

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELÉCTRICA



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

TEMA:

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LED PARA ESTADIOS
PROFESIONALES, SEGÚN REQUISITOS TÉCNICOS FIFA Y
REGLAMENTO CONMEBOL 2020**

Presentado por el Bachiller:
ENRIQUEZ CHOQUE DAVID NAZARIO

Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO ELECTRICISTA

AREQUIPA – PERÚ
2020

PRESENTACIÓN

Sr. Decano de la Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios: Dr. Víctor Hugo Cornejo, Sr. Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica: Ing. Giraldo Carpio, Señores Miembros del Jurado: Dr. Ing. Holger Meza Delgado, Mg. Ing. Gustavo Navidad y Mg. Ing. Efraín Quispe Chauca ante ustedes me presento y expongo que:

De conformidad con las disposiciones del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, pongo a su disposición para su evaluación, la presente memoria descriptiva de experiencia profesional en la modalidad de suficiencia profesional titulada **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LED PARA ESTADIOS PROFESIONALES, SEGÚN REQUISITOS TÉCNICOS FIFA Y REGLAMENTO CONMEBOL 2020”**, cuya aprobación me permitirá obtener el Título Profesional de Ingeniero Electricista.

La presente memoria tiene como propósito estudiar el diseño del sistema de iluminación necesarios para alcanzar los niveles de iluminación estándar para los estadios profesionales, utilizando el programa computacional Dialux; para así implementar una distribución de luminarias Led en los estadios profesionales. Quedo de usted.

David Nazario, Enriquez Choque
Bachiller en Ingeniería Eléctrica
UNSA

DEDICATORIA

A mis padres Facunda y Nazario, por haberle dado una razón a mi vida, por sus consejos, su apoyo incondicional y su paciencia.

A mis hermanos, Fredy, Luis, Verónica y Anthony que más que hermanos son mis verdaderos amigos.

A mi novia Yakelin, porque en todo momento fue el apoyo incondicional en mi vida.

A mis maestros por el apoyo constante y sin condiciones en el logro de mis objetivos y metas trazadas.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer infinitamente a Dios, por guiarme en el camino y fortalecerme espiritualmente para empezar un camino lleno de éxito. Quiero agradecer a la base de todo, a mi familia, en especial a mis padres, que quienes con sus consejos fueron el motor de arranque y mi constante motivación, muchas gracias por su paciencia y comprensión, y sobre todo por su amor.

Por último, quiero agradecer a mis compañeros, quienes a través de tiempo fuimos fortaleciendo una amistad y creando una familia, muchas gracias por toda su colaboración, por convivir todo este tiempo conmigo, por compartir experiencias, alegrías, frustraciones, llantos, tristezas, peleas, celebraciones y múltiples factores que ayudaron a que hoy seamos como una familia, por aportarme confianza y por crecer juntos en esta vida, muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado para reemplazar por nueva tecnología LED los sistemas de iluminación tradicionales de los estadios deportivos, tal que cumplan los requisitos técnicos de la FIFA - Estadios Clase III, reglamento CONMEBOL, UNE 12.193 y exigencias de la CIE, para esto se realizó la recopilación del estudio de iluminación existente, identificación de la Clase de iluminación requerida, reconocimiento del sistema de luminarias con lámparas LED más óptimas y el desarrollo de los cálculos luminotécnicos.

Los cálculos luminotécnicos se realizaron utilizando el software Dialux 4.13, encontrando como resultado niveles de iluminación vertical de 1302 Lux y 1129 Lux horizontales, cumpliendo los niveles exigidos por la FIFA como U1 vertical de 0.5, U2 vertical de 0.66, U1 horizontal de 0.71 y U2 horizontal de 0.81.

Se determinaron 148 proyectores LED marca Philips BVP427 BV ubicados a una altura de 21m de montaje en las zonas laterales y de 37.6m en las torres de iluminación. Para esto se realizó una inversión de USD 299 510.62, consiguiendo para el primer año un ahorro de energía de USD 7 778.88.

Se realizó la comparación de los sistemas de iluminación, encontrando que con el sistema LED se requiere un remplazo de lámparas cada 34 años, mientras que con el sistema convencional cada 8 años, además que el periodo de recuperación de la inversión es de 12 años y 3 meses. Un nuevo estadio en construcción es la obra a la que se hace referencia en el presente estudio, tomándose como ejemplo para indicar y conceptuar todos los puntos descritos.

Los cálculos eléctricos se realizaron utilizando el software Etap 16.0.0.

PALABRAS CLAVES: Led, Iluminación, Uniformidad Vertical, Estadios Clase III, Dialux.

ABSTRACT

The present work was developed to replace the traditional lighting systems of sports stadiums with new LED technology, such that they meet the technical requirements of FIFA - Class III Stadiums, CONMEBOL regulations, UNE 12.193 and CIE requirements. the compilation of the existing lighting study, identification of the required lighting class, recognition of the luminaire system with the most optimal LED lamps and the development of lighting calculations.

The lighting calculations were carried out using the Dialux 4.13 software, finding as a result vertical lighting levels of 1302 Lux and 1129 horizontal Lux, meeting the levels required by FIFA as vertical U1 of 0.5, vertical U2 of 0.66, horizontal U1 of 0.71 and U2 horizontal of 0.81.

148 Philips BVP427 BV brand LED projectors were determined, located at a mounting height of 21m in the lateral areas and 37.6m in the lighting towers. For this, an investment of USD 299 510.62 was made, achieving an energy saving of USD 7 778.88 for the first year.

A comparison of the lighting systems was made, finding that with the LED system a replacement of lamps is required every 34 years, while with the conventional system every 8 years, in addition, the investment recovery period is 12 years and 3 months. A new stadium under construction is the work referred to in this study, taking as an example to indicate and conceptualize all the points described. Electrical calculations were performed using Etap 16.0.0 software.

KEY WORDS: Led, Lighting, Vertical Uniformity, Class III Stadiums, Dialux.

GLOSARIO

FIFA	Federación Internacional de Futbol Asociado.
CONMEBOL	Confederación Sudamericana de Fútbol.
CIE	Comisión Internacional de Iluminación
UNE	Una Norma Española, especificación técnica de aplicación repetitiva o continuada, la elaboración de una norma UNE, incluye la adopción de normas europeas, se lleva a cabo en el seno de los comités técnicos de normalización español.
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IEC	International Electrotechnical Commission
MINEM	Ministerio de Energía y Minas.
LED	Light emitting diode.
MHN-SA	Lámparas de descarga compactas de doble terminal.
HID	High intensity discharge.
LUZ	Parte de la radiación electromagnética que puede ser percibida por el ojo humano.
U1	Relación de uniformidad lumínica entre la iluminancia mínima y la iluminancia máxima.
U2	Relación de uniformidad lumínica entre la iluminancia mínima y la iluminancia media.
FLUJO LUMINOSO	Es la medida de la potencia luminosa percibida.
CUERPO NEGRO	Constituye un sistema físico idealizado para el estudio de la emisión de radiación electromagnética.

LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO	SIGNIFICADO
Cd	Candela
Cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
sr	Estereorradián
°K	Grados Kelvin
G	Gramo
Hz	Hertz
Eh	Iluminación horizontal
K	Kilo
Lm	Lumen
Lx	Lux
M	Metro
m ²	Metro cuadrado
N	Newton
Ft	Pie
Ra	Reproducción de color
Ux	Uniformidad lumínica
GR	Grado de deslumbramiento
W	Vatio
V	Voltio

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LED PARA ESTADIOS PROFESIONALES, SEGÚN REQUISITOS TÉCNICOS FIFA Y REGLAMENTO CONMEBOL 2020

CONTENIDO

Presentación	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Resumen	
Abstract	
Glosario	
Lista de símbolos	
Lista de figuras	
Lista de tablas	
CAPÍTULO I	1
CURRICULUM VITAE	1
1.1. Datos personales	1
1.2. Estudios realizados	1
1.3. Perfil profesional	1
1.4. Experiencia profesional	2
1.5. Capacitaciones y/o seminarios	2
1.6. Conocimiento en informática	3
1.7. Idiomas	3
CAPÍTULO II	4
DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	4
2.1. Perfil de la empresa	4
2.2. Datos generales de la empresa	4
2.3. Experiencia de la empresa	5

CAPÍTULO III	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	6
3.1. Descripción de la realidad problemática	6
3.2. Delimitaciones y definición del problema	7
3.2.1. Delimitaciones	7
3.2.2. Definición del problema	7
3.3. Formulación del problema	8
3.4. Objetivo de la investigación	8
3.4.1. Objetivo general	8
3.4.2. Objetivos específicos	8
3.5. Hipótesis de la investigación	8
3.5.1. Hipótesis general	8
3.5.2. Hipótesis específicas	9
3.6. Estado del arte	9
3.7. Variables de la investigación	11
3.7.1. Variable dependiente	11
3.7.2. Variable independiente	11
3.8. Justificación de la investigación	11
3.9. Tipo y metodología de la investigación	12
3.9.1. Tipo de la investigación	12
3.9.2. Metodología de la investigación	12
3.10. Técnicas e instrumentos de recolección	12
3.10.1. Técnicas	12
3.10.2. Instrumentos	13
3.11. Población y muestra	13
3.11.1. Población	13
3.11.2. Muestra	13
CAPÍTULO IV	14
MARCO TEÓRICO	14
4.1. Antecedentes	14
4.2. Luminotecnia	17
4.2.1. El color	17
4.2.2. Temperatura de color	19
4.2.3. Índice de rendimiento del color	19
4.3. La luz	20

4.3.1. Características. Efectos y propiedades de la luz	21
4.4. El sentido de la vista	25
4.4.1. Percepción de los objetos	26
4.4.2. El deslumbramiento	26
4.5. Magnitudes y unidades luminosas	28
4.6. Fuente de luz	29
4.6.1. Led	29
4.7. Luminarias	32
4.7.1. Grados de protección	33
4.7.2. Clasificación de luminarias	35
4.7.3. Curva de distribución luminosa	36
4.8. Tipos y métodos de iluminación	39
4.8.1. Iluminación de interiores	39
4.8.2. Iluminación de exteriores	39
4.8.3. Método de los lúmenes	40
4.8.4. Método del punto por punto	41
4.9. Normativa deportiva vigente en iluminación	43
4.9.1. UNE 12.193	43
4.9.2. FIFA	44
4.9.3. CONMEBOL	45
4.10. Iluminación de estadios deportivos	46
4.10.1. Consideraciones de diseño	46
4.10.2. Contaminación lumínica	48
4.10.3. Iluminación horizontal y vertical	49
4.11. Recomendaciones para la instalación	50
4.11.1. Altura de montaje	50
4.11.2. Ángulos visuales	51
4.11.3. Distribución de luminarias	52
4.12. Conceptos básicos de fallas y perturbaciones de un SEP	53
4.12.1. Sistema eléctrico de potencia	53
4.12.2. Fallas y perturbaciones de un SEP	57
4.12.3. Corto Circuito	58
4.13. Software Dialux	60
4.14. Software Etap	61
4.14.1. Características generales del software Etap	63

CAPÍTULO V	67
CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LED PARA ESTADIOS PROFESIONALES, SEGÚN REQUISITOS TÉCNICOS FIFA Y REGLAMENTO CONMEBOL 2020	67
5.1. Descripción del proyecto	67
5.1.1. Características del campo de fútbol	68
5.1.2. Bases de cálculo	70
5.2. Características del sistema eléctrico	70
5.3. Estimación de máxima demanda	71
5.4. Flujo de carga	73
5.4.1. Determinación de parámetros eléctricos	74
5.4.2. Cálculo de la capacidad del transformador	75
5.4.3. Análisis del flujo de carga	77
5.4.4. Calculo de caída de tensión	80
5.5. Elección de proyectores	81
5.5.1. Proyector Led BVP427 BV	81
5.6. Sistema de iluminación Arena Visión Led Gen 3	82
5.6.1. Interact sports	83
5.7. Procedimiento de diseño en software dialux	84
5.8. Distribución de luminarias alrededor del campo de juego	87
5.8.1. Altura de instalación de luminarias laterales	87
5.8.2. Zonas críticas para la instalación de luminarias	88
5.9. Cálculo de altura de torres de iluminación	90
5.10. Resumen de resultados obtenidos	91
5.10.1. Datos de planificación	91
5.10.2. Resultados rendering en 3d	94
5.10.3. Resultados en colores falsos	95
5.11. Especificaciones técnicas de los principales materiales y equipos empleados	96
5.11.1. Lista de luminarias a utilizarse	96
5.12. Metrado y presupuesto de instalación de luminarias	96
CAPÍTULO VI	100
ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS	100
6.1. Análisis y comparación de resultados luminotécnicos	100
6.2. Análisis de los sistemas de iluminación y luminarias empleadas	102

6.3. Análisis de instalación de luminarias alrededor del campo	105
6.4. Análisis de carga eléctrica estimada	105
6.5. Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	114
BIBLIOGRAFÍA	117
ANEXOS	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Estadio en construcción	7
Figura 2	Espectro electromagnético de luz visible.	18
Figura 3	Ley de Snell, Indices de refracción.	22
Figura 4	Principio de Fermat-Ley de Reflexión.	23
Figura 5	Partes de diodo emisor de luz	30
Figura 6	Fotometría y curva polar	37
Figura 7	Reflexión de luz directa e indirecta	41
Figura 8	Componentes de las iluminancias verticales y horizontales	43
Figura 9	Altura de montaje de luminarias - Clase IV y Clase V	51
Figura 10	Zonas de esquinas sin iluminación artificial	51
Figura 11	Zona detrás de la línea de meta zonas sin iluminación artificial	52
Figura 12	Distribución de luminarias para un estadio Clase IV	53
Figura 13	Principio del método de Newton-Raphson	56
Figura 14	Herramientas ETAP	62
Figura 15	Pantalla principal del Software ETAP 16.0	64
Figura 16	Elementos AC-DC e instrumentos de medición.	64
Figura 17	Editor de proyecto del Software ETAP 16.0.	65
Figura 18	Barra de menú del Software ETAP 16.0.	65
Figura 19	Barra de herramientas del Software ETAP 16.0.	66
Figura 20	Módulos de estudio del Proyecto del Software ETAP 16.0.	66
Figura 21	Localización del proyecto	67
Figura 22	Dimensiones del campo de fútbol	69
Figura 23	Diagrama unifilar del complejo deportivo	74
Figura 24	Modelado de la Red Primaria en Etap	77
Figura 25	Proyectores led LED Philips Arena Visión BVP427 BV.	82
Figura 26	Exportación del Plano AutoCAD a Dialux	84
Figura 27	Creación de escena exterior en Dialux	84
Figura 28	Creación de centro deportivo de 105x68 m en Dialux	85
Figura 29	Elección del color verde césped en Dialux	85
Figura 30	Selección de fotometrías S4/5, S5/5, S6/5	86
Figura 31	Creación de observadores GR en Dialux	86
Figura 32	Altura de instalación lateral de luminarias en software Dialux	88
Figura 33	Zonas críticas para la instalación de luminarias	89
Figura 34	Altura de instalación de torres de Iluminación	90
Figura 35	Distribución de luminarias en el plano de trabajo	91
Figura 36	Lista de luminarias a utilizarse en el proyecto	92
Figura 37	Resultado de Isolíneas en el plano horizontal	93
Figura 38	Resultado de Isolíneas en el plano vertical	93
Figura 39	Rendering (procesado) en 3D	94
Figura 40	Rendering (procesado) de colores falsos y 3D	95
Figura 41	Lista de luminarias a utilizarse en el proyecto	96
Figura 42	Periodo de recuperación o Payback	113

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Temperatura de color correlacionada	19
Tabla 2	Índice de Reproducción del Color	20
Tabla 3	Valores de índice de deslumbramiento (GR)	27
Tabla 4	Magnitudes y Unidades Luminosas	29
Tabla 5	Índice de Protección-Primer dígito	34
Tabla 6	Índice de Protección-Segundo dígito.	35
Tabla 7	Niveles de iluminación de estadios de futbol según, UNE 12.193	44
Tabla 8	Categorías de competiciones FIFA	45
Tabla 9	Niveles de iluminación de estadios de futbol FIFA	45
Tabla 10	Niveles de iluminación de estadios de futbol	46
Tabla 11	Cuadro de máxima demanda	72
Tabla 12	Datos de alimentadores de media tensión	75
Tabla 13	Resultados del flujo de Potencia en ETAP	78
Tabla 14	Resultados en ETAP de pérdidas de potencia.	79
Tabla 15	Resultado de cálculo de caída de tensión	81
Tabla 16	Características principales del proyector Led BVP427 BV	82
Tabla 17	Sumario de los resultados luminotécnicos de Dialux	91
Tabla 18	Resumen de flujos luminosos y potencias totales	92
Tabla 19	Sumario resumen de resultados del observador GR	94
Tabla 20	Precios unitarios de instalación de luminarias.	97
Tabla 21	Costo total de suministro e instalación de L. convencionales	98
Tabla 22	Costo total de suministro e instalación de luminarias Led	98
Tabla 23	Comparación de resultados luminotécnicos	101
Tabla 24	Características técnicas de las luminarias Led y Convencionales	103
Tabla 25	Máxima demanda del proyecto primigenio	106
Tabla 26	Máxima demanda del proyecto actualizado	106
Tabla 27	Cálculo de Ahorro en la Facturación Anual (\$)	108
Tabla 28	Suministro de reposición de accesorios eléctricos de la luminaria	109
Tabla 29	Costo de reposición mano de obra	109
Tabla 30	Ahorro en facturación y mantenimiento para los 13 primeros años.	110
Tabla 31	Ahorro en facturación y mantenimiento del año 14 hasta el año 26.	111
Tabla 32	Flujo de caja y flujo de caja acumulado	112

CAPÍTULO I

CURRICULUM VITAE

1.1. Datos personales

- Nombre : David Nazario Enriquez Choque
- Fecha de nacimiento : 11-04-1990
- Estado civil : Soltero
- Edad : 30
- E-mail : davideneriquezch@gmail.com

1.2. Estudios realizados

1.2.1. Educación pre grado

- Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Eléctrica, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN.

1.3. Perfil profesional

Soy un profesional responsable, diligente, proactivo con capacidad para trabajar en equipo y tomar decisiones en situaciones críticas o bajo presión. Tengo más de 4 años de experiencia en construcción de megaproyectos eléctricos, mantenimiento, diagnóstico de máquinas eléctricas, costos y control presupuestos.

Amplio conocimiento en montaje electromecánico de transformadores, líneas eléctricas de media tensión, variadores de velocidad e instalaciones industriales en general.

La seguridad y cuidado del medio ambiente tienen mi principal atención en todo momento.

Mis fortalezas son la perseverancia, la prudencia, y el liderazgo

Disponibilidad inmediata dentro y fuera del país.

1.4. Experiencia profesional

EMPRESA : SONEPAR PERÚ S.A.C.
PUESTO : Consultor de Iluminación
PROYECTO : Creación de la infraestructura e implementación de la nueva sede central administrativa de la sede Moquegua
DURACIÓN : junio 2019 – Actual

EMPRESA : JOVALSO CONTRATISTAS S.R.L.
PUESTO : Asistente de supervisión Electromecánica.
DURACIÓN : febrero 2019 – mayo 2019

EMPRESA : MONTELCON INGENIEROS S.R.L.
PROYECTO : FLM – Mantenimiento eléctrico preventivo-predictivo de subestaciones eléctricas de media tensión en Lima Metropolitana para telefónica del Perú S.A.A.
DURACIÓN : mayo 2017 – febrero 2019

1.5. Capacitaciones y/o seminarios

- IV Seminario internacional LEGRAND. Diseño de un centro de datos confiable, eficiente y optimizado.
- Building Automatización con KNX.
- ETAP Electrical Power System Analysis Software.
- MS Project 2007.
- Costos y presupuestos S-10
- Diseño de redes y líneas con Diredcad y Dltcad.

1.6. Conocimiento en informática

- Microsoft Office: Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft PowerPoint, Microsoft Project.
- AutoCAD nivel intermedio (versión 2017).
- Etap nivel intermedio.
- DlgSILENT nivel intermedio.
- Dialux nivel avanzado.

1.7. Idiomas

INGLÉS:

- Lectura : Intermedio
- Escritura : Intermedio

PORTUGUÉS:

- Lectura : Básico
- Escritura : Básico

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

2.1. Perfil de la empresa

SONEPAR PERU S.A.C. Es una empresa transnacional francesa, líder en el mercado B2B (Business to Business) para la distribución, soluciones y servicios de materiales eléctricos.

Durante más de 30 años lleva asesorando a sus clientes en diversos segmentos del mercado, además empleamos a más de 48 mil capacitados y dedicados expertos en el rubro eléctrico.

2.1.1. Misión

Nos encontramos en 48 países desarrollando soluciones digitales dedicadas a mejorar las expectativas de los clientes con un servicio excepcional y una comunicación constante para una relación comercial eficiente.

2.1.2. Visión

Ser reconocidos ante el mercado energético como “La Reference”, con ello establecer los parámetros que se emplearan en el rubro de las soluciones eléctricas, estableciendo además una relación de confianza y respeto con nuestros colaboradores.

2.2. Datos generales de la empresa

- RUC: 20111740438
- DOMICILIO FISCAL: AV. REPUBLICA DE PANAMÁ NRO. 3517 INT. 602 OTROS.

- UBICACIÓN: San Isidro, Lima, Lima
- TELÉFONO: (01) 6028000

2.3. Experiencia de la empresa

SONEPAR, es una empresa que se encarga de contribuir a la rentabilidad de los clientes, brindando soluciones de valor agregado en eficiencia energética, comunicación y seguridad, con el fin de generar un impacto en el desarrollo de nuestra compañía, nuestros partners y nuestro país.

En Perú, brinda los siguientes servicios:

- Desarrollo de Automatización para procesos industriales
- Desarrollo de Domótica e Inmótica
- Integración de tableros eléctricos
- Soluciones y diseño de iluminación
- Soluciones para telecomunicaciones

Clientes:

- SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE
- ALICORP SAA
- CORPORACIÓN RICO S.A.C.
- CIA MINERA PODEROSA S A
- FLSMIDTH S.A.C.
- TERMINAL INTERNACIONAL DEL SUR S.A.
- COMPAÑIA MINERA ARES S.A.C.

CAPÍTULO III

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Descripción de la realidad problemática

Para la implementación de la iluminación de estadios deportivos es inevitable realizar estudios y cálculos luminotécnicos, estos cálculos deberán ceñirse a la normativa vigente de la FIFA y reglamento de CONMEBOL, pues a partir de ello se estimará la carga eléctrica principal. El confort visual es otro de los aspectos importantes para tener en cuenta en diseño luminotécnico.

Una institución pública, está en proceso de construcción de su nuevo complejo deportivo, el cual tiene como carga eléctrica principal la iluminación del gramado de juego. Para la actualización de cálculos luminotécnicos y eléctricos se cuenta con la documentación básica primigenia del proyecto eléctrico concerniente a iluminación y red de distribución primaria, resaltando en esta el nivel de iluminación que se quería alcanzar inicialmente, el cual era de 750 lux horizontales para un estadio clase III sin retransmisiones televisivas.

En la actualidad, ante el constante cambio de tecnología y los requisitos técnicos establecidos por la FIFA para estadios profesionales, así como el reglamento 2020 de CONMEBOL; surge la necesidad de actualizar los cálculos luminotécnicos concernientes al sistema de iluminación del complejo deportivo, de tal forma que sea el adecuado para las transmisiones televisivas a nivel nacional e internacional.



Figura 1 Estadio en construcción
Fuente de [20]

3.2. Delimitaciones y definición del problema

3.2.1. Delimitaciones

La implementación de la iluminación con sistema LED para estadios profesionales abarca el campo deportivo del estadio en mención.

3.2.2. Definición del problema

El complejo deportivo debe cumplir con los requisitos técnicos establecidos por la FIFA y el reglamento de CONMEBOL de 2020, a fin de satisfacer las exigencias de un estadio clase III y permita la transmisión televisiva; teniendo en cuenta que año tras años las luminarias led han mejorado la eficiencia luminosa, factor de potencia e implementan nuevas formas de control; por lo que, resulta necesario estudiar el sistema de iluminación para su implementación en los estadios nacionales.

3.3. Formulación del problema

¿Cuál es la correcta implementación de un sistema LED para estadios profesionales, tal que cumplan con los requisitos técnicos de la FIFA y el reglamento CONMEBOL 2020?

3.4. Objetivo de la investigación

3.4.1. Objetivo general

Desarrollar el estudio luminotécnico del campo deportivo a nivel profesional, de acuerdo con los requisitos técnicos de FIFA y el reglamento CONMEBOL, con el objetivo de alcanzar los niveles de iluminación estándar para transmisión por TV.

3.4.2. Objetivos específicos

- Cálculo de la iluminación vertical y horizontal en el gramado de juego y los alrededores del estadio.
- Selección y ubicación de proyectores led de alta eficiencia según requisitos técnicos exigidos por FIFA.
- Cálculo del periodo de recuperación de la inversión para el nuevo diseño de iluminación comparado con el diseño de iluminación primigenio.

