MT Y BT. actualización de Diciembre de 2019 Disponible en [online]:<https://www.enel.com.co/content/dam/enel-co/documents/CONSTANTES-DE-REGULACION-DICIEMBRE-2019.pdf>
- [14] Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, Disponible en [online]: <https://www.minminas.gov.co/retie>.
- [15] Manual Técnico Tubos para sistemas Conduit PAVCO Actualización Febrero de 2020, Disponible en [online]:
https://pavcowavin.com.co/glide/files/MANUALES/PORTADAS/Manual_Tecnico_Conduit_Pavco.jpg?w=300&h=421&fit=crop
- [16] CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO, NORMA TÉCNICA COLOMBIANA 2050 NTC 2050, Disponible en [online]:
<https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc%2020500.pdf>