3.5. Hipótesis de la investigación

3.5.1. Hipótesis general

Es posible diseñar el sistema de iluminación de un complejo deportivo con tecnología LED.

3.5.2. Hipótesis específicas

- Es posible realizar el cálculo de la Iluminación vertical y horizontal en el gramado de juego y sus alrededores del estadio utilizando el software Dialux versión 4.13.
- Es posible la selección y ubicación de proyectores led de alta eficiencia según requisitos técnicos exigidos por FIFA.
- Es posible el cálculo del periodo de recuperación de la inversión para el nuevo diseño de iluminación comparado con el diseño de iluminación primigenio

3.6. Estado del arte

Los niveles de iluminación permisibles para estadios profesionales Clase III están definidos en el documento, Estadios de Futbol FIFA, Recomendaciones Técnicas y Requisito. 5.^a Edición (2011), así como en la Norma Española UNE 12.193 [1] y [3].

En la actualidad para realizar los cálculos luminotécnicos concernientes a estadios de futbol profesionales, los proyectistas a fines a la rama de iluminación se basan firmemente en estas normativas teniendo resultados óptimos. En el presente informe se aplicó ambas normativas y se examinó los resultados con el software Dialux [10].

El texto de la norma EN 12464 Parte 2 y EN8995-2 contempla que el deslumbramiento tiene que ser evitado en los lugares de trabajo al aire libre. Para garantizar esto, se determinan los valores límite del deslumbramiento en función del puesto de trabajo y la actividad [1].

El sistema de evaluación del grado de deslumbramiento (GR) se define en la publicación 112:1994 del CIE. Para la evaluación del deslumbramiento el criterio fundamental, además de las luminancias, la luminancia de velo del entorno. En todas las clases de iluminación de estadios profesionales el índice de deslumbramiento será de $GR \leq 50$ para

los jugadores en el campo, dentro del ángulo visual primario del jugador; dicho índice de deslumbramiento se cumple si se cumplen los ángulos visuales del jugador [2].

Con respecto al IRC (Índice de Reproducción Cromática), la CIE (Commission Internationale de l'Éclairage o también conocida como Comisión Internacional del Alumbrado) ha sido determinante a la hora de la caracterización de las fuentes de luz, como por ejemplo con las fuentes de luz analógicas, la utilidad de este índice resultaba de gran utilidad. Pero hoy en día, con los avances tecnológicos que ha supuesto el uso de la tecnología digital LED, que contienen más componentes dentro del espectro de longitud de onda corta, y la proliferación de la SSL (Iluminación del Estado Sólido) se hacía obligatorio crear un nuevo sistema, un método que se adaptase a las características de las tecnologías en uso en la actualidad.

Es así como, en el año 2015, el IES (Illuminating Engineering Society of North America) publicó el memorando técnico denominado TM-30-15, basado en los avances y progresos aportados por muchos contribuyentes de distintas ramas entre los que se cuentan investigadores que han trabajado sobre este tema en las últimas dos décadas, y la síntesis de muchos de sus conceptos. El TM-30-15 aborda muchas de las limitaciones del CRI, proporcionando más información con mayor precisión [2].

Si bien, como el CRI, es un método que toma como referencia la radiación del cuerpo negro a determinada temperatura de color también es un método que incluye diversas medidas interrelacionadas entre sí. El TM-30 no es un standard requerido, ni proporciona una guía o criterio para diseñar. Lo que sí permite es desmembrar o singularizar las fuentes de luz en función de todas sus características, para así poder elegir la que en conjunto será la más adecuada para el uso al que irá destinada [2].

3.7. Variables de la investigación

3.7.1. Variable dependiente

Iluminación del estadio.

3.7.2. Variable independiente

Sistema de iluminación con tecnología LED.

3.8. Justificación de la investigación

El presente informe será objeto de estudio para futuras investigaciones acerca de los sistemas de iluminación, además es importante que los estadios del país tengan sistemas de iluminación con tecnologías más eficientes, consiguiendo la modernización de la infraestructura deportiva, las mismas que conducen a la utilización de los estadios para los eventos deportivos a nivel de la FIFA y de CONMEBOL.

La implementación de la iluminación led para el estadio profesional en estudio se justifica, ya que se actualizo el proyecto inicial aprobado que data de más de 8 años, en este periodo de tiempo la tecnología en cuanto a iluminación de estadios profesionales se refiere ha variado significativamente. De igual modo, las herramientas informáticas de la ingeniería eléctrica se han puesto más al alcance de estudiantes y profesionales electricistas, siendo esto muy importante para el proyecto, ya que la simulación de varios escenarios distintos permitió optimizar la cantidad de luminarias a proyectar, logrando ser más eficientes en los consumos eléctricos.

La propuesta actualizada se justifica económicamente debido a que dicha inversión se recupera a mediano plazo, aportando beneficios sustanciales como ahorro de energía eléctrica, incremento de tiempo de vida de las luminarias led y costos de mantenimiento mínimos.

3.9. Tipo y metodología de la investigación

3.9.1. Tipo de la investigación

Esta investigación corresponde al de tipo aplicativo.

3.9.2. Metodología de la investigación

- Recolección de las características del sistema eléctrico del estadio.
- Definición de las características del sistema de iluminación del estadio, que permitan cumplir con los requisitos técnicos establecidos por la FIFA y el reglamento CONMEBOL 2020.
- Obtención de resultados luminotécnicos del software Dialux versión 4.13
- Análisis del sistema de iluminación para su implementación en el estadio de la institución en mención.

3.10. Técnicas e instrumentos de recolección

3.10.1. Técnicas

Para obtener la información referida a las variables de estudio, se manejaron las siguientes técnicas:

- a) Análisis documental: Recabar información como el expediente primigenio, con la cual se pudo elaborar la propuesta en mención.
- b) Observación: Se pudo prestar atención al tema en estudio, tomar información y registrarla para su análisis.

3.10.2. Instrumentos

- Escala de estimación de los niveles de iluminación para Estadios Profesionales.
- Luxómetro, equipo encargado de medir el nivel de iluminación en un plano de trabajo, se utilizará al finalizar la instalación de los proyectores Led.

3.11. Población y muestra

3.11.1. Población

Está conformado por todos los estadios profesionales que se rigen a las recomendaciones Normativas vigentes como por ejemplo FIFA, CONMEBOL, CIE y UNE 12.193.

3.11.2. Muestra

La muestra del presente estudio es la iluminación del estadio en estudio.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1. Antecedentes

La calidad de la iluminación influye de manera directa en el rendimiento visual, concentración, seguridad y el bienestar de ser humano, por lo tanto, la proyección de la iluminación debe ser diseñada de modo que cumpla con las condiciones particulares de cada tarea a realizar.

Para la iluminación de instalaciones deportivas se debe procurar buenas condiciones de visibilidad para los deportistas, árbitros y espectadores; los deportistas deben reconocer en forma rápida y segura los objetos en cada tipo de deporte, y los espectadores deben poder observar los sucesos sin necesidad de esforzarse.

Una correcta uniformidad en la iluminación, eficacia en los consumos y un diseño correcto del sistema de iluminación lograra desarrollar eventos deportivos de calidad, estas características forman parte de las nuevas normas de iluminación de espacios deportivos exigidos hoy en día.

“Diseño Lumínico Para el Estadio de la Universidad Nacional de Loja”. Carpio González, Byron Rafael. Universidad Nacional de Loja, Ecuador - 2019. En esta investigación se realiza la iluminación del campo de fútbol de 6400 m², además de los pasillos y graderíos, este diseño se basó en las recomendaciones y normativas de la Federación Internacional de Fútbol Asociado (FIFA), y documentación técnica referente a iluminación de escenarios deportivos. La uniformidad, deslumbramiento e Índice UGR, fueron los parámetros más resaltantes en la investigación [29].

“Diseño de un Sistema de Iluminación, Alimentado Mediante Generación Fotovoltaica Para el Complejo Deportivo “La Bombonerita”. Haro Sánchez, Wilson Roberto y Ocampo Taco, William Miguel, Universidad

Técnica de Cotopaxi, Ecuador – 2019. En el presente trabajo de titulación se desarrolló el estudio luminotécnico del Complejo Deportivo “La Bombonerita”, con el cual se determinó que el nivel de iluminación es inferior al permitido por las normativas; UNE-EN 12193: Iluminación de instalaciones deportivas y UNE-EN 13201: Iluminación de aparcamientos. Motivo por el cual se efectuó el diseño y análisis de dos sistemas de iluminación en base a tecnologías convencionales y LED mediante el software Dialux. Los resultados obtenidos de estas simulaciones permitieron establecer que el sistema de iluminación en base a tecnología LED cumple con estas normativas. El sistema de iluminación desarrollado será energizado con un sistema de generación fotovoltaica concentrada, con una potencia instalada de 7.2 kWp, distribuida en 20 módulos monocristalinos, según los cálculos realizados [28].

“Diseño del Sistema de Iluminación Led del Campo Deportivo Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca”. Villalobos Ruiz, Luis Iván. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú-2019. En esta investigación se realiza la demostración que la utilización de luminarias LED para estadios de futbol profesionales pueden sustituir eficientemente a las luminarias convencionales de Halogenuro Metálico, esta demostración se realizó mediante el software ULYSSE 3 acreditado por el CIE [31].

“Proyecto de instalaciones eléctricas y de iluminación del campo de fútbol de la UCSG”. Esteves Espinoza, Gerardo Ramón. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador – 2017. El presente trabajo tiene la finalidad de aportar a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, un estudio en luminotecnia para una posible adecuación de un alumbrado óptimo y eficaz para el nuevo campo ubicado en la parte posterior-superior de la Facultad de Medicina. Adicionalmente el campo de futbol no cuenta con una instalación eléctrica para acometer desde la red de M/T, es decir, el proyecto de alumbrado va de la mano con un diseño de circuito eléctrico para la instalación de este y un diseño de una extensión de la red de M/T desde el ultimo poste más cercano al sector del campo de futbol, que está

ubicado en la parte posterior del coliseo de la universidad [32].

“Calculo y Diseño De Iluminación Del Campo Deportivo De Futbol De La UANCV Mediante Software Aplicativo”. Condori Choque, Fidel Elvis. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez, Perú - 2015. En el Proyecto de Investigación El autor realiza el cálculo y diseño del Sistema de iluminación del campo deportivo de la UANCV para establecer un sistema ideal de acuerdo con las normas nacionales e internacionales. El proyecto fue viable tanto si la financiación es propia como si es ajena, ya que el VAN es superior a cero y la TIR superior al máximo interés bancario considerado [33].

“Propuesta de Diseño Para la Iluminación Del Área Deportiva USAC Campus Central”. Marroquín Vásquez, Oscar Rolando. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala – 2015. En esta investigación se realiza el diseño de la iluminación del área deportiva de la Universidad, tomando como conceptos principales el confort visual, iluminación uniforme, luminancia óptima, ausencia de brillos deslumbrantes, condiciones de contraste adecuadas, colores correctos y ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos. Todos estos conceptos técnicos fueron en base a las normativas internacionales vigentes [34].

“Diseño de la Iluminación de la Unidad Deportiva Del Municipio De Herran”. Ponce Vera, Iván Martin. Universidad Nacional De Colombia, Colombia – 2010. El presente trabajo tiene como finalidad diseñar la iluminación para la unidad deportiva del Municipio de Herrán (n. de s.), los diseños de iluminación deben cumplir con requisitos técnico mínimos exigidos por la normativa vigente y las luminarias empleadas deberán contar con fotometrías certificadas. Para la iluminación del recinto deportivo se dividió por áreas de uso, a fin de tener distintos niveles de iluminación en cada plano de trabajo y optimizar el consumo eléctrico de los equipos eléctricos a emplearse. Los diseños se realizaron con la ayuda del software ULYSSE 2.2.0 debidamente certificado [35]

4.2. Luminotecnia

La luminotecnia es la técnica que estudia las distintas formas de producción de la luz, así como su control y aplicación. Una correcta iluminación puede llegar a conseguir que los lugares en los que vivimos y trabajamos se conviertan en algo más que un simple lugar de trabajo u ocio. Gracias a un buen diseño lumínico se pueden crear ambientes más que agradables, casi mágicos, sin por ello nunca olvidar que las instalaciones lumínicas sean energéticamente sostenibles.

La luminotecnia debe determinar los niveles adecuados de iluminación para una instalación determinada. Es necesario saber los valores de iluminación para cada tarea. Comodidad, agradabilidad, rendimiento visual deben ser tenidas en cuenta para el diseño correcto de la iluminación en el local determinado [25].

4.2.1. El color

El color es una interpretación subjetiva psicofisiológica del espectro electromagnético visible. Las sensaciones luminosas o imágenes que se producen en nuestra retina, al enviarlas al cerebro, son interpretadas como un conjunto de sensaciones monocromáticas que constituyen el color de la luz. A cada radiación le corresponde una denominación de color, según la clasificación del espectro de frecuencias.

➤ Radiación electromagnética

La radiación electromagnética, u ondas electromagnéticas, son oscilaciones de un campo eléctrico y magnético que se propagan en el espacio en forma ondulatoria. Estas ondas, como cualquier onda, están caracterizadas por su frecuencia ν (número de oscilaciones por unidad de tiempo; unidad $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$) y su longitud de onda λ (distancia entre dos puntos consecutivos con la misma fase de la onda; unidad 1 m). La velocidad de propagación, V , de ondas es $V = \lambda \nu$ (m/s), es

decir, la velocidad con que se propaga una onda en el espacio es el producto de la longitud de onda y de la frecuencia de la onda.

Las ondas electromagnéticas se generan si un cuerpo con carga eléctrica (electrón, etc.) es acelerado (es decir, si su velocidad cambia). En particular, si un cuerpo con carga eléctrica oscila con una frecuencia ν , se genera una onda electromagnética de la misma frecuencia ν .

Las ondas electromagnéticas se propagan en el espacio libre (vacío) con la velocidad

$c \approx 3 \times 10^8$ m/s (velocidad de la luz), independiente de su frecuencia (e independiente del sistema de referencia inercial).

Según la longitud de onda, las ondas electromagnéticas reciben diferentes nombres: rayos gama, rayos X, luz ultravioleta, luz visible, infrarrojo, microondas ondas de radio. El conjunto forma el espectro electromagnético. En la Figura 2, se muestra el espectro electromagnético, de $0,38 \mu\text{m}$ a $0,78 \mu\text{m}$ ($1 \mu\text{m} = 10^{-6}$ m) que representan la luz visible [25].

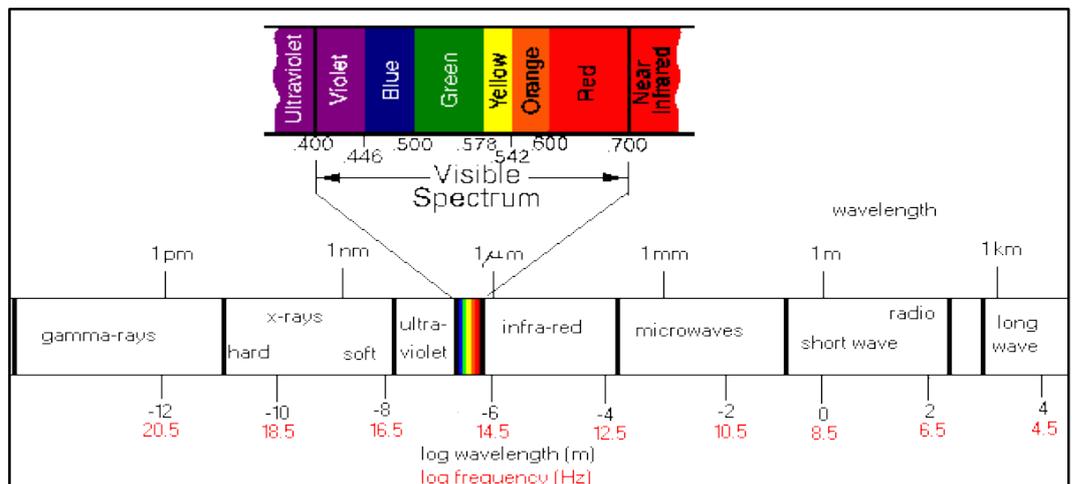


Figura 2 Espectro electromagnético de luz visible.
Fuente de [25]

4.2.2. Temperatura de color

La temperatura de color es una medida que refiere a la apariencia de la luz que emite la fuente luminosa. La forma en que vemos cierto ambiente depende de la tonalidad de luz de la lámpara y es crucial para establecer una atmósfera de confort o fresca.

La apariencia en color de las lámparas viene determinada por su temperatura de color correlacionada. Se definen tres grados de apariencia según la tonalidad de la luz: luz fría para las que tienen un tono blanco azulado, luz neutra para las que dan luz blanca y luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo.

Tabla 1 Temperatura de color correlacionada

Temperatura de color correlacionada	Apariencia del color
$T_c > 5.000 \text{ K}$	Fría
$3.300 < T_c < 5.000 \text{ K}$	Intermedia
$T_c < 3.300 \text{ K}$	Cálida

Fuente: Norma DGE 017-AI-1/1982 pág. 27

La temperatura de color es una medida que refiere a la apariencia de la luz que emite la fuente luminosa. La forma en que vemos cierto ambiente depende de la tonalidad de luz de la lámpara y es crucial para establecer una atmósfera de confort o fresca.

4.2.3. Índice de rendimiento del color

El rendimiento en color de las lámparas es una medida de la calidad de reproducción de los colores. Se mide con el Índice de Rendimiento del Color (IRC o Ra) que compara la reproducción de una muestra normalizada de colores iluminada con una lámpara con la misma muestra iluminada con una fuente de luz de referencia. Mientras más alto sea este valor mejor será la reproducción del color, aunque a costa de sacrificar la eficiencia y consumo energéticos.

Podemos definir el rendimiento de color como el grado de fidelidad con el que una fuente de luz reproduce los colores de los objetos. En este sentido, debemos considerar que un pigmento funciona como un filtro cromáticamente selectivo ante la luz.

El IRC o Ra se califica de 0 a 100 en el Índice de rendimiento de color (IRC o Ra).

Tabla 2 Índice de Reproducción del Color

Grupo IRC	Rango rendimiento de color (IRC o Ra)	Apariencia de color
1A	$IRC \geq 90$	Cálido Intermedio Frío
1B	$90 > IRC \geq 80$	Cálido Intermedio
		Intermedio Cálido
2	$80 > IRC \geq 60$	Cálido Intermedio Frío
3	$60 > IRC \geq 40$	
4	$40 > IRC \geq 20$	

Fuente: Norma UNE-EN 12464-1 (Una Norma Española). (2003). Lugares de trabajo interiores

4.3. La luz

Según la RAE Real Academia Española las definiciones de luz son:

- Agente físico que hace visible a los objetos.
- Claridad que irradian los cuerpos en combustión, ignición o incandescencia.
- Radiación electromagnética en el espectro visible.

Analizando los conceptos concluimos que la primera definición es la más clara, ya que indica que la luz es aquello que hace que los objetos puedan ser vistos. En otras palabras, no se ve un objeto sino la luz que incide sobre el mismo y que se puede percibir.

El tercer concepto también es muy acertado, ya que indica que la luz es la parte del espectro electromagnético que puede ser percibido por el ojo humano. En un sentido más amplio, el término luz incluye el rango entero de radiación conocido como el espectro electromagnético. La ciencia que estudia las principales formas de producir luz, así como su control y aplicaciones, se denomina óptica [25].

4.3.1. Características. Efectos y propiedades de la luz

Cuando un rayo de luz se propaga por un medio y alcanza el límite que lo separa de un segundo medio, puede suceder, que retorne al primero (reflexión), o que lo atraviese y que ingrese al segundo medio donde parte se convertirá en otra forma de energía (absorción) y parte no cambiará (transmisión).

Como la energía no se destruye solo se transforma, la suma de la energía transmitida, absorbida y reflejada debe ser igual a la energía incidente.

Por lo tanto, la aplicación de la luz en la forma más conveniente exige un control y una distribución que se consigue modificando sus características a merced a los fenómenos físicos de reflexión, absorción y transmisión de la luz, sin olvidarnos de otro cuarto factor conocido como refracción [25].

a) La refracción

Se produce cuando un rayo de luz es desviado de su trayectoria al atravesar una superficie de separación entre medios diferentes según la ley de la refracción. Este fenómeno se debe al hecho de que la luz se propaga a diferentes velocidades según el medio por el que viaja. La ley de Snell relaciona el cambio de ángulo con el cambio de velocidad por medio de los índices de refracción de los medios. Como la refracción depende de la energía de la luz, cuando se hace pasar luz blanca o policromática a través de un

medio no paralelo, como un prisma, se produce la separación de la luz en sus diferentes componentes (colores) según su energía, en un fenómeno denominado dispersión refractiva. Como se muestra en la Fig. 3 ley de Snell [25].

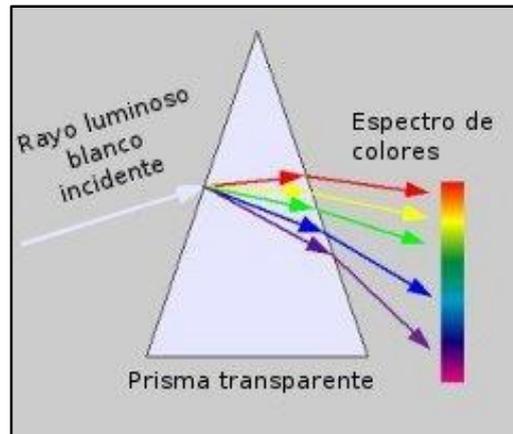


Figura 3 Ley de Snell, Índices de refracción.
Fuente de [25]

b) La reflexión

Al impactar sobre determinadas superficies, la luz es capaz de cambiar su trayectoria describiendo ángulos determinados y predecibles. Por ejemplo, si el objeto sobre el que impacta con cierto ángulo es liso y posee propiedades reflectivas (como puede ser la superficie de un espejo), la luz se reflejará formando un ángulo igual al incidente, pero en dirección contraria. Es así como funcionan los espejos [25].

➤ Ley de la reflexión

Sea una fuente S, Como se muestra en la Figura 4, que emite rayos que se reflejan en una superficie horizontal reflectante y llegan al observador situado en el punto P. Como la luz se propaga en el mismo medio homogéneo, para encontrar la trayectoria que sigue un rayo de luz tal que emplee un tiempo mínimo en recorrerla, equivale encontrar la trayectoria cuya longitud es mínima. Imaginemos que un rayo emitido por S se

refleja en A y llega a P. La longitud del camino seguido por este rayo es SAP, y esta longitud es igual a S'AP, siendo S' la fuente puntual reflejada en la superficie. Esta línea es quebrada y, por tanto, de mayor longitud que la línea recta S'BP, que tiene igual longitud que SBP.

Para la línea SBP, el ángulo de incidencia θ_i (que forma el rayo incidente, con la normal a la superficie reflectante) es igual al ángulo de reflexión θ_r (que forma el rayo reflejado con dicha normal)

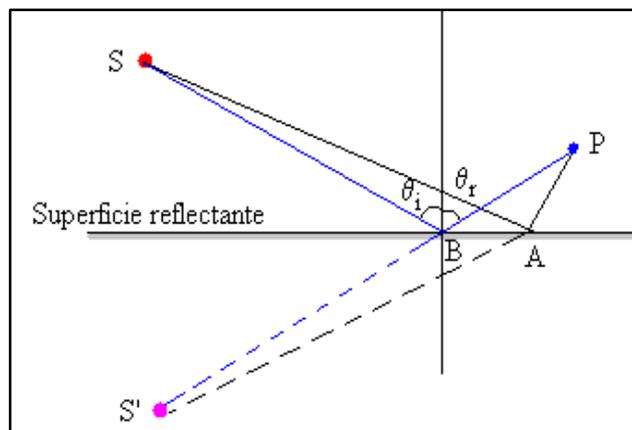


Figura 4 Principio de Fermat-Ley de Reflexión.
Fuente de [25]

c) Dispersión

Cuando la luz es reflejada difusa e irregularmente, el proceso se denomina dispersión. Gracias a este fenómeno podemos seguir la trayectoria de la luz en ambientes polvorientos o en atmósferas saturadas. El color azul del cielo se debe a la luz del sol dispersada por la atmósfera. El color blanco de las nubes o el de la leche también se debe a la dispersión de la luz por el agua o por el calcio que contienen respectivamente.

Es un fenómeno que se produce cuando la luz choca contra la superficie de separación de dos medios diferentes (ya sean gases como la atmósfera, líquidos como el agua o sólidos) y está regida por la ley de la reflexión [25].

d) Difracción

La difracción es un fenómeno característico de las ondas, que se basa en la desviación de estas al encontrar un obstáculo o al atravesar una rendija. La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz visible y las ondas de radio. También sucede cuando un grupo de ondas de tamaño finito se propaga; por ejemplo, por causa de la difracción, el haz colimado de ondas de luz de un láser debe finalmente divergir en un rayo más amplio a una cierta distancia del emisor.

e) La transmisión

La transmisión ocurre cuando la luz atraviesa una superficie u objeto. Hay 3 tipos de transmisión:

- **Transmisión directa:** es cuando la luz atraviesa un objeto y no se producen cambios de dirección o calidad de esa luz. Por ejemplo, un vidrio o el aire
- **Transmisión difusa:** se produce cuando la luz pasa a través de un objeto transparente o semitransparente con textura. Por ejemplo, un vidrio esmerilado o un papel manteca. La luz en vez de ir en una sola dirección es desviada en muchas direcciones. La luz que es transmitida de una manera difusa va a ser más suave, va a tener menos contraste, va a ser menos intensa, va a generar sombras más claras y una transición más suave entre luz y sombra que la luz directa.
- **Transmisión selectiva:** se produce cuando la luz atraviesa un objeto de color. Parte de la luz va a ser absorbida y parte va a ser transmitida por ese objeto.

f) La absorción

Cuando la luz blanca incide sobre un cuerpo éste absorbe total o parcialmente una parte del espectro y refleja o transmite (según sea opaco o transparente) una determinada gama de longitudes de onda, que constituyen su color. Es entonces cuando la energía luminosa puede convertirse en otro tipo de energías como el calor o la electricidad, o producir una reacción química como la que ocurre en la fotografía analógica y los soportes fotosensibles.

4.4. El sentido de la vista

El ojo humano es un órgano sensitivo muy complejo que recibe la luz procedente de los objetos, la enfoca sobre la retina formando una imagen y la transforma en información comprensible para el cerebro [22].

La visión es un fenómeno complejo que está integrado, a su vez, por tres tipos de procesos:

- **Proceso Óptico:** Fenómeno físico por el cual la luz atraviesa los diferentes medios transparentes del ojo hasta llegar a la retina y estimular las células fotorreceptoras.
- **Proceso Químico:** Reacciones bioquímicas que se producen en la retina y que constituyen un proceso denominado foto transducción.
- **Proceso Neurológico:** Incluye la conducción neurológica por la vía visual o vía óptica y la formación final de la imagen en la corteza cerebral.
- **Percepción de los objetos:** Sabemos cómo trabaja el ojo y el cerebro, es básicamente eliminando la información innecesaria, es decir nos fijamos en aquello que más atención nos provoca.

4.4.1. Percepción de los objetos

Sabemos cómo trabaja el ojo y el cerebro, es básicamente eliminando la información innecesaria, es decir nos fijamos en aquello que más atención nos provoca.

Para enfocar los objetos próximos aumenta la convexidad de la lente mediante la contracción de nuestros músculos ciliares. Cuando más cerca está el objeto la lente debe hacerse más convexo. Esto es parte del proceso conocido bajo el nombre de acomodación, que incluye también cambios en el diámetro de la pupila. Cuando el ojo está enfocado sobre objetos distantes la pupila es relativamente grande. Cuando la atención se traslada sobre objetos cercanos, la pupila se contrae algo, realizando una apreciación más detallada y penetrante, pero permitiendo entrar menos luz en el ojo.

El ojo es capaz de funcionar bajo un campo amplio de niveles de iluminación, mediante de un proceso llamado adaptación. Este comprende un cambio en las dimensiones de la pupila, al mismo tiempo que cambios fotoquímicos en la retina. El tamaño de la abertura de la pupila es una consecuencia de la cantidad de luz recibida en el ojo fundamentalmente.

4.4.2. El deslumbramiento

El deslumbramiento o brillo puede deteriorar la calidad y el confort visual perjudicando, eventualmente la visión. Puede suceder durante el día o la noche por diferentes causas.

Las consecuencias potenciales del deslumbramiento son el entrecerrar de ojos, la tensión y fatiga ocular y, en casos extremos, la ceguera temporal. El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno [23].

a) Deslumbramiento perturbador

Consiste en la aparición de un velo luminoso que provoca una visión borrosa, sin nitidez y con poco contraste, que desaparece al cesar su causa; un ejemplo muy claro lo tenemos cuando conduciendo de noche se nos cruza un coche con las luces largas. La luminancia de velo es la pérdida de visión, está creada por la aparición de un velo que se superpone a la imagen nítida que ve el ojo, de modo que disminuye la capacidad del ojo de apreciar los contrastes del ambiente. La fórmula para calcular la luminancia del velo es:

$$L_{ve} = 10 * \sum \frac{E_g}{\theta^2}$$

Donde:

L_{ve} : Es la luminancia de velo en cd/m^2

E_g : Es la iluminancia sobre el ojo en lux, causada por la fuente de deslumbramiento

θ : Ángulo en grados, entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación.

Los valores de GR deben estar entre 10 y 90. La relación entre el GR y su valoración se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3 Valores de índice de deslumbramiento (GR)

Índice de deslumbramiento (GR)	Valoración
Insoportable	80 – 90
Molesto	60 - 70
Admisible	40 – 50
Evidente	20 – 30
Inapreciable	10

Fuente: CIE (Commission Internationale de l'Eclairage). (1986). Guide on interior lighting. Publicación 29.2, Second Ed. [2].

b) Deslumbramiento molesto

Consiste en una sensación molesta provocada porque la luz que llega a nuestros ojos es demasiado intensa produciendo fatiga visual. Esta es la principal causa de deslumbramiento en interiores y exteriores. Pueden producirse deslumbramientos de dos maneras. La primera es por observación directa de las fuentes de luz; por ejemplo, ver directamente las luminarias. Y la segunda es por observación indirecta o reflejada de las fuentes como ocurre cuando las vemos reflejada en alguna superficie (una mesa, un mueble, un cristal, un espejo.)

4.5. Magnitudes y unidades luminosas

La luz es una forma de energía y como tal, debería medirse en Joules (J) en el Sistema Internacional de medidas, no obstante, dado que no toda la luz emitida por una fuente produce sensación luminosa ni toda la energía que consume se convierte en luz, para cuantificar la radiación a la que es sensible el ojo humano es necesario definir nuevas magnitudes y sus unidades de medida. Las magnitudes fundamentales de la Luminotecnia están representadas en la siguiente tabla:

Tabla 4 Magnitudes y Unidades Luminosas

MAGNITUD	SIMBOLO	DEFINICIÓN	UNIDAD	FÓRMULA
Flujo luminoso	Φ	Potencia o caudal de energía luminosa emitida por una fuente de luz visible.	LUMEN [Lm]	Φ
cantidad de Luz	Q	Producto de flujo luminoso por su duración. Flujo luminoso emitido por una fuente de luz.	LUMEN.SEGUNDO [Lm. s]	$Q = \Phi.t$
Intensidad Luminosa	I	Cociente del flujo luminoso que partiendo de una superficie luminosa se propaga en un elemento de ángulo sólido	CANDELA [Cd]	$I = \frac{\Phi}{W}$
Ángulo Sólido	Ω	Espacio limitado en una esfera por una zona de su superficie y los radios que van en su perímetro	ESTEREO RADIAN [str]	W
Iluminación	E	Cantidad de luz proyectada sobre una superficie	LUX [lx]	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Intensidad luminosa de una superficie en una dirección dada por unidad de área proyectada de la superficie	CAND/Mt2 [cd/m2]	$L = \frac{I}{S \cdot \cos \alpha}$
Eficiencia Luminosa	H	Relación entre flujo el luminoso emitido por una fuente de luz y el flujo energético correspondiente	LUMEN/VATIO [Lm/W]	$n = \frac{\Phi}{W}$

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/fotometria/magnitud.html>

4.6. Fuente de luz

Las fuentes de luz pueden ser primarias o secundarias. Las primarias producen la luz que emiten. Las secundarias reflejan la luz de otra fuente; por ejemplo, la luna no produce luz, sino refleja la luz producida por el Sol. A su vez, entre las fuentes primarias se puede distinguir entre fuentes naturales (el Sol) o artificiales (una lámpara).

4.6.1. Led

LED son las siglas de Light Emisión Diode, (diodo de emisión de luz), son componentes electrónicos constituidos por la unión de materiales semiconductores de diferentes características, capaces

de convertir la energía eléctrica directamente en energía luminosa cuando son polarizados por medio de un campo eléctrico.

Un diodo emisor de luz se compone de múltiples capas de material semiconductor. Cuando el diodo se utiliza con corriente directa, se produce luz en la capa activa. La luz producida se disocia directamente o mediante reflejos. Al contrario que las lámparas reflectoras incandescentes, las cuales emiten un espectro continuo, un LED emite luz de un color en particular. El color de la luz depende del material semiconductor utilizado.

El LED por lo general se encierra en un material plástico de color que acentúa la longitud de onda generada por el diodo y ayuda a enfocar la luz en un haz. En la Figura. 5 se muestran las partes de diodo emisor de luz.

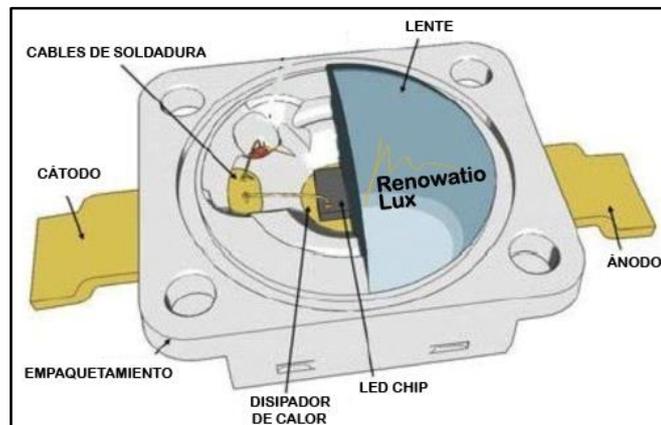


Figura 5 Partes de diodo emisor de luz
Fuente: http://renowatiolux.com/web/?page_id=8

a) El chip

Es la parte más importante del led. Está compuesta de un material semiconductor capaz de generar luz cuando se le aplica corriente que no debe fallar en largo tiempo si constructivamente ha sido bien diseñado, Sobre esta base de carburo de silicio (o en ocasiones de zafiro) se depositan en forma de vapores diferentes materiales,

cuya mezcla es la que da el color y la calidad de la luz. El chip se protege del exterior mediante una carcasa de cristal o policarbonato. Cuando el color de la capa de fósforo que recubre el chip es de color amarillo oscuro (ocre), emitirá luz “cálida” similar a la de una lámpara halógena de igual cantidad de lúmenes, con la diferencia que consumirá menos energía eléctrica en watt.

b) El disipador de calor

La disipación del calor es una de las claves de la duración de un LED, es un elemento imprescindible de utilizar en una lámpara LED de alta potencia luminosa. Una buena disipación del calor alargará la vida del chip. Para lograrlo, son claves los materiales empleados y un diseño que favorezca esta disipación.

c) El driver

Los leds no se conectan directamente a la red eléctrica, por lo que el driver tiene la función de convertir la corriente alterna en corriente continua, además de controlar el sistema eléctrico de trabajo del led de alta potencia luminosa.

d) La placa base

PCB Printed Circuit Board (placa de circuito impreso), es aquella que soporta las conexiones de los dispositivos electrónicos, tales como las conexiones del chip y las vías de disipación de calor, También se la denomina placa madre.

e) La óptica secundaria

Es el conjunto de lentes exteriores que establecen la distribución del haz de luz emitida por el led. Puede proporcionar un mayor o

menor ángulo de difusión de la luz, pues la que emite el LED se difunde normalmente de forma unidireccional.

Los LED ofrecen numerosas ventajas frente a otras tecnologías de iluminación. Los usuarios profesionales y los consumidores domésticos se benefician en la misma medida de las posibilidades de diseño ilimitadas, basadas en una variedad de color, dimensiones compactas y flexibilidad de los módulos LED. A continuación, se describen algunas cualidades del Led.

- Poco consumo eléctrico
- Alto nivel de eficiencia
- Larga vida útil
- Alta resistencia frente a ciclos de encendidos
- Amplio margen de temperatura para el funcionamiento
- Altamente resistente a golpes y vibraciones
- No emite radiación UV o IR

4.7. Luminarias

Las luminarias son aparatos que sirven de soporte y conexión a la red eléctrica a las lámparas. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptico, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante, pues, que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara-luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios. Otros requisitos que debe cumplir las luminarias es que sean de fácil instalación y mantenimiento.

Se tiene que las partes de una luminaria son:

- Carcasa o armadura: Elemento donde se integran los demás componentes de la luminaria. Fabricada en materiales resistentes como el acero o la chapa de aluminio.
- Equipo eléctrico: Constituido por el portalámparas y los elementos de arranque y funcionamiento de la lámpara.
- Reflectores: Superficies que reflejan el flujo de la lámpara en la dirección deseada y que suelen incorporar una pantalla para evitar deslumbramientos.
- Difusor: Carcasa de cierre de la lámpara que difunde el haz de luz y evita deslumbramientos.
- Filtro: Acoplado al difusor disminuye la distorsión visual producida por las radiaciones ultravioleta e infrarroja y la polarización de la luz

4.7.1. Grados de protección

Según normas UTE, CEI y DIN, los grados de protección (IP - International Protección) para carcasas de aparatos eléctricos son los siguientes:

a) Primer dígito (IP [X] [])

La norma CEI 60529 establece para el primer dígito de que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones.

Tabla 5 Índice de Protección-Primer dígito

Nivel	Tamaño del objeto entrante	Efectivo contra
0	—	Sin protección
1	<50 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 50 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
2	<12.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 12,5 mm de diámetro) no debe llegar a entrar por completo.
3	<2.5 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 2,5 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
4	<1 mm	El elemento que debe utilizarse para la prueba (esfera de 1 mm de diámetro) no debe entrar en lo más mínimo.
5	Protección contra polvo	La entrada de polvo no puede evitarse, pero el mismo no debe entrar en una cantidad tal que interfiera con el correcto funcionamiento del equipamiento.
6	Protección completa contra polvo	El polvo no entra bajo ninguna circunstancia.

Fuente: Norma CEI 60529 [2].

b) Segundo dígito (IP [] [X])

La norma CEI 60529 establece para el segundo dígito que el equipo a ser certificado debe cumplir con alguna de las siguientes condiciones:

Tabla 6 Índice de Protección-Segundo dígito.

Nivel	Protección frente a	Funcionamiento
0	Sin protección.	El agua entrará en el equipamiento en poco tiempo.
1	Goteo de agua	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, desde 200 mm de altura respecto del equipo.
2	Goteo de agua	No debe entrar el agua cuando se la deja caer, durante 10 minutos (a razón de 3-5 mm ³ por minuto).
3	Agua nebulizada. (spray)	No debe entrar el agua nebulizada en un ángulo de hasta 60° a derecha e izquierda de la vertical.
4	Chorros de agua	No debe entrar el agua arrojada desde cualquier ángulo a un promedio de 10 litros por minuto
5	Chorros de agua.	No debe entrar el agua arrojada a chorro (desde cualquier ángulo)
6	Chorros muy potentes de agua.	No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro.
7	Inmersión completa en agua.	No debe entrar agua.
8	Inmersión completa y continua en agua.	No debe entrar agua.

Fuente: Norma CEI 60529 [2].

4.7.2. Clasificación de luminarias

a) Luminarias simétricas

El haz de la luminaria simétrica ilumina uniformemente en distancias cortas y medias.

b) Luminarias Asimétrica

El patrón de lente asimétrica dispersa el haz de luz hacia adelante y hacia abajo desde la línea central de la lámpara, por lo que la luz está más enfocada hacia el suelo. Esto es útil cuando se necesita iluminar lugares con largas distancias.

4.7.3. Curva de distribución luminosa

La curva de distribución luminosa también conocida como curva fotométrica, define la forma y la dirección de la distribución de la luz emitida por la luminaria en el espacio. Esta curva es el resultado de tomar mediciones de la intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlos en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares. Es una de las principales características especificadas por el fabricante, y permite evaluar la intensidad y direccionalidad del flujo emitido, esta información se utiliza para conocer de antemano como se distribuye la luz y poder hacer una selección adecuada para una aplicación determinada.

Las coordenadas que dan forma al sólido fotométrico y determinan la distribución luminosa de la luminaria en el espacio son la intensidad luminosa (I), plano vertical (C) y la inclinación con respecto al eje vertical (γ).

Como es complicado trabajar en tres dimensiones, para simplificar el trabajo se realizan cortes al sólido fotométrico de modo que se obtiene una curva en dos dimensiones, mostrando dos de sus planos verticales $C0-180$ y $C90-270$ conocida como curva polar, como se muestra en la Figura 6.

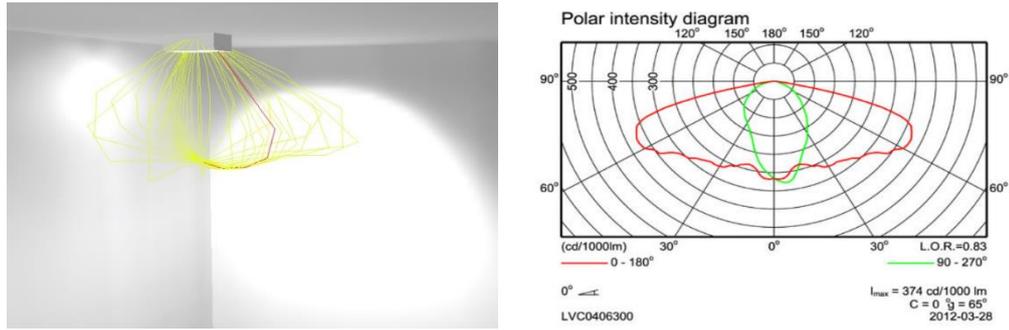


Figura 6 Fotometría y curva polar

Fuente de [11].

Normalmente las curvas están referidas a un flujo de 1000 lúmenes. Para conocer el valor real de la intensidad es necesario realizar el cálculo.

$$I_{real} = \Phi_{lámpara} * \frac{I_{gráfico}}{1000}$$

De esta manera mediante la curva de distribución luminosa podrá calcularse la iluminancia que produce una luminaria en un punto de una superficie. Podrá calcularse dicha iluminancia tomando la curva de intensidad luminosa en el ángulo correspondiente a la dirección de enfoque aplicando la ley del coseno.

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad E_V = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha \cdot \text{sena}}{h^2}$$

El uso de la curva fotométrica permitirá elegir una luminaria más adecuada que cumpla con la iluminación deseada y lograr un proyecto más económico. Una luminaria de distribución “ancha” y de buen rendimiento permitirá tener una distancia mayor entre luminaria y luminaria sin sacrificar la uniformidad.

El factor de mantenimiento se define como la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de un cierto

período de uso de una instalación y la iluminancia media inicial obtenida en las mismas condiciones para la instalación teniendo en cuenta todas las pérdidas, incluido el mantenimiento de la lámpara.

Los factores de mantenimiento se refieren al hecho de que las instalaciones de iluminación reducirán gradualmente la cantidad de luz que proporcionan durante varios años, debido a la depreciación de la luz, suciedad, fallas, etc.

Por lo tanto, si el nivel de luz requerido durante la vida útil del proyecto es 500 lx, y el factor de mantenimiento se establece en 0,8 (u 80 por ciento), entonces para mantener la iluminación al nivel requerido, se debe instalar 625 lx iniciales en el espacio.

Todos los elementos que contribuyen a la obtención del nivel de iluminación deseado sobre el plano de trabajo sufren con el tiempo un cierto grado de depreciación. Las lámparas sufren pérdidas en el flujo luminoso emitido, ya sea por envejecimiento, acumulación de polvo sobre su superficie, efectos de la temperatura, etc. Las pantallas reflectoras y los louvers de las luminarias pierden eficiencia. Las paredes y cielorrasos se ensucian y disminuye su poder reflectante.

De todos estos factores, algunos son controlados por sistemas de mantenimiento y otros no lo son. La IESNA (Sociedad de Ingenieros en Iluminación de Norteamérica) considera, a efectos de determinar el factor de mantenimiento de una instalación ocho factores:

Cuatro de ellos no controlables por sistemas de mantenimientos y cuatro controlables.

Los controlables por otra parte son la depreciación de las superficies del local por ensuciamiento, la depreciación por flujo

luminoso de la lámpara, el reemplazo de las lámparas y la depreciación de la luminaria por ensuciamiento.

4.8. Tipos y métodos de iluminación

4.8.1. Iluminación de interiores

La determinación de los niveles de iluminación adecuados para una instalación no es un trabajo sencillo. Hay que tener en cuenta que los valores recomendados para cada tarea y entorno son fruto de estudios sobre valoraciones subjetivas de los usuarios (comodidad visual, agradabilidad, rendimiento visual). El usuario estándar no existe y, por tanto, una misma instalación puede producir diferentes impresiones a distintas personas. En estas sensaciones influirán muchos factores como los estéticos, los psicológicos y el nivel de iluminación.

La calidad del alumbrado interior influye en el rendimiento visual, concentración, seguridad en el trabajo, y en el bienestar del ser humano.

4.8.2. Iluminación de exteriores

El alumbrado exterior es, sin duda, una de las aplicaciones más habituales e importantes de la iluminación. La posibilidad de realizar actividades más allá de los límites naturales ha abierto un abanico infinito de posibilidades desde iluminar calles y vías de comunicación hasta aplicaciones artísticas, de recreo, industriales, campos deportivos, etc.

La función principal del alumbrado exterior es la de resaltar determinados objetos, edificaciones o zonas a iluminarse, con fines de seguridad, publicitarias, históricos, decorativos, etc.

La iluminación exterior es importante en muchos aspectos como:

- En las carreteras, puede detectar más fácilmente otros automóviles, objetos o animales y evitar accidentes o colisiones.
- Al caminar por las calles, debe haber un buen reconocimiento facial, evitar irregularidades en las vías, etc.
- Si las entradas, garajes y pasillos oscuros están bien iluminados, se puede fácilmente ver a potenciales intrusos y otras anomalías

4.8.3. Método de los lúmenes

Este método es el más sencillo de utilizar para calcular el número de luminarias en una instalación, y esta expresado con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{E_m \cdot S}{\Phi \cdot CBU \cdot f_m}$$

Donde:

N: número de proyectores necesarios.

E_m : iluminancia media recomendada para cada aplicación.

S: superficie a iluminar en m².

Φ : flujo luminoso de un proyector en lúmenes

CBU: Coeficiente de Utilización del Haz (Coefficient of Beam Utilization) que se define como la relación entre los lúmenes que llegan a la superficie iluminada y los lúmenes del haz.

f_m : factor de mantenimiento cuyo valor está entre 0.65 y 0.80. Sirve para cuantificar la disminución del flujo luminoso por el envejecimiento de las lámparas y por la suciedad acumulada en éstas y el proyector.

Una vez realizados los cálculos conviene hacer una comprobación de los resultados para verificar la validez de los resultados. Para ello, se recurre a comparar el valor obtenido de la iluminancia

media con el valor de iluminancia media recomendado. Otros parámetros de calidad que se acostumbra a utilizar son la iluminancia media (E_m) de la instalación y el coeficiente de uniformidad medio ($N = \frac{E_{mim}}{E_m}$).

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S}$$

Donde:

n : número de lámparas por luminaria.

Φ_L : Flujo luminoso de una lámpara.

η : factor de utilización. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes, en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

4.8.4. Método del punto por punto

El método del punto por punto permite conocer valores de la iluminancia en puntos específicos. Considerando que la iluminancia en un punto es la suma de los componentes de la luz provenientes de dos fuentes una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

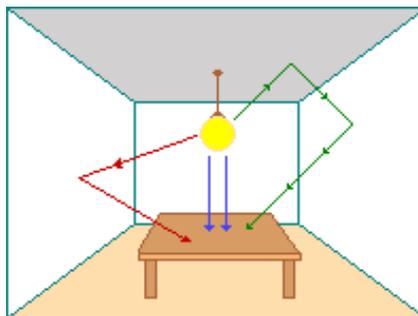


Figura 7 Reflexión de luz directa e indirecta

Fuente: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>

Como se observa en la figura 7, sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto. Ahora bien, para utilizar el método del punto por punto, necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas, así como también la altura de estas sobre el plano de trabajo. Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias.

Mientras se tenga una mayor cantidad de puntos calculados sobre la superficie a iluminar más información se tiene sobre la distribución de la luz. Esto es particularmente importante si trazamos las curvas isolux de la instalación.

Como ya se ha mencionado, la iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación directa más la de la iluminación indirecta. Por lo tanto:

$$E_H = E_d + E_i$$

Donde:

E_H Iluminancia horizontal.

E_d componente de iluminación directa.

E_i componente de iluminación indirecta.

$$E_H = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad E_V = \frac{I \cdot \cos^3 \alpha \cdot \text{sen} \alpha}{h^2} \quad (2.1)$$

$$E = \sqrt{E_H^2 + E_V^2} \quad (2.2)$$

Donde:

E_V : Iluminancia vertical.

I : intensidad luminosa.

α : ángulo de incidencia.

h : altura de la lámpara.

En la figura 8 se puede observar los componentes necesarios para calcular las iluminancias verticales y horizontales a partir de la ubicación de la fuente de iluminación.

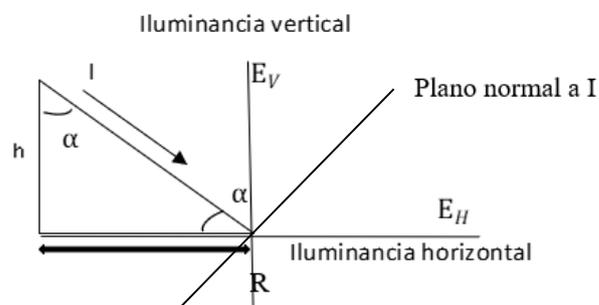


Figura 8 Componentes de las iluminancias verticales y horizontales

Fuente de [25]

En general, si un punto está iluminado, por más de una lámpara, su iluminancia total es la suma de las iluminancias recibidas. Tal como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$E_H = \sum_{i=1}^n \frac{I \cdot \cos^3 \alpha}{h^2} \quad E_V = \sum_{i=1}^n \frac{I \cdot \cos^3 \alpha \cdot \text{sen} \alpha}{h^2} \quad (2.3)$$

4.9. Normativa deportiva vigente en iluminación

4.9.1. UNE 12.193

A esta norma debe acudir en el origen de todos los proyectos de iluminación de instalaciones deportivas. Recomienda el cumplimiento no solo cuantitativo (iluminancias y uniformidades) sino también cualitativo (deslumbramiento y de nuevo rendimiento

en colores). La norma UNE 12193 indica los niveles de iluminación de las instalaciones deportivas en función del uso, clasificando el alumbrado en tres tipos basándose en el nivel de competición:

- Alumbrado Clase I: Competición del más alto nivel. Competiciones nacionales e internacionales.
- Alumbrado Clase II: Competición de nivel medio. Partidos de competición regional y local.
- Alumbrado Clase III: Entrenamiento general, educación física y actividades recreativas.

Tabla 7 Niveles de iluminación de estadios de fútbol según, UNE 12.193

NIVELES DE ILUMINACIÓN EN FUTBOL				
Clase	Iluminancia horizontal	Uniformidad	Reproducción del color de la lámpara	Valorización del brillo
Clase III	750	0.5	> 20	< 55
Clase II	200	0.6	> 60	< 50
Clase I	500	0.7	> 60	< 50

Fuente: UNE 12.193 Iluminación De Instalaciones Deportivas

4.9.2. FIFA

Todos los estadios deben incorporar en su diseño los principios y las técnicas de la edificación verde. Los estadios nuevos deberían tener por lo menos la certificación LEED mínima. También las grandes obras de reformas y modernización de estadios existentes pueden obtener la certificación LEED.

LEED es un sistema de certificación de edificios que fue creado por el U.S. Green Building Council. Comprende la realización de una evaluación del comportamiento ecológico de un edificio por parte de evaluadores independientes. La evaluación se efectúa según los parámetros establecidos en LEED, y se otorgan puntos en cada categoría en la que el edificio cumple dichos parámetros.

Se han definido cinco clases de sistemas de iluminación (I a V). Dos de ellas necesitan calidad televisada y las otras tres son para eventos no televisados.

Tabla 8 Categorías de competiciones FIFA

Clase V	Partido internacional televisado
Clase IV	Partido nacional televisado
Clase III	Partido nacional no televisado
Clase II	Partido de liga y/o clubes no televisado
Clase I	Entrenamientos y juegos de recreo no televisados

Fuente: Estadios de fútbol, 5.a edición 2011-FIFA

Tabla 9 Niveles de iluminación de estadios de futbol FIFA

Nivel de actividad	Iluminancia horizontal	Uniformidad	Temperatura del color de la lámpara	Reproducción del color de la lámpara
Clase	Eh ave (lux)	U2	TK°	Ra
Clase III Partidos nacionales	750	0.7	> 4,000	≥ 65
Clase II Partido de liga y/o clubes	500	0.6	> 4,000	≥ 65
Clase I Entrenamientos y juegos de recreo	200	0.5	> 4,000	≥ 65

Fuente: Estadios de fútbol, 5.a edición 2011-FIFA

4.9.3. CONMEBOL

Art. 41 – Conforme previsto en el Reglamento de Licencia de Clubes, los estadios deberán contar indefectiblemente con sistemas de iluminación artificial. El estadio que no cuente con iluminación artificial no podrá ser acreditado para que se disputen los partidos del torneo, debiendo en ese caso el club designar otro estadio que reúna estas condiciones. El mínimo de iluminación

vertical exigida para la edición de 2020, así como la referencia para los próximos 2 (dos) años es:

Tabla 10 Niveles de iluminación de estadios de futbol

2020	2021	2022
EV=1000 lux	EV=1200 lux	EV=1300 lux

Fuente: Art. 41 reglamento CONMEBOL, 2019

Art. 45 – La CONMEBOL, podrá a su exclusivo juicio, definir los estadios que tengan capacidad operacional de acoger un evento de esa magnitud, tomando en cuenta el aforo mínimo, cuestiones de seguridad, confort, áreas de trabajo para la prensa, áreas de hospitalidad, etc. Con este propósito, la CONMEBOL deberá emitir el informe correspondiente. Excepcionalmente, la CONMEBOL podrá autorizar la realización de un partido en un estadio con un aforo menor de 35.000 espectadores

4.10. Iluminación de estadios deportivos

Los deportistas deben poder desarrollar su actividad con una luz intensa, con buena reproducción de los colores, sin deslumbramientos y con una luz que no ilumine donde no se debe, para no provocar distracciones o falsas percepciones.

4.10.1. Consideraciones de diseño

Un mal diseño de iluminación en ambientes deportivos puede producir perturbaciones en los seres vivos, causándoles molestias como alteración del sueño, molestias diversas de visión, fatiga mental y fisiológica, además de causar intrusión en la privacidad del entorno doméstico de los alrededores e invasión de insectos.

Por ello es necesario cumplir con los siguientes parámetros establecidos, por la normativa FIFA y UNE 12.193:

a) Uniformidad en la iluminación

Es muy importante una adecuada uniformidad en ambos planos, tanto en el vertical como en el horizontal, para la adecuada visión y adaptación de los deportistas como los espectadores. Para la retransmisión por televisión en alta definición, la uniformidad es necesaria para evitar problemas de enfoque y sombras que eviten que se visualice de una forma adecuada.

El nivel de uniformidad en la iluminación puede ser expresado como la relación de la iluminancia mínima a la iluminancia máxima (U1) y como la relación de la iluminancia mínima a la media (U2). La uniformidad adecuada dependerá de la clasificación del estadio, si se utilizará para eventos televisados, la uniformidad debe contemplarse para los dos planos y si no será televisado, únicamente se considerará para el plano horizontal.

b) Temperatura de color

La tecnología existente de cámaras digitales permite alterar los videos producidos por los medios a fin de ganar color y contraste, de acuerdo con la calidad de color deseada. La temperatura de color aceptable para estadios al aire libre, para toda clase de competiciones, es $K \geq 4,000 / 6,500$

c) Restricción del alumbrado

Cuando se utilizan fuentes de luz de alta intensidad luminosa, puede presentarse deslumbramiento perturbador o molesto para los usuarios de cualquier recinto. En todas las clases, el índice de deslumbramiento será de $GR \leq 50$ para los jugadores en el campo, según lo establece la normativa FIFA.

Es importante considerar el deslumbramiento en los recintos deportivos, ya que puede afectar a los deportistas, a los espectadores y a personas que circulen por el lugar. Por eso, al elegir las luminarias, no debe tomarse en cuenta solamente su limitación de luz dispersa por fuera del haz principal, también deben proyectarse adecuadamente en el ángulo preciso, para que este problema no aparezca

4.10.2. Contaminación lumínica

La contaminación lumínica consiste en el brillo del cielo nocturno producido por la mala calidad del alumbrado de nuestras ciudades. Esto significa que enviamos la luz hacia arriba en vez de enviarla hacia el suelo, donde realmente se necesita. Dedicándonos a iluminar el cielo no sólo derrochamos nuestro dinero, sino que abusamos de los recursos naturales, agredimos el hábitat de animales nocturnos y migratorios, y arrebatamos a nuestros hijos la contemplación del cielo estrellado.

Este tipo de contaminación se debe principalmente al uso de luminarias mal diseñadas, que envían la luz hacia arriba (en especial, de las farolas "tipo globo"), al exceso de potencia, así como a la existencia de horarios inadecuados de iluminación ornamental.

El mal apantallamiento en la iluminación de exteriores hace que, en muchos casos, la luz sea enviada directamente al cielo.

Siendo las consecuencias de la contaminación lumínica

- Pérdida de la energía consumida.
- Deslumbramiento de los conductores y personas mayores, va en detrimento de la seguridad vial.

- Contribuye al cambio climático y a la generación de residuos durante la producción de ese exceso de energía (dióxido de carbono, lluvia ácida, sustancias radiactivas, etc.)
- Efectos contaminantes ocasionados por residuos tóxicos de las lámparas usadas (especialmente las de vapor de mercurio).
- Alteración en los ciclos de diversas especies animales, principalmente de las aves

4.10.3. Iluminación horizontal y vertical

Al iluminar una instalación deportiva, hay que tomar en cuenta que el objetivo es ofrecer un espacio adecuado para la práctica del deporte y el disfrute del espectador, ambos deben quedar satisfechos tanto al practicar el deporte como al observar la práctica del mismo. Las exigencias dentro de las instalaciones varían según el tipo de deporte y la categoría que se practique, ya que, si nos referimos a la categoría más alta, se necesitara adicionar a la iluminación horizontal, la iluminación vertical para las retransmisiones televisivas, a continuación, explicaremos los conceptos de iluminación horizontal y vertical.

a) Iluminancia del plano horizontal

El terreno de juego forma la mayor parte del campo de visión para jugadores y espectadores. La iluminación horizontal constituye una medida de la luz que alcanza un plano horizontal. Para realizar la medición de iluminancia de plano horizontal en el campo se emplea una rejilla de 10 metros x 10 metros en toda la extensión del campo de juego como base para recopilar todas las mediciones y calcular la iluminación máxima, mínima y media a un metro sobre la superficie del terreno de juego. La iluminación horizontal es conocida por las siglas (Eh)

b) Iluminancia del plano vertical

La iluminancia vertical es esencial para observar objetos en el plano vertical; a nivel del campo es la cantidad de iluminación que recibe la superficie vertical de los jugadores. La iluminación vertical posee el mayor grado de influencia para la calidad de una imagen de televisión, ya que ayuda a presentar en primer plano a los jugadores. Las variaciones verticales producirán imágenes de video de baja calidad.

4.11. Recomendaciones para la instalación

4.11.1. Altura de montaje

La altura de montaje de los aparatos de alumbrado es crucial para la eficacia del sistema de iluminación deportiva. La geometría de la altura de montaje para los bastidores de focos laterales y postes es de 25 grados hacia la base de la fuente luminosa más baja sobre el horizonte, medidos desde el centro del campo y mirando hacia las tribunas. Los bastidores de los focos y la estructura de alumbrado podrán exceder esta recomendación mínima de 25 grados, pero no superar los 45 grados. Los ángulos de rotación de las luminarias no podrán exceder los 70 grados desde el nadir (directamente abajo) hasta el centro del haz como se muestra en la figura 9.

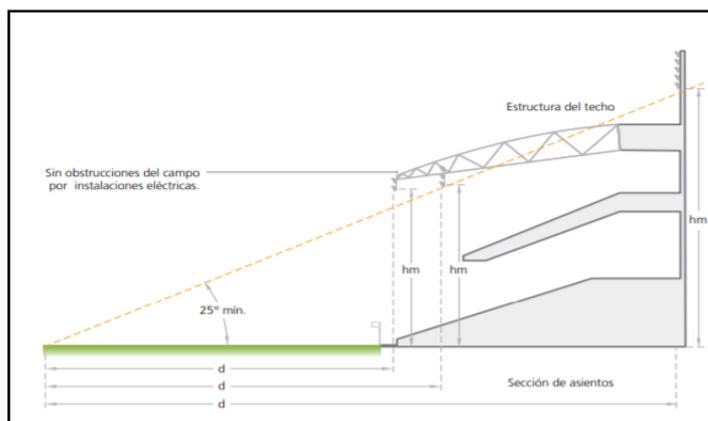


Figura 9 Altura de montaje de luminarias - Clase IV y Clase V
Fuente: Estadios de fútbol, 5.a edición 2011-FIFA Pág. 171.

4.11.2. Ángulos visuales

El requisito más importante del diseño es que nada deslumbre a jugadores, árbitros y medios televisivos. Las siguientes dos áreas se definen como “zonas sin iluminación artificial” para la totalidad de las cinco clases de competiciones.

a) Zona de las esquinas de la línea de meta

A fin de mantener adecuadas condiciones visuales para el portero y los jugadores atacantes en los saques de esquina, no se colocará iluminación dentro de los 10 grados a ambos lados de la línea de meta, como se muestra en la figura 10

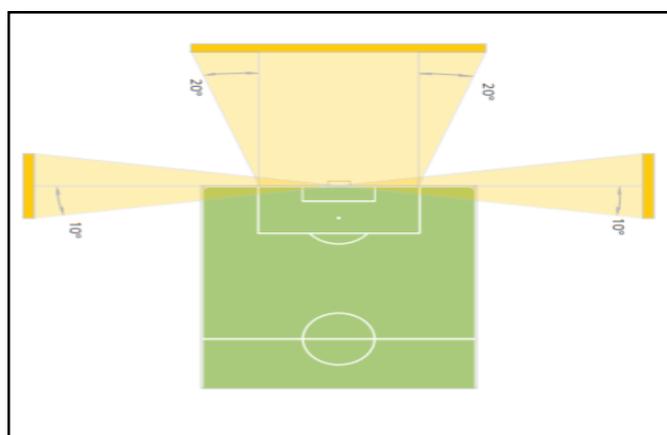


Figura 10 Zonas de esquinas sin iluminación artificial
Fuente: Estadios de fútbol, 5.a edición 2011-FIFA Pág. 172

b) Zona de las esquinas de la línea de meta

A fin de mantener adecuadas condiciones visuales para los jugadores atacantes frente a la meta, así como para los medios de vídeo en el lado opuesto del campo, no se colocará iluminación por debajo de los 25 grados sobre el punto central del campo de juego ni por debajo de los 75 grados sobre la horizontal del área de la meta, como se muestra en la figura 11

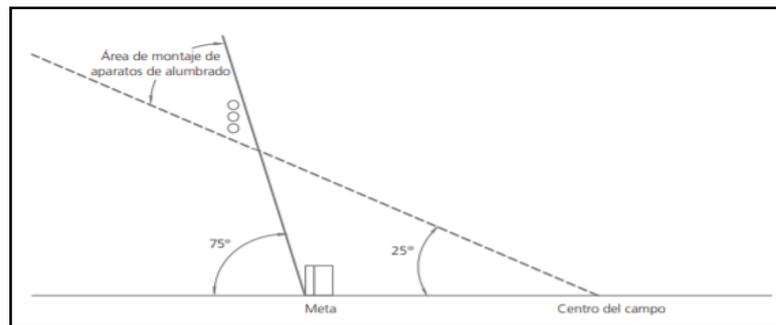


Figura 11 Zona detrás de la línea de meta zonas sin iluminación artificial
Fuente: Estadios de fútbol, 5.a edición 2011-FIFA Pág. 172.

4.11.3. Distribución de luminarias

Según la categoría de las competencias, se tiene la distribución de las luminarias siguiente:

a) Diagrama clase iv (eventos televisados)

Direccionamiento de la luz en eventos nacionales, como se muestra en la figura 12.

Ninguna luminaria se instalará en esta área



Zona sin iluminación artificial



Bastidor principal de luminarias.



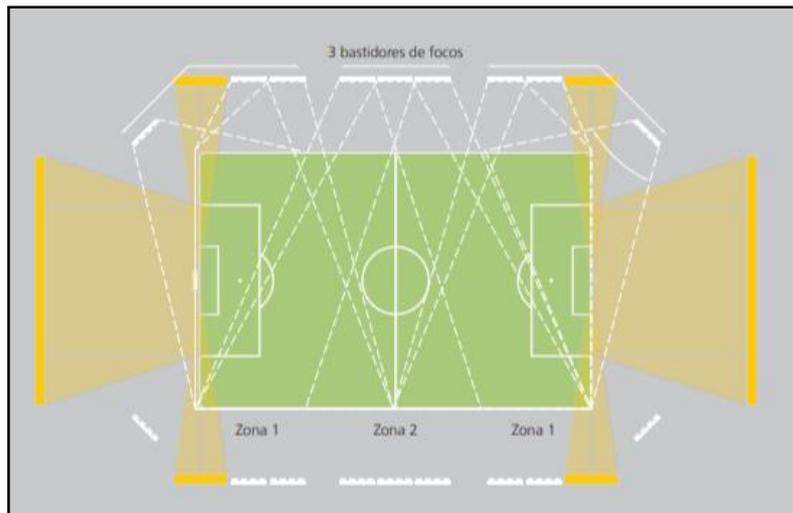


Figura 12 Distribución de luminarias para un estadio Clase IV
Fuente de [3].

4.12. Conceptos básicos de fallas y perturbaciones de un SEP

Con el fin de entender la parte teórica de dichos procedimientos, la mención matemática que se hace es únicamente referencial y no pretende dar la solución manual, pero si la suficiente claridad para la comprensión de lo realizado en el estudio.

4.12.1. Sistema eléctrico de potencia

El cálculo del flujo de potencia consiste en evaluar el punto de operación en estado estacionario de un sistema eléctrico para condiciones de generación, carga y su respectiva configuración.

Los objetivos principales al resolver un flujo de potencia son:

- a. Determinar la carga para cada una de las barras del sistema.
- b. Determinar el efecto de contingencias en el sistema por la salida de líneas, transformadores y generadores.
- c. Determinar el efecto de los cambios en la configuración de la red eléctrica.
- d. Definir la operación óptima y la distribución de las cargas.

SOLUCIÓN DEL FLUJO DE POTENCIA – MÉTODO NEWTON RAPHSON

La solución de un sistema de potencia para una condición especificada de carga y generación permite conocer el vector de variables de estado.

En cada una de las barras de un SEP se debe conocer cuatro variables: magnitud y ángulo del voltaje de barra, potencias activa y reactiva. Dado que se dispone de dos ecuaciones asociadas a la potencia activa y reactiva, se deben calcular las otras dos variables. Esta solución representa una fotografía de una condición de estado estable del sistema.

La no linealidad del sistema de ecuaciones está dada por dos factores: la relación de la potencia con el cuadrado de los voltajes y la presencia de funciones trigonométricas en los ángulos de los voltajes de barra, como se muestra en el desarrollo de las ecuaciones de errores de potencia.

En este trabajo se aprovecha el cálculo de los términos de los sumatorios constitutivos de las ecuaciones de potencias netas activa y reactiva de barra para evaluar todos los términos de la matriz Jacobiana (por simplificación se le llamará Jacobiano) del método de Newton-Raphson. Las ecuaciones de potencia son funciones no lineales de las magnitudes y ángulos de los voltajes de barra. Si se especifican las potencias de generación y carga en todas las barras, el vector solución contiene las magnitudes y ángulos de los voltajes llamadas variables de estado.

Dado que el balance de potencia en un sistema eléctrico no puede ser conocido de antemano, debido a la presencia de pérdidas en la red, la potencia en una de las barras no puede ser especificada. Las potencias calculadas en una barra se obtienen a partir de las ecuaciones de potencia compleja s_B , (Ec. 1) y (Ec. 2), y corriente de barra I_B , (Ec. 3) y (Ec. 4), en términos de la matriz admitancia de barra Y_B y el vector de voltajes de barra V_B .

$$S_B = V_B * I_B^* \quad (\text{Ec. 1})$$

$$S_i = P_i * jQ_i \quad (\text{Ec. 2})$$

$$I_B = Y_B * V_B \quad (\text{Ec. 3})$$

$$I_i = \sum_{j=1}^n (G_{ij} + jB_{ij} \text{Sen}\theta_{ij}) \cdot (\cos\theta_{ij} + j\text{sen}\theta_{ij}) V_j \quad (\text{Ec. 4})$$

De donde se deducen las ecuaciones de potencia activa y reactiva en cada barra, (Ec. 5) y (Ec. 6):

$$P_i = V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \cos\theta_{ij} + B_{ij} \text{sen}\theta_{ij}) V_j \quad (\text{Ec. 5})$$

$$Q_i = V_i \sum_{j=1}^n (G_{ij} \text{sen}\theta_{ij} - B_{ij} \cos\theta_{ij}) V_j \quad (\text{Ec. 6})$$

Las diferencias entre potencias especificadas y aquellas calculadas en función de las variables de estado proveen las ecuaciones necesarias y suficientes para resolver el sistema de ecuaciones algebraicas no lineales. Las ecuaciones de errores de potencia agrupadas en potencia aparente se expresan como se indica en (Ec. 7), con la potencia especificada dada por (Ec. 8):

$$\Delta S = S_{\text{especificado}} - S_{\text{calculado } (k-1)} \quad (\text{Ec. 7})$$

$$S_{\text{especificado}} = S_{\text{generación}} - S_{\text{carga}} \quad (\text{Ec. 8})$$

La formulación del método se basa en la expansión de una función no lineal en Series de Taylor, truncándola en la primera derivada, razón por la que se convierte en un proceso iterativo. El proceso de convergencia se puede apreciar en la Figura 13, donde la tangente en el punto inicial $X(0)$ encuentra el primer estimado $X(1)$, después de añadirle la corrección ΔX .

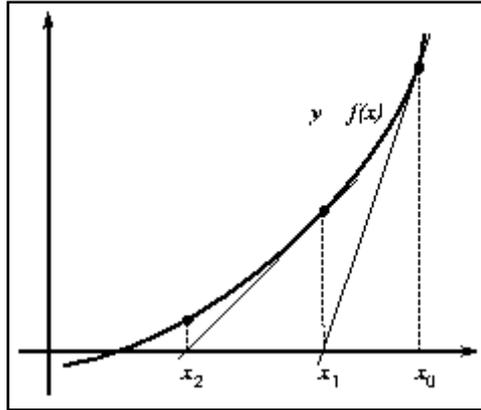


Figura 13 Principio del método de Newton-Raphson
Fuente de [9]

El sistema de ecuaciones en forma matricial compacta está dado por (Ec. 9); donde para una iteración k , ΔS corresponde al vector de errores de potencias de barra, J es la matriz de sus derivadas parciales respecto a las variables de estado desconocidas, denominada Jacobiano del sistema, y ΔX es el vector de correcciones de variables de estado (Ec. 10)

$$\Delta S = [J]\Delta X \quad (\text{Ec. 9})$$

$$\Delta X = X^k - X^{k-1} \quad (\text{Ec. 10})$$

MÉTODO NEWTON-RAPHSON EXTENDIDO

El método Newton-Raphson Extendido es básicamente el mismo Newton Raphson, con la diferencia de que en el N.R.E. las ecuaciones que modelan los elementos se formulan de diferente manera. Adicionalmente, en este método se tienen en cuenta los dispositivos FACT y todas las características nuevas como Control de Área/Zona.

VALORES BASE DEL SISTEMA

La impedancia base y la corriente base pueden calcularse directamente a partir de los valores trifásicos base en kV y MVA. Si interpretamos que los MVA base y la tensión base en kV son los totales de las tres fases y la tensión base, de línea, tendremos:

$$I_{base} = \frac{1000 * S_{base}}{\sqrt{3} * V_{base}} ; y Z_{base} = \frac{V_{base}^2}{S_{base}}$$

VALORES EN POR UNIDAD DEL SISTEMA

$$\text{Tensión} \quad E_{pu} = \frac{E}{V_{base}}$$

$$\text{Potencia aparente} \quad S_{pu} = \frac{S}{S_{base}}$$

$$\text{Corriente} \quad I_{pu} = \frac{I}{I_{base}}$$

$$\text{Impedancia} \quad Z_{pu} = \frac{Z}{Z_{base}}$$

4.12.2. Fallas y perturbaciones de un SEP

Todo circuito eléctrico independientemente de sus protecciones, siempre será propenso a fallas y perturbaciones, las que pueden ocasionar daños tanto a personas como a equipos, para los primeros, es importante definir la magnitud y tiempo de permanencia, para poder dimensionar adecuadamente los sistemas de protección personales, para evitar los daños a equipos se deberá identificar la máxima corriente de falla que podrá existir en el sistema eléctrico de potencia, con el fin de dimensionar los elementos involucrados para que puedan soportar estas corrientes, por lo que se hace necesario evaluar cada una de los tipos de falla que pudieran existir dentro del sistema planteado.

4.12.3. Corto Circuito

El cortocircuito es una conexión de poca impedancia entre dos puntos en los cuales existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada.

La magnitud de la corriente que fluirá a través de un cortocircuito depende principalmente de dos factores:

- Las características y el número de fuentes que alimentan al cortocircuito.
- La oposición o resistencia que presente el propio circuito de distribución.

La oposición que presenta el propio circuito de distribución al flujo de la corriente de cortocircuito se denomina “impedancia” en términos eléctricos y depende de la configuración del sistema eléctrico, y se calcula a partir de la impedancia de cada uno de los componentes del sistema. Otro de los factores que influyen sobre la magnitud de la corriente de cortocircuito son el momento, tipo y ubicación de la falla.

Entre las causas más frecuentes de cortocircuitos a nivel de instalaciones comerciales e industriales podemos mencionar las debidas a la ruptura, debilitamiento del aislamiento de conductores y/o equipos y los producidos por agentes ambientales.

Los efectos de las corrientes de cortocircuitos son muy variados, pero los más importantes son el debido al efecto Joule (calentamiento de los equipos eléctricos debido a la gran circulación de corriente), esfuerzos electromecánicos en las máquinas eléctricas y destrucción física del lugar de la falla cuando se producen grandes arcos eléctricos.

Normas y Códigos Aplicables Para el Caso de Estudio

El estudio de Corrientes de Cortocircuito se realizará bajo el estándar IEC, mediante la utilización del sistema integrado de programas. ETAP, se basa en las últimas ediciones de las normas IEC Std 62271, 60282-2, 60909-0, 60909-1, 60909-2, 60909-4, 60947-1 y 60947-2. 1.6.6.

Premisas de Cálculo

Para la elaboración del estudio de Corrientes de Cortocircuito se considerarán las siguientes premisas:

- Para el dimensionamiento de los equipos de distribución se deberá considerar como mínimo un 20% adicional a la corriente de cortocircuito máxima que se obtenga del cálculo.
- La impedancia de los transformadores será la referida a la toma central del cambiador de derivaciones.
- Las cargas consideradas son las establecidas en el Diagrama Unifilar en la condición del escenario planteado para el análisis de cortocircuitos.
- Las corrientes de cortocircuito se calcularán utilizando el método de componentes simétricas de secuencia positiva, negativa y cero (interno del programa ETAP).

Análisis de Protecciones Criterios utilizados para la protección de Sobre corriente

- A)** La característica de Sobre corriente instantánea se ajustará en 120-200% la corriente máxima simétrica de cortocircuito trifásico secundario del transformador reflejado al lado primario, además este ajuste deberá permitir la corriente de magnetización del transformador, entre 8 y 12 veces la I_n ,

en 0.1 segundos. (Artículo 11.9.2.2.3.2 de IEEE Std. 242-2001).

B) El intervalo de tiempo de coordinación entre protecciones de interruptores consecutivos será como mínimo de 150 milisegundos, lo cual nos permitirá tener una adecuada selectividad y confiabilidad en la operación. Estos tiempos se justifican en:

- Tiempo de excitación de los transformadores de corriente, 20 milisegundos.
- Tiempo máximo de apertura de los interruptores, 50 milisegundos (tiempo considerado en el presente estudio).
- Tiempo máximo de extinción de arco eléctrico, 15 milisegundos.
- Margen de Seguridad: 45 milisegundos

4.13. Software Dialux

Dialux es la solución software completo y libre para proyectistas, para proyectos de iluminación en espacios interiores y exteriores, desarrollado en 1994 por la compañía alemana DIAL especialista en domótica e iluminación, con laboratorios acreditados conforme a DIN EN ISO/IEC 17025.

Gracias al Dialux se puede crear muy fácilmente proyectos de iluminación de forma eficaz y profesional, evaluación energética al instante y la cualidad de obtener datos actualizados de luminarias de diferentes fabricantes líderes a nivel mundial como PHILIPS, GE LIGHTING, LITHONIA, SYLVANIA, etc. Permite tomar como base documentos de CAD exportando un archivo en formato *.dwg o utilizar modelos 3D descargados de internet.

Las fotometrías de las luminarias se pueden obtener a través del software este nos lleva a los enlaces de descarga o directamente desde la web de los fabricantes, pero es recomendable disponer del catálogo técnico del país donde estemos. La instalación es sencilla puesto que solo debemos aceptar y seguir todos los pasos. Al final instala el programa POV Raytracer que sirve para realizar renderizado de imágenes en 3D del local.

4.14. Software Etap

El software ETAP 16.0. es una herramienta de análisis y control para el diseño, simulación y operación de sistemas de potencia eléctricos de generación, distribución y escenarios industriales. Es una herramienta integrada que ha sido diseñada y desarrollada por ingenieros para ingenieros que se desempeñen en las diversas disciplinas de los sistemas de potencia. ETAP está equipado con un completo sistema de análisis para diferentes y variados módulos tales como:

- Redes AC – DC.
- Análisis y coordinación de protecciones.
- Estudio de cortocircuito.
- Estudio de flujo de carga.
- Estudio de flujo de carga óptimo.
- Estudio de flujo de carga desbalanceada.
- Estudio de riesgo de arco eléctrico (Arc Flash).
- Análisis de armónicos.

El software ETAP ha sido diseñado para satisfacer las diferentes disciplinas de los sistemas eléctricos en una gran gama de escenarios industriales, integrando en un solo programa una variedad amplia de posibilidades, por tal motivo, ETAP requiere de un manejo previo y conocimiento mínimo en los temas relacionados al manejo de software; sin embargo, ETAP en sí, no requiere de un entrenamiento previo para su manejo básico.

El software ETAP permite la creación y edición de manera muy sencilla de topologías de prueba unilineales como el que se muestra en la Figura 14. Por mencionar algunos como: sistemas de canalización subterránea, visualización en 3 dimensiones de sistemas de conductores, selectividad y coordinación en tiempo real de protecciones, información geográfica de sistemas esquemáticos y visualización tridimensional de sistemas de puesta a tierra.

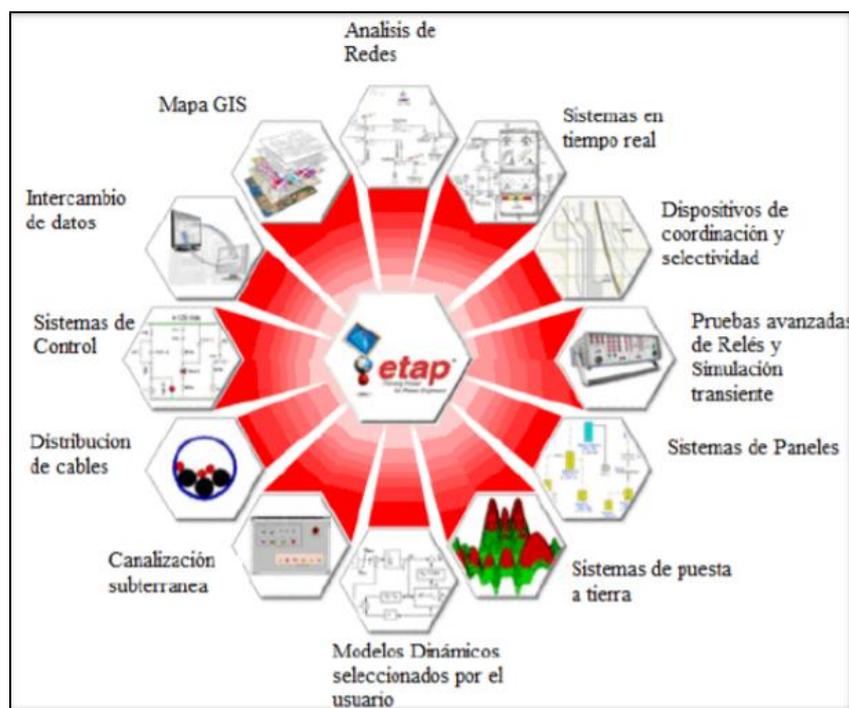


Figura 14 Herramientas ETAP
Fuente de [27]

El software ETAP organiza su trabajo en base a proyectos. Cada proyecto que cree proporciona todas las herramientas y el apoyo necesarios para el modelado y análisis de un sistema de energía eléctrica. Un proyecto consta de un sistema eléctrico que requiere un conjunto único de los componentes eléctricos e interconexiones. En ETAP, cada proyecto ofrece un conjunto de usuarios, controles de acceso de usuario y una base de datos independiente en el que sus elementos y la conectividad de datos se almacenan [27].

El acceso a un archivo de proyecto nuevo o existente es a través de un archivo de proyecto especial con la extensión. "OTI". La base de datos ETAP se almacena en un archivo de base de datos compatibles con ODBC (Open DataBase Connectivity), como Microsoft Access (MDB). Estos archivos funcionan conjuntamente para proporcionar control de acceso y almacenamiento de cada proyecto y utilizar el nombre del proyecto. ETAP almacena todos los informes de resultados de su proyecto en el mismo sub-directorio en el que reside la base de datos [27].

4.14.1. Características generales del software Etap

Descripción del interfaz del software Etap 16.0.

1. Ventana de Modo de Edición.
2. Barras de elementos AC-DC e instrumentos de medición.
3. Editor de Proyecto
4. Barra de Menú.

El cual está compuesta de:

- Barra de herramientas de proyecto.
 - Selección de Revisión de Proyecto.
 - Selección de Presentación.
 - Selección de Estado de Configuración.
5. Barra de selección de análisis
 6. Barra de herramientas de sistema.

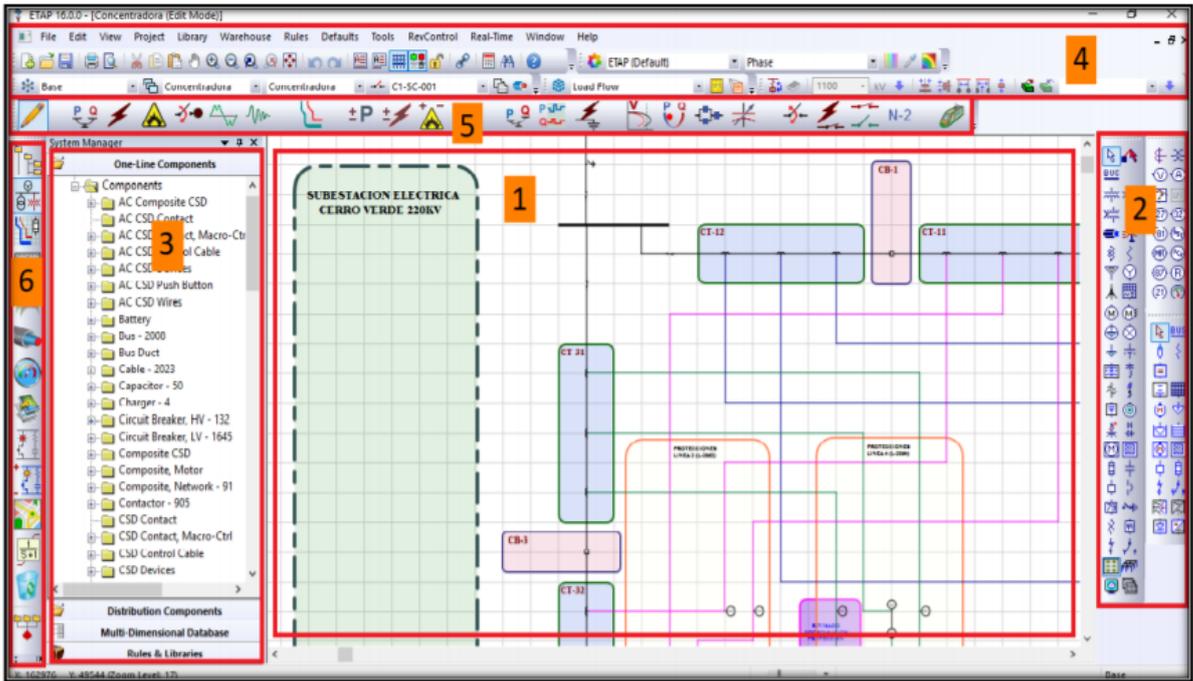


Figura 15 Pantalla principal del Software ETAP 16.0
Fuente de [27]

VENTANA DE MODO DE EDICIÓN

Corresponde a la ventana principal OLV (One Line View) del programa, sobre la cual se diseña o modela el sistema unilínea requerido.

BARRAS DE ELEMENTOS AC-DC E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

La barra de elementos e instrumentos contiene todo lo necesario para construir un diagrama unilínea, incorpora elementos AC, DC e instrumentos de medición.

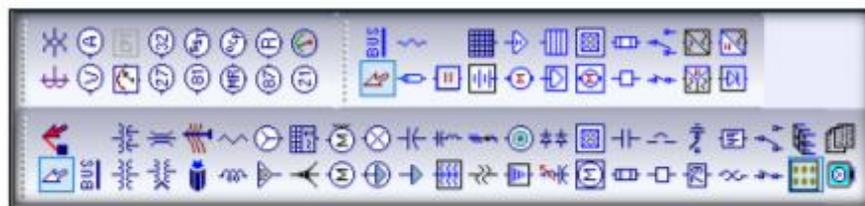


Figura 16 Elementos AC-DC e instrumentos de medición.
Fuente de [27]

EDITOR DE PROYECTO

La barra de Herramientas de Sistema es un conveniente método para navegar e intercambiar vistas entre los diferentes sistemas de ETAP.

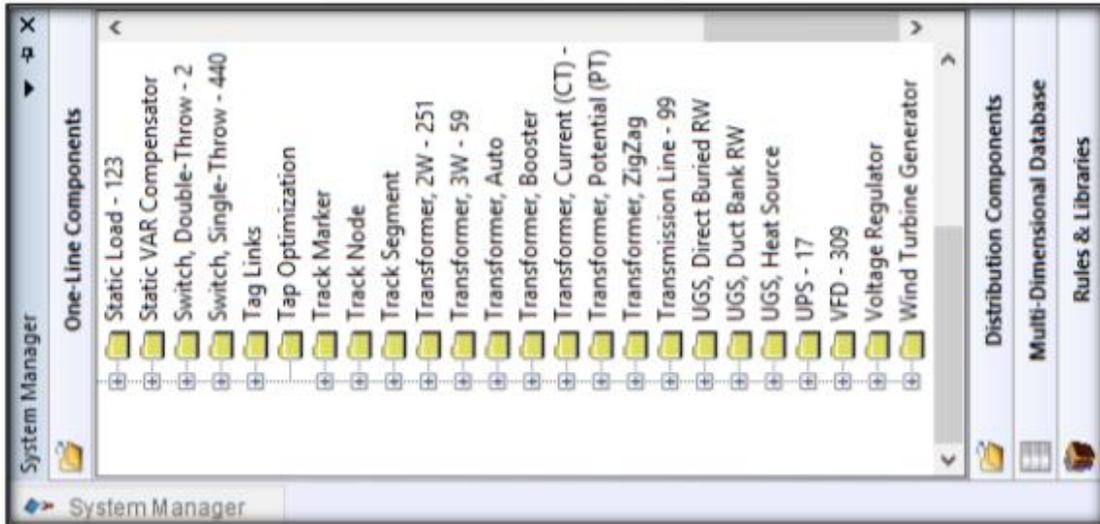


Figura 17 Editor de proyecto del Software ETAP 16.0.
Fuente de [27]

BARRA DE MENÚ

La barra de menú de ETAP proporciona una lista de opciones que pueden incluir listas desplegables de comandos cuando se seleccionan. Los comandos de menú con un icono de flecha apuntando a la derecha indican la existencia de un menú desplegable que ofrece acceso a los comandos adicionales.



Figura 18 Barra de menú del Software ETAP 16.0.
Fuente de [27]

BARRA DE HERRAMIENTAS DE PROYECTO

La barra de herramientas de proyecto contiene opciones que permiten ejecutar los accesos directos de muchos comandos de uso común en ETAP.



Figura 19 Barra de herramientas del Software ETAP 16.0.
Fuente de [27]

BARRA DE SELECCIÓN DE ANÁLISIS

Barra de herramientas que contiene todos los módulos de estudio relacionados con el diagrama unilineal, tales como:



Figura 20 Módulos de estudio del Proyecto del Software ETAP 16.0.
Fuente de [27]

CAPÍTULO V

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA LED PARA ESTADIOS PROFESIONALES, SEGÚN REQUISITOS TÉCNICOS FIFA Y REGLAMENTO CONMEBOL 2020

5.1. Descripción del proyecto

La iluminación del complejo deportivo se proyectó desde la parte superior de las tribunas oriente y occidente, sumado a ello 04 torres de iluminación ubicadas cerca a los vértices del estadio.

Las luminarias planteadas están basadas en tecnología led de alta eficiencia, a fin de lograr los niveles requeridos por la normativa vigente. El complejo deportivo cuenta con 02 subestaciones (SE-01 y SE-02) en el primer nivel de la tribuna sur y oriente respectivamente, la máxima demanda será de 704.95 kVA. Los transformadores de las subestaciones serán de 400 KVA del tipo seco.

El predio está ubicado en la ciudad de Puno, provincia y departamento de Puno.



Figura 21 Localización del proyecto
Fuente de [21].

5.1.1. Características del campo de fútbol

El diseño arquitectónico del estadio tiene una capacidad de 26 mil espectadores, lo que representa una limitante para que el estadio sea considerado en partidos internacionales (Estadios Clase V), según lo establece la nueva normativa FIFA, en su edición 2011, indicando que, para grandes partidos internacionales, el estadio debe tener una capacidad mínima de 30,000 plazas.

No obstante, el reglamento de CONMEBOL en su Art. 45, establece que excepcionalmente, dicha institución podrá autorizar la realización de partidos internacionales en estadios con un aforo menor de 35.000 espectadores, tal cual se da en la actualidad en algunos recintos deportivos de nuestro país, siempre y cuando cumplan el nivel de iluminación vertical mínimo de 1300 lux establecido en su Art. 41, además de cumplir las normativas de seguridad y confort para los deportistas y espectadores.

Por ende y basándonos estrictamente en la normativa de iluminación de estadios deportivos profesionales, es que se diseñó el sistema de iluminación para que cumpla el nivel de iluminación horizontal establecido en la normativa FIFA en categoría Clase III - Partidos nacionales (750 lux), y que a su vez cumpla el nivel de iluminación vertical establecido por CONMEBOL (1300 lux), a fin de que en localidad se pueda disfrutar y transmitir también partidos de fútbol internacionales.

La uniformidad para alcanzar verticalmente (E_{min} / E_m) es igual a 0.65 y horizontalmente (E_{min} / E_m) de 0.7, ambas uniformidades son exigidas por FIFA en su edición vigente. El terreno de juego tiene las medidas oficiales de 105 m x 68 m, como se puede ver en la figura 22.

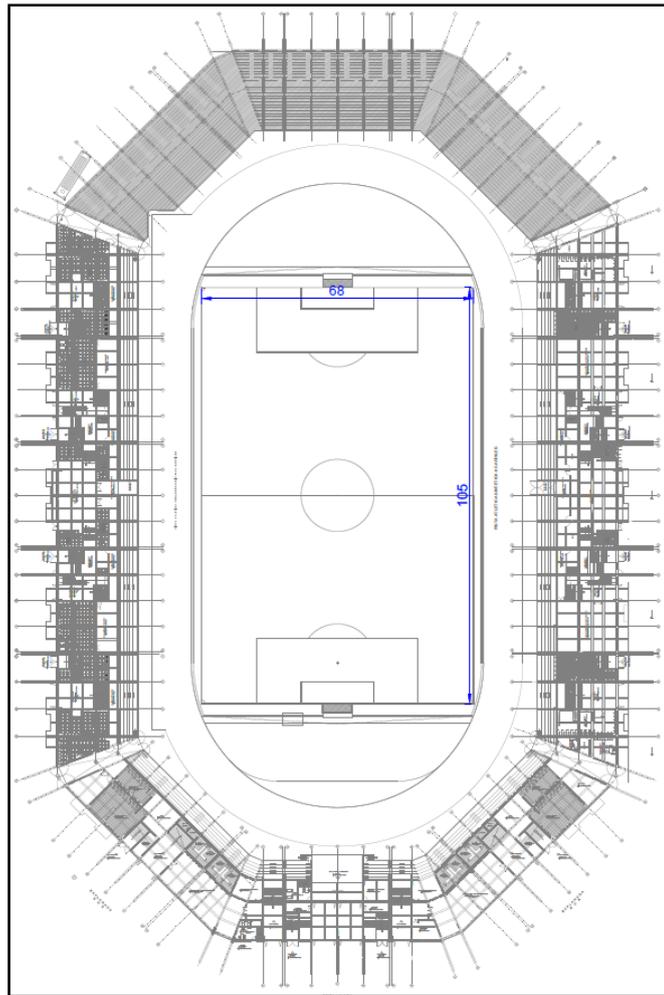


Figura 22 Dimensiones del campo de fútbol
Fuente elaboración propia.

El diseño del sistema de iluminación se basó en el ítem 4.10, Recomendaciones para la instalación de equipos y luminarias. El sistema de iluminación contemplaría la instalación de 04 torres de iluminación (25 luminarias por torre) con altura mínima de instalación en la primera fila de 37.61 m. La distancia de separación de las luminarias proyectores BVP427 BV en las torres de iluminación es de 62 cm una de otra, a fin de no afectar el grado de inclinación con el que trabaja cada luminaria.

Para realizar el cálculo luminotécnico, se utiliza el software Dialux 4.13, e cual utiliza el método de cálculo “Punto por punto”; además que permite crear modelos en 3D. Adicionalmente el software

Dialux toma en cuenta el valor de U.G.R. - Unified GlareRating (Índice de Deslumbramiento Unificado). El índice de deslumbramiento GR será ≤ 50 para los jugadores en el campo, dentro del ángulo visual primario del jugador.

Consideraciones luminotécnicas

Iluminación Horizontal	:	>750 Lux
Iluminación Vertical	:	1300 lux
Uniformidad Horizontal 2	:	0.7
Uniformidad Vertical 2	:	0.65

Luminaria Led proyectada

Flujo L. nominal	:	195 000 Lm.
Eficiencia Luminosa	:	123.4

Red Primaria

Distribución	:	Trifásico
Tensión nominal	:	10 kV
Potencia N. de 02 SET proyectadas	:	400 Kva

5.1.2. Bases de cálculo

El diseño de iluminación del recinto deportivo está basado en las Recomendaciones Técnicas y Requisito FIFA 5° Edición, Reglamento CONMEBOL 2020 y la Normativa UNE 12.193. Iluminación de instalaciones deportivas.

Los cálculos para la red de distribución primaria se realizaron teniendo en cuenta los requisitos del Código Nacional de Electricidad Suministro 2011, Decreto Ley N° 25844 Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento, Normas del Ministerio de Energía y Minas.

5.2. Características del sistema eléctrico

La red de media tensión de 10 kV será tomada desde el punto de diseño ubicado en las inmediaciones del riel en frente de la universidad (como se

muestra en el Anexo 9 (Planimetría). El suministro de energía de dará en 02 tramos, el primer tramo será con conductores de aluminio desnudo AAAC 3-1x35 mm² y el segundo con conductores de cobre subterráneos N2XSY, llegando hasta las 02 subestaciones. En las subestaciones estarán ubicados los tableros generales para alimentar a los tableros de distribución ubicados en diferentes ambientes. La alimentación en baja tensión será en 220 V trifásico.

5.3. Estimación de máxima demanda

Para la estimación de cargas eléctricas se consideró como cargas principales la Iluminación del campo de juego, además de ellos se respetó las cargas predefinidas por la institución.

Tabla 11 Cuadro de máxima demanda

SE y tablero	ITEM	Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)	I. DISEÑO (A)
SE-01 (TGN-01)	1.01	TD-01	28.35	0.68	19.28	22.68	59.52
	1.02	TD-02	51.66	0.65	33.58	39.50	103.68
	1.03	TD-03	41.11	0.70	28.78	33.86	88.85
	1.04	TD-04	51.16	0.65	33.25	39.12	102.67
	1.05	TD-05	27.21	0.69	18.77	22.09	57.97
	1.06	TD-06	16.07	0.74	11.89	13.99	36.72
	1.07	TD-07	21.70	0.68	14.76	17.36	45.56
	1.08	TD-08	18.80	0.73	13.72	16.15	42.37
	1.09	TD-09	20.70	0.68	14.08	16.56	43.46
	1.1	TD-10	16.07	0.74	11.89	13.99	36.72
	1.11	T-BCI-SUR	15.00	1.00	15.00	17.65	46.31
	1.12	T-BCI-OCCIDENTE	15.00	1.00	15.00	17.65	46.31
	1.13	T-BOMBA IMP SUR	2.50	1.00	2.50	2.94	7.72
	1.14	T-BOMBA IMP OCCIDENTE	2.50	1.00	2.50	2.94	7.72
	1.15	ILUMINACIÓN EXT	116.92	1.00	116.92	137.55	360.99
		SUMATORIA RESULTANTE	444.75		351.92	414.03	1086.57
		MÁXIMA DEMANDA TOTAL	F.S.	0.83	292.10	343.64	901.85
	SE y tablero	ITEM	Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)
SE-02 (TGN-02)	2.01	TD-11	31.01	0.67	20.78	24.44	64.15
	2.02	TD-12	39.09	0.66	25.80	30.35	79.66
	2.03	TD-13	35.68	0.72	25.69	30.22	79.32
	2.04	TD-14	39.31	0.66	25.94	30.52	80.10
	2.05	TD-15	28.5	0.68	19.38	22.80	59.84
	2.06	ILUMINACIÓN EXT	116.92	1	116.92	137.55	360.99
	2.07	T-BCI-NORTE	15	1	15.00	17.65	46.31
	2.08	T-BCI-ORIENTE	15	1	15.00	17.65	46.31
	2.09	T-BOMBA RIEGO	10.5	1	10.50	12.35	32.42
	2.1	T-BOMBA IMP NORTE	2.5	1	2.50	2.94	7.72
	2.11	T-BOMBA IMP ORIENTE	2.5	1	2.50	2.94	7.72
	2.12	RESERVA	90	1	90.00	105.88	277.88
		SUMATORIA RESULTANTE	426.01		370.01	435.31	1142.42
		MÁXIMA DEMANDA TOTAL	F.S.	0.83	307.11	361.30	948.21
		MÁXIMA DEMANDA TOTAL			599.20	704.95	

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos del software Dialux y datos existentes.

Corriente de diseño (I)

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \emptyset}; [A]$$

Dónde:

I : corriente de diseño (A)

P : máxima demanda 599.20 kW.

V : tensión de línea 10 kV

$\cos \emptyset$: Factor de potencia 0.85

Según los valores dados la corriente total será de $I = 40.7 A$

5.4. Flujo de carga

Descripción de la topología del sistema eléctrico

El estudio del Sistema Eléctrico para el Proyecto del Estadio se diseñó en el software ETAP 16.0 basado en los diagramas unifilares del proyecto actualizado, según se aprecia en la Fig. 23, esta topología fue conectada a una red equivalente creada con las corrientes de corto circuito (Icc) y relación X/R trifásica, a fin de realizar las simulaciones del caso de estudio.

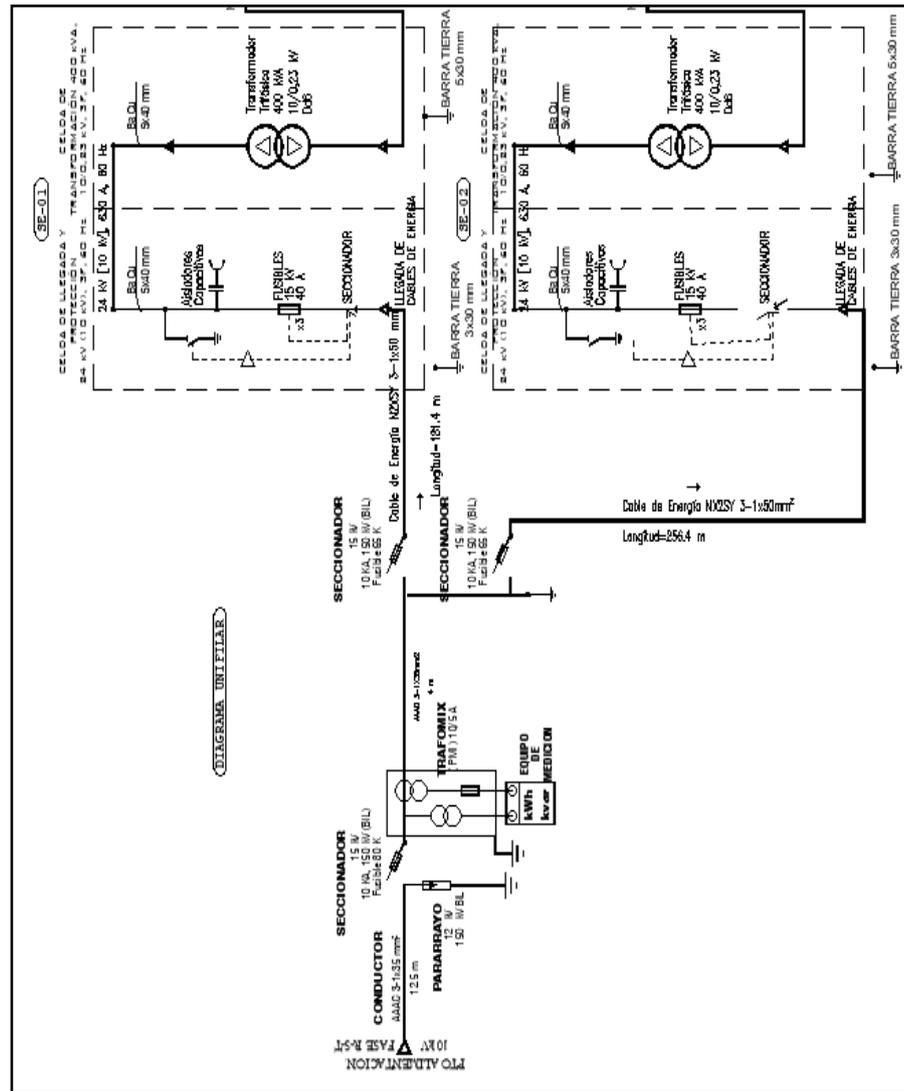


Figura 23 Diagrama unifilar del complejo deportivo
Fuente: Expediente primigenio

5.4.1. Determinación de parámetros eléctricos

Alimentadores de Media Tensión

Con referencia al diagrama unifilar de la figura 23 se identifican (04) tramos de alimentadores en una tensión de 12 kV. En tal sentido, en la Tabla 12 se presentan los datos técnicos más relevantes de cada conductor.

Resistencia Eléctrica de Conductores de Media Tensión

Considerando la temperatura de trabajo del conductor, se tiene:

$$R_{75^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C}[1 + \alpha(T_2 - T_1)] \Omega/km$$

Dónde:

$R_{75^{\circ}C}$: Resistencia final a 75°C (Ω /km).

$R_{20^{\circ}C}$: Resistencia inicial a 20°C (Ω /km).

α : Coeficiente de dilatación térmica a 20°C

Los valores de resistencia de operación se calcularon dentro del programa Etap y las reactancias inductivas se consideraron a partir de las tablas del fabricante.

Tabla 12 Datos de alimentadores de media tensión

Conductores	α (1/°C)	$R_{20^{\circ}C}$ (Ω /km)	$R_{75^{\circ}C}$ (Ω /km)	X_L (Ω /km)	Longitud
AAAC 3-1x35 mm²	0,0036	0.876	1.05	0.394	12.5 m
AAAC 3-1x35 mm²	0,0036	0.876	1.05	0.394	4 m
N2XSY 3- 1x50 mm²	0,0039	0,387	0.471	0,152	181.4 m
N2XSY 3- 1x50 mm²	0,0039	0,387	0.471	0,152	256.4 m

Fuente: Datos técnicos de conductores eléctricos INDECO

5.4.2. Cálculo de la capacidad del transformador

Para el cálculo de capacidad de transformador se tomó en cuenta: las cargas instaladas y proyectadas por cada sub-tablero, factor de simultaneidad variable según cantidad de sub - tableros y factor de potencia 0.85.

Las potencias aparentes serán de 343.64 y 361.30 kVA en cada circuito.

Por lo tanto, la potencia de los (02) transformadores seleccionado será de 400 kVA $10 \pm 2 \times 2,5\% / 0,23$ kV.

Selección de Capacidad del Transformador Mixto

Principalmente consiste en determinar la transformación de corriente dada por:

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} * V_n} = \frac{800}{\sqrt{3} * 10} A; \text{ en } [A] \rightarrow I_n = 46 A$$

Seleccionamos la corriente nominal primario comercial de 50 A, el secundario es 5 A.

Por lo tanto, la relación de transformación será de 50/5 A.

Cálculo de la Capacidad de Interruptores Termomagnéticos Generales

La corriente de sobrecarga del interruptor principal está dada por:

$$I_{xBT} = 1,15 * I_{nBT}$$

Y la corriente nominal del transformador en el secundario es:

$$I_{nBT} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * V_{nBT}} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0.220} A = 1 050 A$$

Por lo tanto: $I_{xBT} = 1 207 A$

El interruptor comercial seleccionado será del tipo automático de 1250 A (regulable).

5.4.3. Análisis del flujo de carga

Para el análisis de flujo de carga se considerará la máxima demanda calculada de las cargas, desde las SET proyectadas hasta el punto de diseño.

Diagramas de Cálculos de Caída De Tensión y Flujo de Potencia

A continuación, se muestra la figura 24 en donde se incluyen los resultados obtenidos en cálculos de caída de tensión y del flujo de potencia.

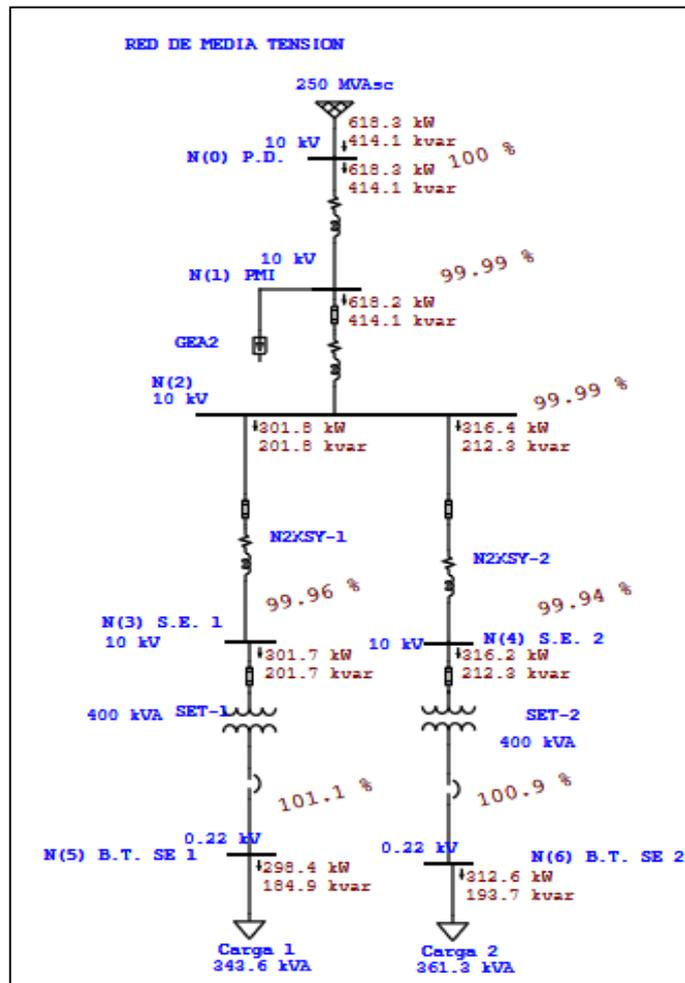


Figura 24 Modelado de la Red Primaria en Etap
Fuente: Elaboración propia

Resultados Obtenidos a Partir del Flujo de Potencia

Tabla 13 Resultados del flujo de Potencia en ETAP

Barra		Tensión		Generación		Carga		Flujo de carga			
ID	kV	%Mag.	Áng.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	I (A)
N (0) P.D.	10.00	100.000	0	0.618	0.414			N (1) PMI	0.618	0.414	43.0
N (1) PMI	10.00	99.99	0					N (0) P.D.	-0.618	-0.414	43.0
								N (2)	0.618	0.414	43.0
N (2)	10.00	99.987	0					N (3) S.E. 1	0.302	0.202	21.0
								N (4) S.E. 2	0.316	0.212	22.0
								N (1) PMI	-0.618	-0.414	43.0
N (3) S.E. 1	10.00	99.955	0					N (2)	-0.302	-0.202	21.0
								N (5) B.T. SE 1	0.302	0.202	21.0
N (4) S.E. 2	10.00	99.940	0					N (2)	-0.316	-0.212	22.0
								N (6) B.T. SE 2	0.316	0.212	22.0
N (5) B.T. SE 1	0.22	101.078	-2			0.298	0.185	N (3) S.E. 1	-0.298	-0.185	911.2
N (6) B.T. SE 2	0.22	100.889	2.1			0.313	0.194	N (4) S.E. 2	-0.313	-0.194	956.6

Los valores de la tabla anterior representan el comportamiento de las Redes eléctricas desde el punto de diseño hasta las subestaciones proyectadas.

La tabla 13 muestra los resultados de las potencias activas, reactivas y tensiones en las barras de media y baja tensión, en donde se puede observar que dichas barras se encuentran en los límites permitidos por las Norma Técnica de Calidad de Servicio Eléctrico (NTCSE) y mencionados en los criterios de diseño. Por ello se observa que todas las barras del sistema de distribución se encuentran dentro de los valores aceptables ya que la mayor caída de tensión es de 99.94 % en el N (4) S.E. 2. Además de ello no presentan exceso de carga.

Pérdidas de Potencia

Se expresa por:

$$P_p = \frac{P^2 * r_1 * L}{1000 * V_L^2 * \cos^2 \phi}; \text{ en kW}$$

Dónde:

P : Demanda de potencia, en kW

r1 : Resistencia del conductor a la temperatura de operación, en Ohm/km

L : Longitud del circuito o tramo del circuito, en km

V_L : Tensión entre fase, en kV

$\cos \phi$: factor de potencia, 0.85

Tabla 14 Resultados en ETAP de pérdidas de potencia.

ID Ramal	Flujo Origen-Destino		Flujo Destino-Origen		Pérdidas		% Tensión Barra	
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	Origen	Destino
AAAC-1	0.618	0.414	-	-	0.1	0.0	100.0	100.0
AAAC-2	0.618	0.414	-	-	0	0.0	100.0	100.0
N2XSY-1	0.302	0.202	-	-	0.1	0.0	100.0	100.0
N2XSY-2	0.316	0.212	-	-	0.2	0.0	100.0	99.9
SET-1	0.302	0.202	-	-	3.3	16.8	100.0	101.1
SET-2	0.316	0.212	-	-	3.6	18.5	99.9	100.9
TOTAL					7.3	35.5		

Fuente: Elaboración propia, resultados en ETAP de pérdida de potencia.

Cuadro resumen de pérdidas de potencia globales

Desde Área/Zona	Pérdidas P [kW]	Pérdidas Q [kvar]	Pérdidas [%]
Red	182,95	551,87	3,06
ELPU	182,95	551,87	3,06
Resto	171,74	505,13	2,87
Proyecto	7.3	35.5	1,22

Se concluye que la pérdida de potencia en la zona del proyecto es 1,22% menor a 3,0%, por lo cual, los conductores seleccionados son aceptables.

5.4.4. Calculo de caída de tensión

Tolerancias admitidas a tensiones y potencias

Máxima caída de tensión	=	±5%
Máxima pérdida de potencia	=	3,0%
Máxima pérdida de energía	=	1,5%

A.- Factor de Caída de Tensión (FCT)

$$FCT = R + X_L * \tan \phi \text{ } [\Omega/km]$$

Dónde:

R : resistencia eléctrica del conductor Ω/km

X_L : Reactancia inductiva equivalente Ω/km

ϕ : ángulo de fase

Este valor forma parte cálculos internos del software Etap.

La caída de tensión producida en la línea, en función del momento eléctrico $P*L$, viene dada por:

$$\% \Delta V_{3\phi} = \frac{P * L}{10 * V^2} * FCT$$

Dónde:

$\% \Delta V$: porcentaje de caída de tensión. Se aceptará si la caída de tensión es menor que el $\pm 5\%$.

P : Demanda de potencia (máxima demanda) (kW)

L : longitud del tramo (km)

V : tensión nominal (kV)

RESULTADOS:

Con el software Etap, obtenemos los siguientes valores en porcentaje de caída de tensión:

Tabla 15 Resultado de cálculo de caída de tensión

Nombre	V [%]	Δv [%]
N-0 (PD)	100	0
N-1 (PMI)	99.99	0.01
N-2	99.98	0.02
N-3 (SE01)	99.95	0.05
N-4 (SE02)	99.94	0.06

Fuente: Elaboración propia a partir de software ETAP

Por tanto, se concluye que la caída de tensión en el nodo más crítico de la subestación (N4 (SE-02)) es 0.06 % menor a $\pm 5\%$, por lo cual, los conductores seleccionados son aceptables.

5.5. Elección de proyectores

5.5.1. Proyector Led BVP427 BV

Por los beneficios que presenta, garantías y marca tan prestigiosa que los fabrica se eligió los proyectores LED Philips BVP427 BV, los cuales son una solución compatible con los últimos estándares de transmisión de TV. Además de ello son diseñado exclusivamente para lugares deportivos y polivalentes, ofreciendo una calidad de luz excepcional.

Los proyectores led Philips BVP427, son compatibles con el sistema de iluminación LED Philips Arena Visión.

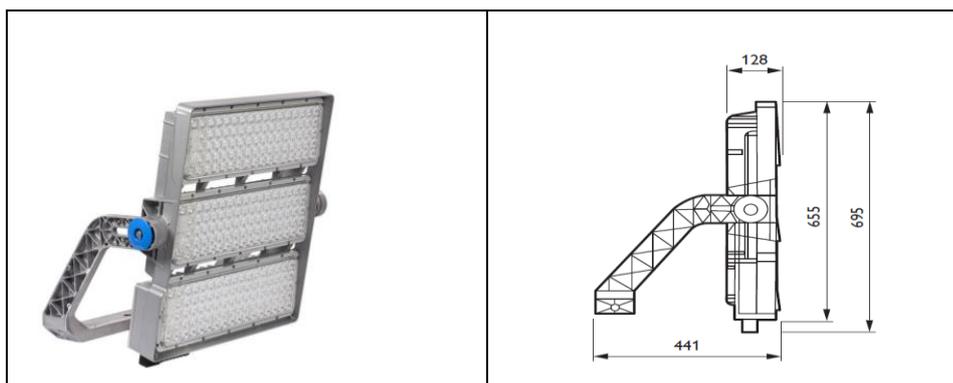


Figura 25 Projectores led LED Philips Arena Visión BVP427 BV.

Fuente: Datos técnicos del Proyector catálogo de PHILIPS

Tabla 16 Características principales del proyector Led BVP427 BV

MODELO	FLUJO L. (Lm)	POTENCIA (Kw)	CANTIDAD (Und.)	EFICIENCIA L.	IK
PHILIPS BVP427- LED	195000	1.58	148	123.4	08
	F. P	I.P	TENSIÓN	VIDA UTIL (L80B10)	NORMATIVA
	0.95	66	220V/400V	50000 h	IEC EN60598

Fuente: Datos Técnicos del Proyector Led - Catálogo de PHILIPS

5.6. Sistema de iluminación Arena Visión Led Gen 3

El sistema de iluminación LED Philips Arena Visión es una solución innovadora de iluminación de campo LED que admite los últimos estándares de transmisión de TV. Diseñado exclusivamente para lugares deportivos y polivalentes, Arena Visión LED ofrece una calidad de luz excepcional, una gestión térmica eficaz y una larga vida útil.

Cuando se combina con aplicaciones de control como el sistema de gestión de iluminación Interact Sports, Arena Visión LED puede simplificar la entrega de la iluminación adecuada mediante la programación o mediante ajustes en tiempo real y puede usarse para crear espectáculos de luces personalizados antes, durante y después del evento principal.

Los beneficios que presentan son máxima flexibilidad de diseño para adaptarse a diferentes arquitecturas de estadio y alta calidad de

iluminación, que cumple con los estándares internacionales de transmisión para cualquier tipo de deporte. Mientras ofrece la máxima salida de luz, el reflector tiene un excelente sistema de gestión térmica, que en combinación con su bajo peso y clasificación IP66 ayuda a maximizar la vida útil y minimizar los costos de mantenimiento tanto para las nuevas instalaciones construidas como para las modificaciones.

Cuenta con un controlador DMX de alta potencia con clasificación IP66 permite que Arena Visión LED se conecte al sistema de gestión de iluminación Interact Sports, lo que permite la gestión remota de la luz y la creación de espectáculos de luces dinámicas.

5.6.1. Interact sports

Interact Sports es una plataforma de software y arquitectura de sistemas. Le permite gestionar toda la iluminación desde un solo panel de software. Interact Sports constituye una base idónea para crear estadios inteligentes y mejorar la experiencia de los aficionados, porque permite iluminar el terreno de juego y crear espectáculos lumínicos dinámicos, sus principales características son:

Gestión de la Iluminación

Supervisa y controla fácilmente la iluminación conectada en todas las áreas del estadio. Ofrece un panel único con datos en tiempo real para disfrutar de un rendimiento óptimo de la luz en partidos, espectáculos de entretenimiento o competiciones.

Administración de escenas

La función de administración de escenas de Interact Sports le permite usar una aplicación o el panel para gestionar la luz tanto en el interior del estadio como en la arquitectura exterior.

5.7. Procedimiento de diseño en software dialux

1. Creamos un nuevo proyecto e Importamos el plano primigenio en 2D de AUTOCAD, como se puede ver en la Fig. 26

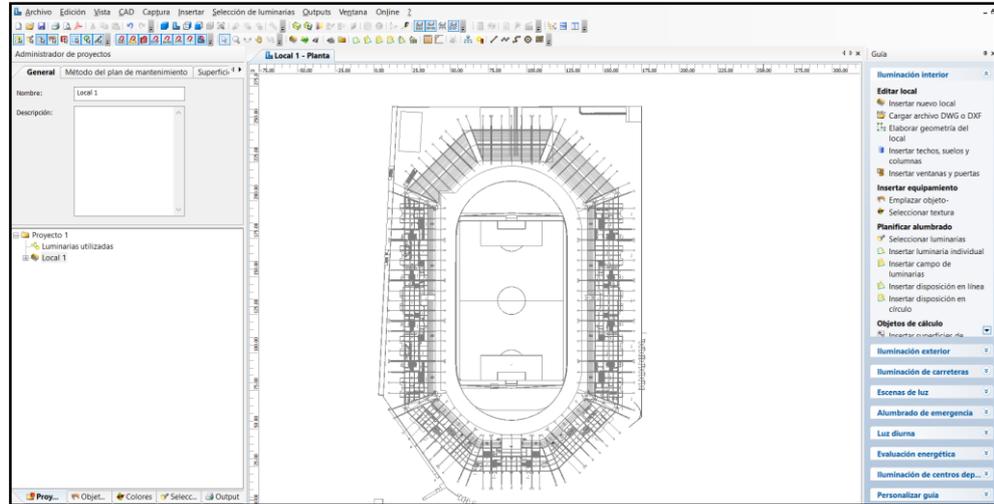


Figura 26 Exportación del Plano AutoCAD a Dialux

2. Insertamos 01 escena exterior, con medidas de 108x72 m.

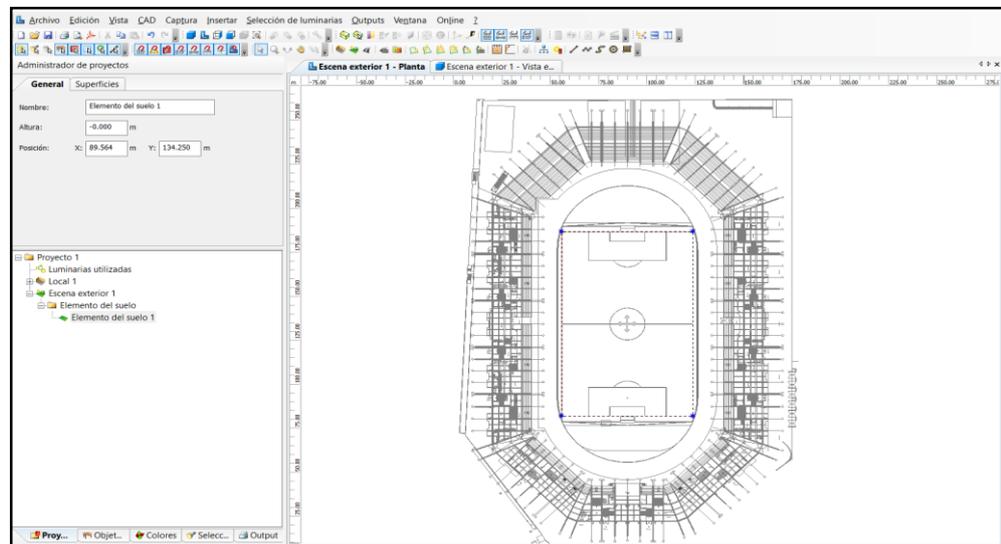


Figura 27 Creación de escena exterior en Dialux

3. Insertamos 01 centro deportivo, con medidas de superficie principal de 105x68 m.

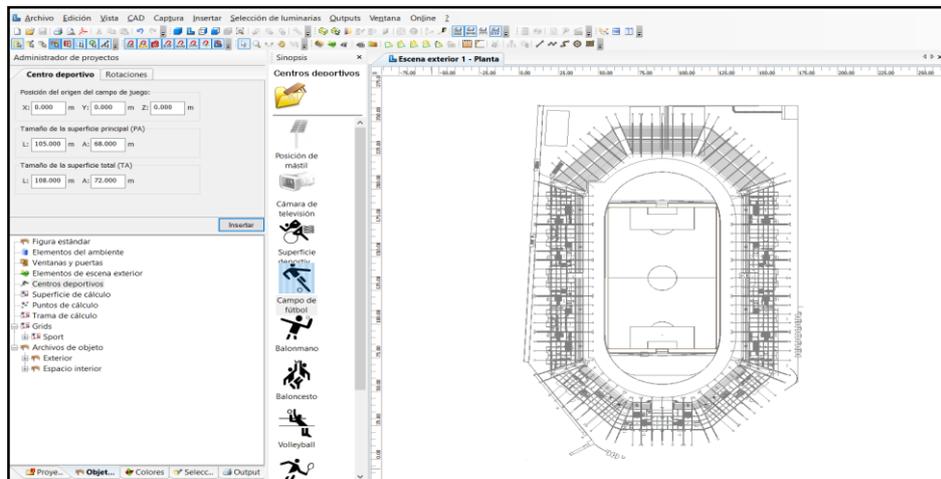


Figura 28 Creación de centro deportivo de 105x68 m en Dialux

4. En la opción color, le damos la tonalidad verde césped, como se puede ver en la Fig. 29

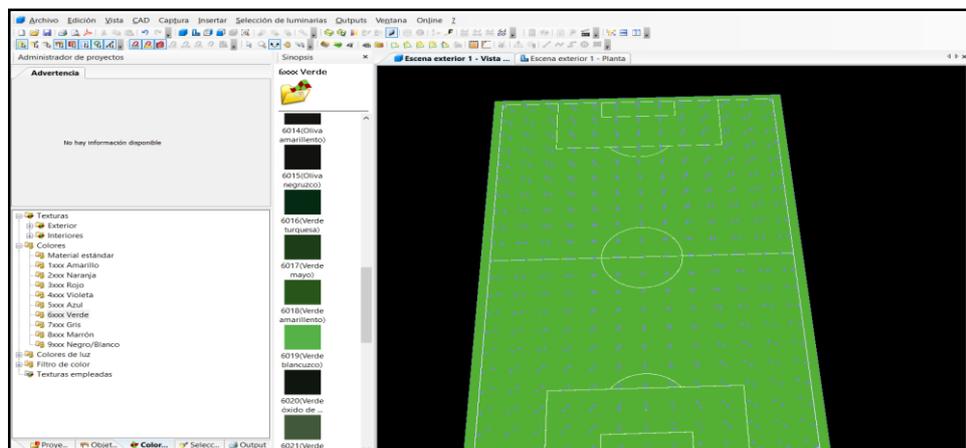


Figura 29 Elección del color verde césped en Dialux

5. Selección de luminarias

Utilizaremos la luminaria BVP427, con tres fotometrías distintas.

La 1º fotometría S4/5 presenta un haz de intensidad luminosa estrecha y extensa, para abarcar distancias largas y contribuir a lograr una uniformidad horizontal y vertical aceptable.

La 2ª fotometría S5/5 presenta un haz intensidad luminosa media más recortada, para abarcar distancias medianas; esta luminaria permitirá evitar el deslumbramiento en los deportistas en la zona media de las tribunas.

La 3ª fotometría S6/5 presenta un haz intensidad luminosa más abierta y recortada, para abarcar distancias cortas y puntuales; este modelo permitirá iluminar zonas más cercanas a las tribunas.

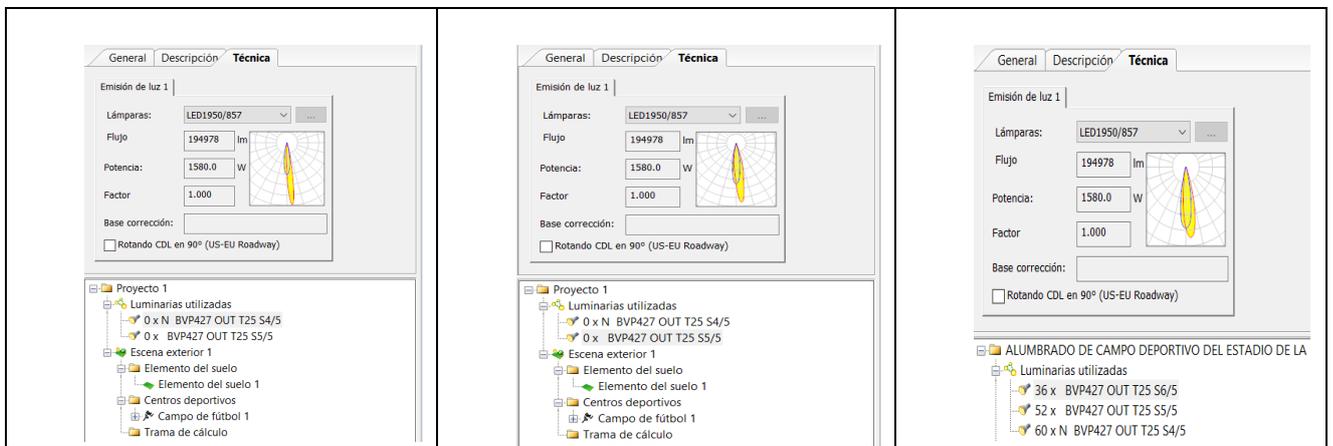


Figura 30 Selección de fotometrías S4/5, S5/5, S6/5

6. Se inserta el observador GR, será ≤ 50 , como se puede ver en la Fig. 31

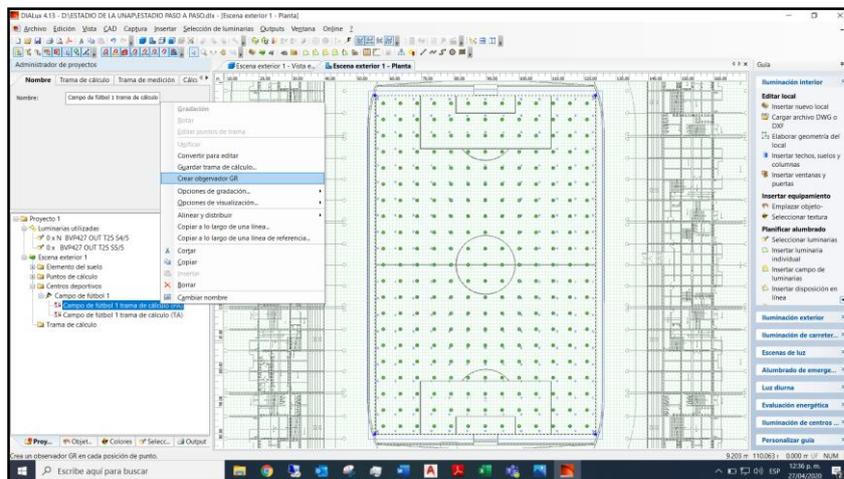


Figura 31 Creación de observadores GR en Dialux

5.8. Distribución de luminarias alrededor del campo de juego

5.8.1. Altura de instalación de luminarias laterales

Según las recomendaciones FIFA, vistas en el capítulo anterior, Altura de montaje de los aparatos de alumbrado - clase IV y clase V, indica que la geometría de la altura de montaje para los bastidores de luminarias laterales y/o postes es de 25 grados hacia la base de la fuente luminosa más baja sobre el horizonte, medidos desde el centro del campo mirando hacia las tribunas. Esto se expresa en la siguiente fórmula.

$$Tg(\theta) = \frac{h}{d}$$

Donde:

θ : Angulo de zona no iluminada (25 °)

h : Altura de montaje de luminarias en zonas laterales

d : Distancia comprendida desde la mitad del campo de juego (distancia paralela) hasta el punto de instalación de luminarias laterales. (45 m).

Entonces:

$$h = Tg(\theta).d$$

$$h = Tg(25).45 = 20.98 \approx 21m$$

El recinto deportivo cuenta con 02 estructuras metálicas de techo en las tribunas oriente y occidente, con alturas de 19m aproximadamente. Estas estructuras servirán de soporte para la instalación de (48) luminarias a una altura de 21 m, como se pueden ver en la figura 32.

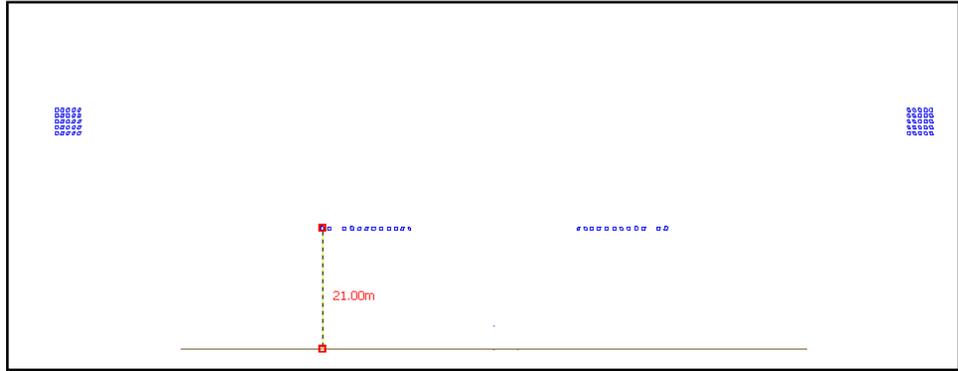


Figura 32 Altura de instalación lateral de luminarias en software Dialux

5.8.2. Zonas críticas para la instalación de luminarias

a. Zona lateral

Según el gráfico de Zona de las esquinas de la línea de meta, establecido por FIFA. La norma indica que, no se colocará iluminación dentro de los 10 grados a ambos lados de la línea de meta, como se puede ver en la figura 33.

$$Tg(\theta) = \frac{d_p}{d_1}$$

Donde:

θ : Angulo de zona no iluminada (10 °)

d_p : Distancia a calcular (zona de no instalación de luminarias)

d_1 : Distancia comprendida desde la mitad del campo de juego (distancia paralela) hasta el punto de instalación de luminarias laterales. (62.03m).

Entonces:

$$d_p = Tg(\theta).d_1$$

$$d_p = Tg(10).62.03 = 10.93 \text{ m} \approx 10.9\text{m}$$

b. Zonas sur y norte

La norma nos indica que, no se colocará iluminación dentro de los 20 grados a ambos lados de la línea de meta, como se puede ver en la figura 33, esto se expresa en la siguiente fórmula.

$$Tg(\theta) = \frac{d_p}{d_2}$$

Donde:

θ : Angulo de zona no iluminada (20 °)

d_p : Distancia a calcular (zona de no instalación de luminarias)

d_2 : Distancia comprendida desde la línea del área grande hasta el punto de instalación de luminarias transversales (20.93m).

Entonces:

$$d_p = Tg(\theta).d_1$$

$$d_p = Tg(20).20.93 = 7.62 \text{ m} \approx 7.6\text{m}$$

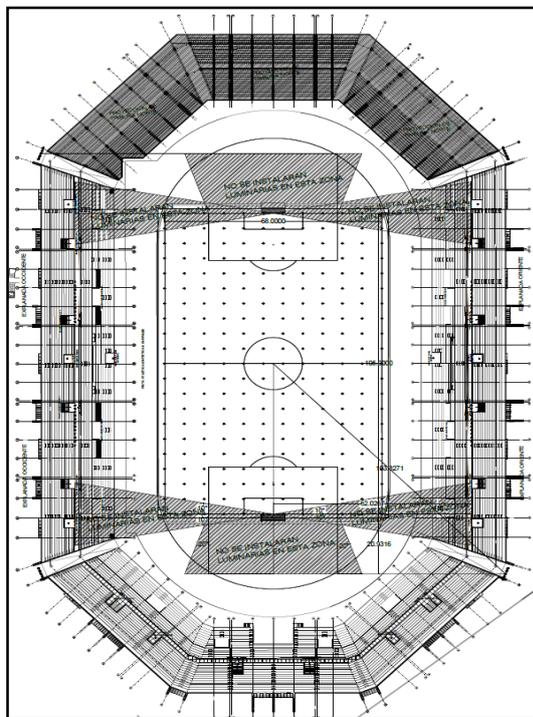


Figura 33 Zonas críticas para la instalación de luminarias
Fuente: Elaboración propia

5.9. Cálculo de altura de torres de iluminación

La norma nos indica que, de instalarse luminarias en las esquinas, los ángulos de inclinación no serán menores a 20° y 30° grados sobre la línea media del campo de futbol, esto se expresa en la siguiente fórmula.

$$Tg(\theta) = \frac{h}{d}$$

Donde:

θ : Angulo mínimo de instalación (20 °)

h: altura de instalación de luminarias

d: Distancia comprendida desde la línea media del campo de juego hasta la torre de iluminación (103.33 m). cómo se puede ver en la Fig. 34

Entonces:

$$h = Tg(\theta).d$$

$$d_p = Tg(20).103.33 = 37.61$$

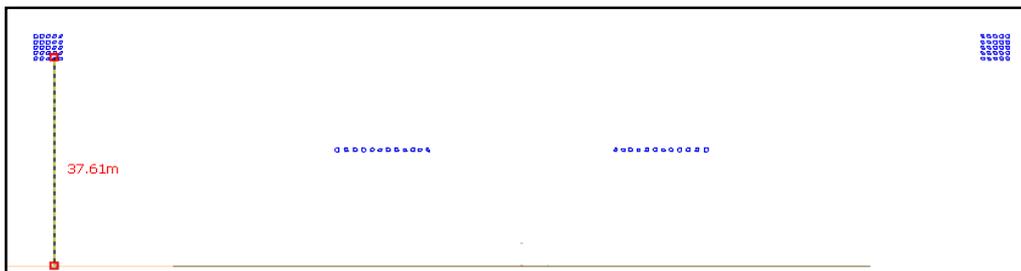


Figura 34 Altura de instalación de torres de Iluminación
Fuente: Elaboración propia

Para la disposición de luz de inundación, una vez calculadas las alturas de instalación de las luminarias se distribuye y ubica las mismas en forma de disposición de luz de inundación simétricamente sobre los mástiles en el plano de trabajo y se modifica la posición de estas desde la tabla de luces de inundación.

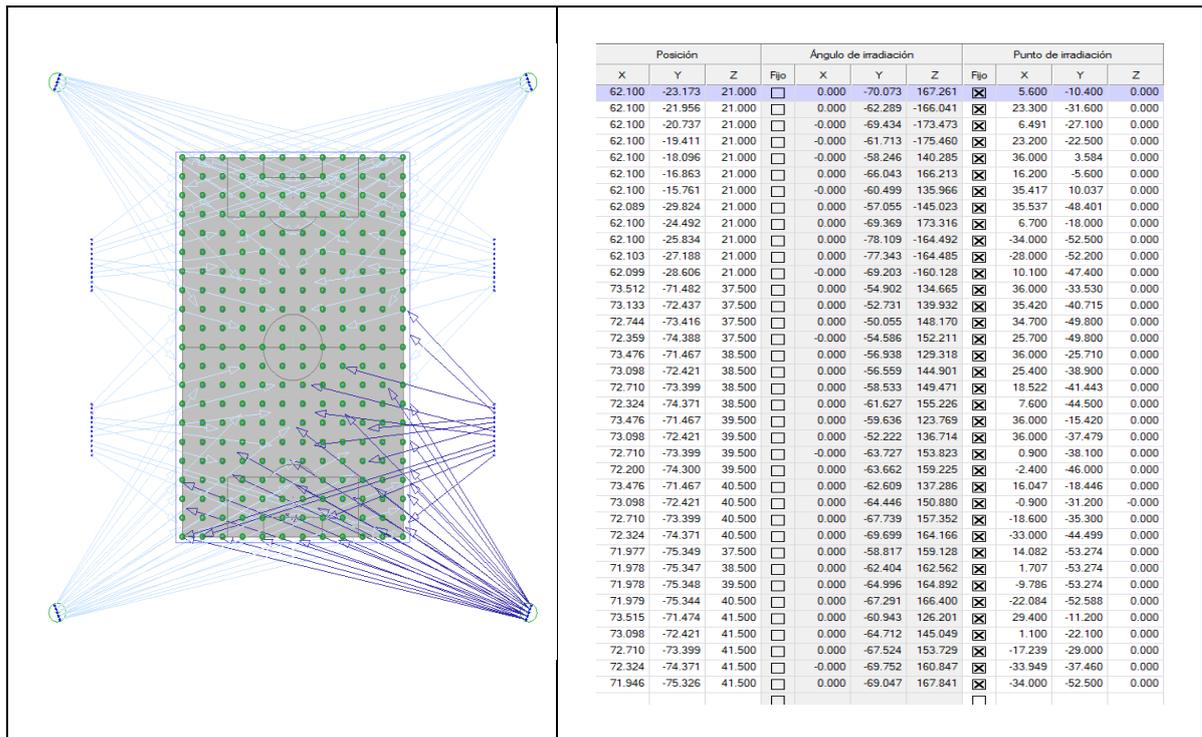


Figura 35 Distribución de luminarias en el plano de trabajo
Fuente: Elaboración propia

5.10. Resumen de resultados obtenidos

Se adjunta el informe con los cálculos más relevantes en el Anexo 01, Informe Dialux.

5.10.1. Datos de planificación

Tamaño:(105.000 m,68.000 m)

Tabla 17 Sumario de los resultados luminotécnicos de Dialux

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m	E_{min}/E_{max}	$E_{h m}/E_m$
1	Perpendicular	1129	911	1291	0.81	0.71	/
2	horizontal	1129	911	1291	0.81	0.71	/
3	vertical, 0.0°	1302	853	1717	0.66	0.50	0.87

$E_{h m}/E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Tabla 18 Resumen de flujos luminosos y potencias totales

N°	Pieza	Designación (F.C)	F (Luminaria) [lm]	F(Lámparas) [lm]	P [KW]
1	60	BVP427 OUT T25 S5/5 (1)	151 854	194978	1.58
2	28	BVP427 OUT T25 S6/5 (1)	152 671	194978	1.58
3	60	N BVP427 OUT T25 S4/5 (1)	151 298	194978	1.58
		Total	22463909	28856744	233.840

Fuente: Elaboración propia resultados en software Dialux.

Lista de luminarias para utilizarse

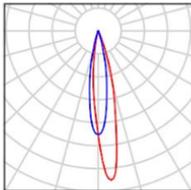
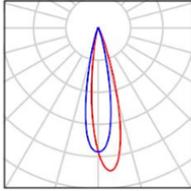
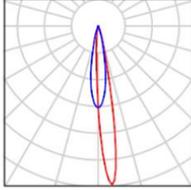
60 Pieza	<p>BVP427 OUT T25 S5/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 151854 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	
28 Pieza	<p>BVP427 OUT T25 S6/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 152671 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	
60 Pieza	<p>N BVP427 OUT T25 S4/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 151298 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 94 98 100 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).</p>	<p>Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.</p>	

Figura 36 Lista de luminarias a utilizarse en el proyecto
 Fuente: Elaboración propia.

Resultados de Isolíneas (E, horizontal)

E_m [Ix]	E_{min} [Ix]	E_{max} [Ix]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1129	911	1291	0.81	0.71

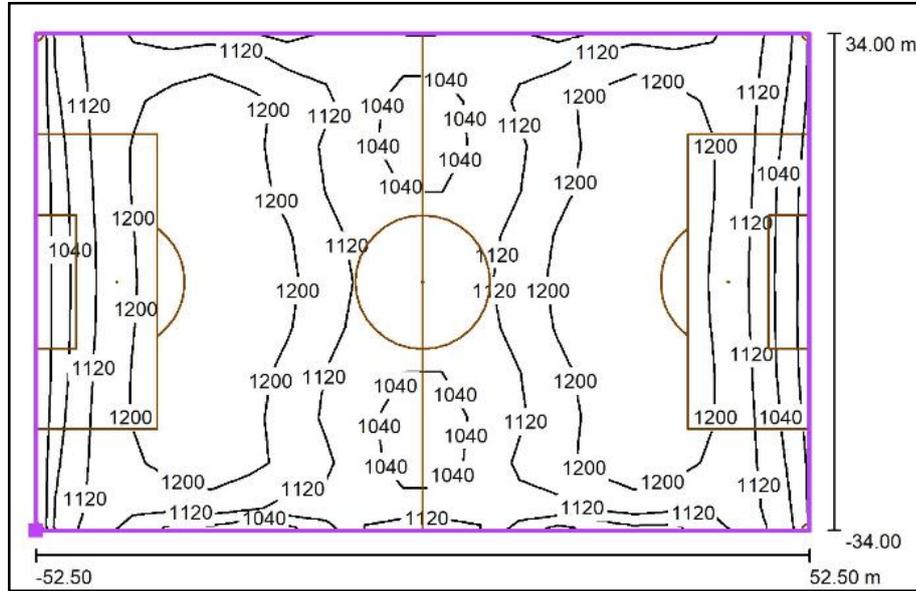


Figura 37 Resultado de Isolíneas en el plano horizontal
Fuente: Elaboración propia

Resultados de Isolíneas (E, Vertical)

E_m [Ix]	E_{min} [Ix]	E_{max} [Ix]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1302	853	1717	0.66	0.5

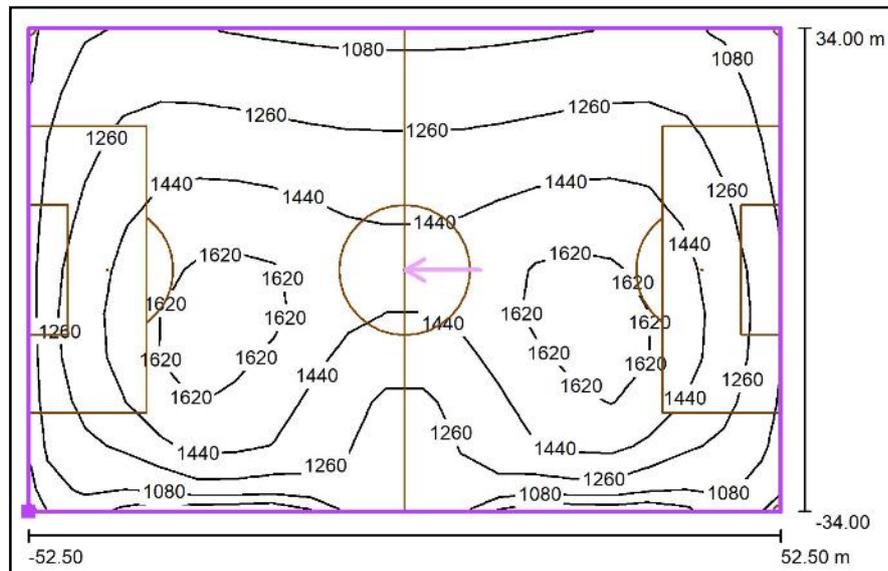


Figura 38 Resultado de Isolíneas en el plano vertical
Fuente elaboración propia.

Tabla 19 Sumario resumen de resultados del observador GR

N°	Designación	Posición (m)			Área del ángulo visual [°]				GR
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclinación	
1	Observador GR 1	34	-52.5	1	0	360	15	-3	48
2	Observador GR 2	34	-47.25	1	0	360	15	-3	48
3	Observador GR 3	34	-42	1	0	360	15	-3	48
4	Observador GR 4	34	-36.75	1	0	360	15	-3	48
5	Observador GR 5	34	-31.5	1	0	360	15	-3	48
6	Observador GR 6	34	-26.25	1	0	360	15	-3	48
7	Observador GR 7	34	-21	1	0	360	15	-3	48
8	Observador GR 8	34	-15.75	1	0	360	15	-3	48
9	Observador GR 9	34	-10.5	1	0	360	15	-3	48
10	Observador GR 10	34	-5.25	1	0	360	15	-3	48

Fuente: Elaboración propia

5.10.2. Resultados rendering en 3d



Figura 39 Rendering (procesado) en 3D
Fuente: Elaboración propia

5.10.3. Resultados en colores falsos

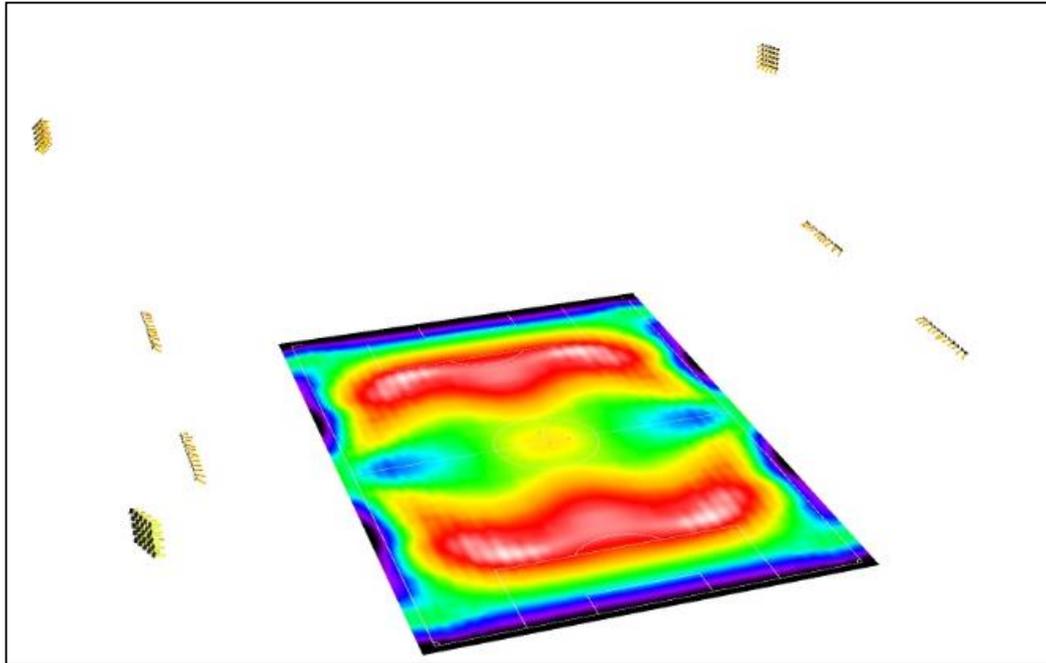


Figura 40 Rendering (procesado) de colores falsos y 3D
Fuente: Elaboración propia

Se concluye que:

A) La iluminación media vertical exigida por CONMEBOL en su artículo 41 (Sistemas De Iluminación Artificial Para Retransmisiones Televisivas) es de 1300 Lux y basándonos en los cálculos realizados del proyecto actualizado, tenemos que dicho valor se cumple con 1302 lux.

B) La uniformidad es un dato importante ya que el fútbol es un deporte de gran velocidad, por lo que basándonos en los resultados se concluye que la iluminación del proyecto actualizado cumple satisfactoriamente las exigencias exigidas por FIFA para estadios Clase III, con valores aceptables de U2 vertical (E_{min}/E_m) 0.66 y U2 horizontal (E_{min}/E_m) 0.81.

C) El índice de deslumbramiento según normativa FIFA es $GR \leq 50$ para los jugadores dentro del campo de juego, dicho valor se satisface con el estudio realizado.

5.11. Especificaciones técnicas de los principales materiales y equipos empleados

Las especificaciones técnicas tienen por objeto corroborar las normas generales y cubren aspectos genéricos de las especificaciones técnicas particulares para el suministro de los diferentes materiales y equipos electromecánicos, relacionados a su fabricación en lo que se refiere a calidad, seguridad y garantía de durabilidad, normados por el Código Nacional de Electricidad.

5.11.1. Lista de luminarias a utilizarse

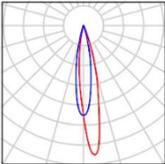
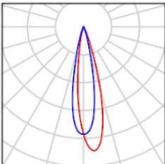
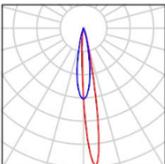
60 Pieza	BVP427 OUT T25 S5/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 151854 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
28 Pieza	BVP427 OUT T25 S6/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 152671 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	
60 Pieza	N BVP427 OUT T25 S4/5 N° de artículo: Flujo luminoso (Luminaria): 151298 lm Flujo luminoso (Lámparas): 194978 lm Potencia de las luminarias: 1580.0 W Clasificación luminarias según CIE: 100 Código CIE Flux: 94 98 100 100 78 Lámpara: 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).	Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.	

Figura 41 Lista de luminarias a utilizarse en el proyecto
Fuente: Elaboración propia

5.12. Metrado y presupuesto de instalación de luminarias

Se consideró la instalación de 148 luminarias Led, reemplazando a las 76 luminarias de Halogenuro metálico planteadas inicialmente. La Tabla 20 representa los costos referenciales unitarios de instalación de luminarias (solo ubicación de luminarias y conexionado final).

Tabla 20 Precios unitarios de instalación de luminarias.

Partida N°: 1	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS				
Descripción:	UBICACIÓN Y CONEXIONADO DE LUMINARIAS				
Rendimiento:	25	Luminarias por día			
		Unid.	Cant.	Precio Unitario (\$/.)	Precio Parcial (\$/.)
Materiales					
1	Materiales varios (Soga, estrobo, etc)	H.M	5%	15.75	0.79
				Sub Total (\$/.)	0.79
Mano de Obra					
1	Ingeniero Electricista	H.H	0.32	11.75	3.76
1	Capataz	H.H	0.32	7.17	2.29
4	Operarios	H.H	1.28	5.51	7.06
2	Peones	H.H	0.64	4.11	2.63
				Sub Total (\$/.)	15.75
Equipos y Herramientas					
1	Manlift	H.M	0.32	20	6.4
1	Herramientas 5% mano de obra	H.M	5%	15.75	0.79
				Sub Total (\$/.)	7.19
				Total (\$/.)	23.72

Fuente: Costos Unitarios de Instalación de luminarias, elaboración propia.

Las tablas 21 y 22 representan los costos totales de suministros e instalación de luminarias convencionales y tipo Led respectivamente.

Tabla 21 Costo total de suministro e instalación de L. convencionales

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	Precio Unitario (\$/.)	CANT.	Precio Parcial (\$/.)
1.00	SUMINISTRO DE LUMINARIAS CONVENCIONALES				
1.01	LUMINARIA PHILIPS MVF403	und.	1215	76	92303.52
1.02	LAMPARAS MASTER MHN-SA 2000W	und.	120	76	9120.00
1.03	ACCSESORIOS MECÁNICOS ELÉCTRICOS	und.	10	76	760.00
				Sub Total (\$/.)	102,183.52
2.00	MANO DE OBRA				
2.01	INSTALACIÓN DE LUMINARIAS MVF403	und.	23.72	76	1802.72
				Sub Total (\$/.)	1802.72
				Total (\$/.)	103,986.24

Fuente: Cotización de luminarias MVF403, elaboración propia.

Tabla 22 Costo total de suministro e instalación de luminarias Led

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	Precio Unitario (\$/.)	CANT.	Precio Parcial (\$/.)
1.00	SUMINISTRO DE LUMINARIAS LED				
1.01	LUMINARIA PHILIPS BVP427-LED	und.	2000	148	296 000.00
				Sub Total (\$/.)	296,000.00
2.00	MANO DE OBRA				
2.01	INSTALACIÓN DE LUMINARIA PHILIPS BVP427-LED	und.	23.72	148	3510.62
				Sub Total (\$/.)	3510.62
				Total (\$/.)	299,510.62

Fuente: Cotización de luminarias BVP427-LED, Empresa SONEPAR PERU S.A.C.

Se observa un incremento económico considerable en la nueva propuesta con tecnología led respecto a la iluminación

convencional, esto debido a la adición de luminarias Led para alcanzar los niveles de iluminación requeridos por la normativa FIFA y CONMEBOL, siendo este 1300 Lux verticales.

CAPÍTULO VI

ANÁLISIS COMPARATIVO DE RESULTADOS

Una vez obtenidos los cálculos luminotécnicos y eléctricos en el capítulo anterior, se presenta a continuación el análisis de resultados en forma comparativa entre el proyecto de iluminación exterior primigenio y el actualizado.

El análisis comparativo se distribuye en cuatro secciones a lo largo del capítulo. En la primera se hace referencia a los resultados de cálculos de iluminación exterior, con lo cual se puede estimar el nivel de iluminación necesaria óptimo para recintos deportivos profesionales. En la segunda sección del capítulo se presenta el análisis de los sistemas de iluminación y luminarias empleados para los 02 casos de estudio.

En la tercera sección se hace referencia a la instalación de luminarias alrededor del campo de juego y por último la cuarta sección referirá al análisis de carga eléctrica estimada en cada caso, teniendo como premisa que la carga principal es la iluminación del gramado de juego.

6.1. Análisis y comparación de resultados luminotécnicos

Considerando que el diseño arquitectónico del estadio tiene una capacidad de poco más de 26 mil espectadores, lo que representa una limitante para que el estadio sea considerado en partidos internacionales (Estadios Clase V), según lo establece la nueva normativa FIFA, en su edición 2011, indicando que para grandes partidos internacionales el estadio debe tener una capacidad mínima de 30,000 plazas.

No obstante, el reglamento de CONMEBOL en su Art. 45, establece que excepcionalmente, dicha institución podrá autorizar la realización de partidos internacionales en estadios con un aforo menor de 35.000 espectadores, tal cual se da en la actualidad en algunos recintos deportivos de nuestro país, siempre y cuando cumplan el nivel de iluminación vertical mínimo de 1300 lux establecido en su Art. 41, además de cumplir las normativas de seguridad y confort para los deportistas y espectadores.

Para efectos de comparación entre los diferentes resultados luminotécnicos, este análisis se basa específicamente en el nivel de iluminación requerido por las normativas vigentes de iluminación de estadios profesionales FIFA Clase III y CONMEBOL Art. 41. Es decir, toma especificaciones luminotécnicas de ambas normativas a fin de cumplir los estándares requeridos. La Tabla 23 muestra los valores luminotécnicos obtenidos con apoyo del software Dialux.

Tabla 23 Comparación de resultados luminotécnicos

	Proyecto actualizado	Proyecto Primigenio	Exigencias FIFA Clase III y CONMEBOL
Modelo	PHILIPS BVP427-LED	PHILIPS MVF403	
Iluminación media Horizontal Em (Lux)	1129	871	750
Iluminación media Vertical Em (Lux)	1302		1300
Uniformidad Horizontal 1 Emín/Emáx	0.71	0.44	0.5
Uniformidad Horizontal 2 Emin/Em	0.81	0.71	0.7
Uniformidad Vertical 1 Emín/Emáx	0.5		0.5
Uniformidad Vertical 2 Emín/Em	0.66		0.65
Deslumbramiento Observador (GR)	< 50	< 50	< 50

Fuente: Elaboración propia

Por lo que, con los datos que se muestra en la tabla 23 se tiene que la iluminación media vertical exigida por CONMEBOL en su artículo 41 (Sistemas de iluminación artificial para retransmisiones televisivas) es de 1300 Lux. Basándonos en los cálculos realizados del proyecto actualizado, se tiene que dicho valor cumple con 1302 Lux, mientras tanto el proyecto inicial presenta una iluminación de 871 Lux, cuyo valor es menor ya que inicialmente se tenía planeado que el estadio solo acogería espectáculos deportivos académicos y locales; pero, con el pasar del tiempo se decidió que el estadio podría presentar espectáculos deportivos con retransmisiones televisivas nacionales e internacionales, para lo cual era necesario incrementar los niveles de iluminación.

La uniformidad es un dato importante ya que el fútbol es un deporte de gran velocidad, así que mantener una iluminación uniforme en toda la extensión del campo de juego, mejorará el rendimiento del jugador y contribuirá a crear vídeos de alta resolución y de excelente calidad. Por lo que con base en los resultados se concluye que la iluminación del proyecto actualizado cumple satisfactoriamente las exigencias exigidas por FIFA para estadios Clase III, con valores aceptables de U2 vertical ($E_{mín}/E_m$) 0.66 y U2 horizontal ($E_{mín}/E_m$) 0.8.

Así mismo, el índice de deslumbramiento según normativa FIFA es $GR \leq 50$ para los jugadores dentro del campo de juego, dicho valor se satisface en ambos proyectos.

6.2. Análisis de los sistemas de iluminación y luminarias empleadas

Se ha considerado 02 sistemas de iluminación. Para la iluminación del proyecto actualizado se consideró el sistema Arena Visión Gen 3 y para la iluminación del proyecto inicial el sistema Arena Visión HID.

La Tabla 24 muestra las características técnicas de cada luminaria utilizada por los 02 sistemas.

Tabla 24 Características técnicas de las luminarias Led y Convencionales

	Arena Visión Gen 3	Arena Visión HID
MODELO	PHILIPS BVP427-LED	PHILIPS MVF403 HPI
FLUJO L. NOMINAL (Lm)	195000	226000
POTENCIA (KW)	1.58	2.18
TECNOLOGIA	Led	HPI
EFICIENCIA L.	123.4	103.7
F. P	0.95	0.85
I.P	66	65
IK	8	8
TENSIÓN(V)	220V/400V	380 a 415 V
VIDA UTIL (h)(L80B10)	50000	20000

Fuente: Fichas técnicas PHILIPS BVP427-LED y PHILIPS MVF403 HPI

La luminaria utilizada por el sistema Arena Visión Gen 3, tiene una eficiencia luminosa de 123.4 que es superior a la eficiencia luminosa Arena Visión HID de valor 103.7. esto debido a la tecnología led que utiliza mientras la luminaria del sistema Arena Visión HID, utiliza aun el sistema convencional con lámparas de descarga, generando pérdidas en los circuitos de arranque y uso continuo.

El F.P. de las luminarias PHILIPS BVP427 es 0.95, frente a 0.85 de PHILIPS MVF403, lo que nos indica que las luminarias empleadas serán de gran aporte a la reducción por perdidas térmicas y caída de tensión, Incrementando la vida útil de las instalaciones.

El tiempo de vida útil de las luminarias PHILIPS BVP427 es de 50 000 horas, frente a las 20 000 horas de las luminarias PHILIPS MVF403, se deberá considerar también que llegado a las 50 000 horas solo el 10% del total de luminarias instaladas va a perder el 20% del flujo luminoso.

Las luminarias BVP427 son compatibles con el Interact Sports que es una plataforma de software y arquitectura de telegestión, se convertiría en una herramienta muy útil y eficiente, ya que con ella podemos programar la iluminación al 100% o 50% de su flujo nominal, manipular el encendido y apagado de las luminarias desde una Tablet o un celular sin necesidad de estar en el tablero de control; esta herramienta además de ello nos permite llevar un control eficiente de nuestros consumos eléctricos y nos dará con certeza la ubicación de alguna luminaria que pudiese fallar, conllevando así a generar ahorros de costos de mantenimiento preventivo y predictivo.

El sistema de iluminación LED Arena Visión en comparación al sistema Arena Visión HID, sistema convencional con lámparas de descarga, está diseñado exclusivamente para lugares deportivos y polivalentes, ofrece una calidad de luz muy buena, una gestión térmica eficaz puede simplificar la entrega de la iluminación adecuada mediante la programación o mediante ajustes en tiempo real y puede usarse para crear espectáculos de luces personalizados antes, durante y después del evento principal.

Como nos podemos dar cuenta el sistema de iluminación LED Arena Visión también tiene muchos puntos a favor; pero, lo que desprestigia actualmente a este sistema es que solo es compatible con luminarias convencionales que como vimos no son tan eficiente ni tienen un tiempo de vida adecuado como la tecnología led.

6.3. Análisis de instalación de luminarias alrededor del campo

En el proyecto inicial se estimó instalar 76 luminarias en las tribunas occidente y oriente distribuidas simétricamente, a fin de satisfacer el requerimiento FIFA para estadios Clase III que indica 750 Lux horizontalmente.

Con el proyecto actualizado el recinto deportivo contara con 48 luminarias instaladas en las 02 estructuras metálicas de techo ubicadas en las tribunas oriente y occidente.

Adicional a eso y para cumplir el estándar de CONMEBOL Art. 42 (1300 Lux verticales) y FIFA el diseño del sistema de iluminación contempla la instalación de 04 torres de iluminación (25 luminarias por torre) con altura mínima de instalación en la primera fila de 37.61 m. La distancia de separación de las luminarias proyectores BVP427 BV en las torres de iluminación es de 62 cm una de otra, a fin de no afectar el grado de inclinación con el que trabaja cada luminaria. Se adjunta ficha técnica luminaria Led BVP427 en el Anexo N°2

6.4. Análisis de carga eléctrica estimada

Se ha considerado la carga principal a considerar fue la iluminación del gramado deportivo que se obtuvo a partir de los cálculos luminotécnicos en el software Dialux.

Las cargas de los demás sub-tableros, se mantendrá tal cual lo establece el proyecto primigenio de baja tensión. Estos tableros albergarán cargas pequeñas pero sumadas tienen un gran impacto al momento de calcular la potencia final.

La tabla 25 muestra los resultados de cálculo de máxima demanda del proyecto primigenio.

Tabla 25 Máxima demanda del proyecto primigenio

ITEM	SET 1, Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)	I. DISEÑO (A)
	POTENCIA SUB TABLEROS	327.83	0.72	235.00	276.47	725.58
1.1.	ILUMINACIÓN EXT	141.90	1.00	141.90	137.55	360.99
SUMATORIA RESULTANTE		469.73		376.90	414.03	1086.57
MÁXIMA DEMANDA TOTAL		F.S.	0.83	312.83	368.03	965.87
ITEM	SET 2 Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)	I DISEÑO (A)
	POTENCIA SUB TABLEROS	309.09	0.82	253.09	297.75	781.42
2.1	ILUMINACIÓN EXT	143.90	1.00	143.90	137.55	360.99
SUMATORIA RESULTANTE		452.99		396.99	435.31	1142.42
MÁXIMA DEMANDA TOTAL		F.S.	0.83	329.50	387.65	1017.35
MÁXIMA DEMANDA TOTAL				642.33	755.68	

Fuente: Proyecto primigenio del sistema de utilización en 10 kV

La potencia inicial calculada para la iluminación del gramado de juego según la Tabla mostrada era de 141.9 kW en la SET 1 y 143.90 kW en la SET 2. Mientras que la tabla 26 muestra los resultados de cálculo de máxima demanda del proyecto actualizado.

Tabla 26 Máxima demanda del proyecto actualizado

ITEM	SET 1, Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)	I. DISEÑO (A)
	POTENCIA SUB TABLEROS	327.83	0.72	235.00	276.47	725.58
1.1.	ILUMINACIÓN EXT	116.92	1.00	116.92	137.55	360.99
SUMATORIA RESULTANTE		444.75		351.92	414.03	1086.57
MÁXIMA DEMANDA TOTAL		F.S.	0.83	292.10	343.64	901.85
ITEM	SET 2 Sub Tableros	Potencia Proyectada (kW)	F.D.	M.D (kW)	M.D (KVA)	I DISEÑO (A)
	POTENCIA SUB TABLEROS	309.09	0.82	253.09	297.75	781.42
2.1	ILUMINACIÓN EXT	116.92	1.00	116.92	137.55	360.99
SUMATORIA RESULTANTE		426.01		370.01	435.31	1142.42
MÁXIMA DEMANDA TOTAL		F.S.	0.83	307.11	361.30	948.21
MÁXIMA DEMANDA TOTAL				599.20	704.95	

Fuente: Elaboración propia con datos técnicos del informe ETAP y cálculos eléctricos

La potencia calculada para la iluminación del gramado de juego, según la Tabla mostrada es de 116.92 kW en la SET 1 y 116.92 kW en la SET 2. Estimada la carga principal, se adiciono las cargas secundarias y se procedió al cálculo de las potencias de las 02 subestaciones que fueron de 400 kVA cada 1.

Las potencias elegidas para las SET 1 y SET 2, fueron las mismas que se calcularon en el proyecto inicial, con la diferencia que con los cálculos actualizados y más exactos se tiene una reserva de carga muy importante, que podría utilizarse en ampliaciones futuras, este dato no se apreciaba en el proyecto inicial ya que se tenía las Sub estaciones trabajando aproximadamente al 80% de su valor nominal.

Una vez calculada la máxima demanda se procedió a calcular el estudio de flujo de carga, cuyo resultado se muestran en la tabla 13.

6.5. Cálculo del tiempo de recuperación de la inversión

Para efectos del cálculo de tiempo de recuperación de la inversión, se proyecta las cantidades de luminarias convencionales al tiempo presente, equiparándolas a las 148 unidades en tecnología Led.

El costo de inversión a considerar es el calculado en tabla 22, costo total de suministro e instalación de luminarias Led, con un valor total de \$ 299, 510.62. La tabla 27 muestra el cálculo de ahorro en la factura anual, determinado por la diferencia de la facturación anual con tecnología convencional y la facturación anual con tecnología led

Tabla 27 Cálculo de Ahorro en la Facturación Anual (\$)

PHILIPS MVF403 vs PHILIPS BVP427-LED

HORAS DE USO

Puntos de Luz	148	
Horas/día	4	horas
Días/año	365	días
Horas/año	1,460	horas

COSTO DE LA ENERGIA

	PHILIPS MVF403	PHILIPS BVP427-LED	
Potencia Instal. por punto luminoso	2180	1580	W
Consumo de energía/año	3182.80	2306.80	kWh/año
Costo de la Energía Kwh	0.06	0.06	USD/kWh
Costos energía/ luminaria/año	190.97	138.41	USD/año
Costo Total de la Energía	28,263.26	20,484.38	USD/año
Diferencia		7,778.88	USD/año

Para el cálculo de costo de mantenimiento anual con tecnología convencional, se incluye la limpieza, revisión de cableado cambio de lámpara y/o luminaria, considerándose un incremento del 15% para los siguientes años.

Mientras que para el cálculo de costo de mantenimiento anual con tecnología Led, se incluye la limpieza, revisión de cableado, considerándose un incremento del 0.5% de la inversión inicial para los siguientes años, pues, la tecnología led tiene una garantía superior a los 10 años.

En cuanto al cálculo del ahorro en mantenimiento anual, se determina por la diferencia del costo del mantenimiento anual con tecnología convencional y el costo del mantenimiento anual con tecnología Led.

A continuación, se procede a calcular los costos de mantenimiento por año, tanto en suministro de accesorios eléctricos de las luminarias como mano de obra.

Tabla 28 Suministro de reposición de accesorios eléctricos de la luminaria

	PHILIPS MVF403	PHILIPS BVP427-LED	
Precio LAM + EQ MATTO	120.00		USD
Precio /LUMINARIA	1215.00	2000.00	USD
Duración de la Lámpara	12 000.00	50 000.00	horas
Lámparas reemplazadas/año	0.12	0.03	
Costos de lámpara/año	14.60	0.00	USD/año
Costo Total/Año	2,160.80	0.00	USD/año
	Diferencia	2,160.80	USD/año
Reposición de lámparas cada	8.22	34.00	años

Tabla 29 Costo de reposición mano de obra

	PHILIPS MVF403	PHILIPS BVP427-LED	
Costo reemplazo por punto de luz incluye mano y andamio	34.46	8.04	USD/año
Costo Total reemplazo/año	5100.08	1189.92	USD/año
	Diferencia	3,910.16	USD/año

Las tablas 30 y 31 presentan el resumen de resultados de ahorros de facturación y mantenimiento anual con tecnología convencional y tecnología led.

Tabla 30 Ahorro en facturación y mantenimiento para los 13 primeros años.

Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Facturación anual con tecnología convencional (\$)	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26
Facturación anual con tecnología LED (\$)	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38
Ahorro en Facturación Anual (\$)	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88
Costo mantenimiento anual con tecnología convencional (\$)	7260.88	8350.01	9602.51	11042.89	12699.32	14604.22	16794.86	19314.09	22211.20	25542.88	29374.31	33780.46	38847.52
Costo mantenimiento anual con tecnología LED (\$)	1189.92	1195.87	1201.85	1207.86	1213.90	1189.92	1195.87	1201.85	1207.86	1213.90	1219.97	1226.07	1232.20
Ahorro en mantenimiento anual (\$)	6070.96	7154.14	8400.66	9835.03	11485.43	13414.30	15598.99	18112.24	21003.34	24328.98	28154.34	32554.39	37615.33
Ahorro total anual (\$)	13849.84	14933.02	16179.54	17613.91	19264.31	21193.18	23377.87	25891.12	28782.22	32107.86	35933.22	40333.27	45394.21

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos de facturación y mantenimiento

Tabla 31 Ahorro en facturación y mantenimiento del año 14 hasta el año 26.

Año	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Facturación anual con tecnología convencional (\$)	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26	28263.26
Facturación anual con tecnología LED (\$)	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38	20484.38
Ahorro en Facturación Anual (\$)	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88	7778.88
Costo mantenimiento anual con tecnología convencional (\$)	44674.65	51375.85	59082.23	67944.56	78136.25	89856.68	103335.19	118835.46	136660.78	157159.90	180733.89	207843.97	239020.56
Costo mantenimiento anual con tecnología LED (\$)	1238.36	1244.55	1250.77	1257.03	1263.31	1189.92	1195.87	1201.85	1207.86	1213.90	1219.97	1226.07	1232.20
Ahorro en mantenimiento anual (\$)	43436.29	50131.30	57831.46	66687.54	76872.93	88666.76	102139.32	117633.62	135452.93	155946.00	179513.92	206617.90	237788.37
Ahorro total anual (\$)	51215.17	57910.18	65610.34	74466.42	84651.81	96445.64	109918.20	125412.50	143231.81	163724.88	187292.80	214396.78	245567.25

Fuente: Elaboración propia en base a cálculos de facturación y mantenimiento.

El cálculo final del tiempo de recuperación o Payback, lo obtendremos calculando el flujo de caja acumulado, como se aprecia en la tabla 32 y haciendo uso de la Ecuación 5.1.

Tabla 32 Flujo de caja y flujo de caja acumulado

Años	0	1	2	3	4	5	6
Flujo De Caja	299511	13849.8	14933	16179.5	17613.9	19264.3	21193.2
Flujo Acumulado	-299511	-285661	-270728	-254548	236934	217670	-196477
Años	7	8	9	10	11	12	13
Flujo De Caja	23377.9	25891.1	28782.2	32107.9	35933.2	40333.3	45394.2
Flujo Acumulado	-173099	-147208	-118426	-86318	-50385	-10051	35343

Fuente: Elaboración propia en base a flujos de caja y acumulado.

Payback= [Último periodo con flujo acumulado negativo] + [Valor absoluto del último flujo acumulado negativo/Valor del flujo de caja en el siguiente periodo], ecuación 5.1.

Cálculo del periodo de Payback.

Reemplazando en la Ecuación 5.1 obtenemos los siguientes resultados.

$$\text{Periodo de Payback} = 12 + \left[\frac{10051}{45384} \right] = 12 + 0.22 = 12.2$$

El periodo de recuperación es de 12,22 años o de 12 años y 3 meses aproximadamente, si tenemos en cuenta que el suministro de reposición de accesorios eléctricos de las luminarias led será dentro de 34 años en comparación a los 8 años de las luminarias con tecnología convencional, se corrobora que la propuesta es viable técnica y económicamente.

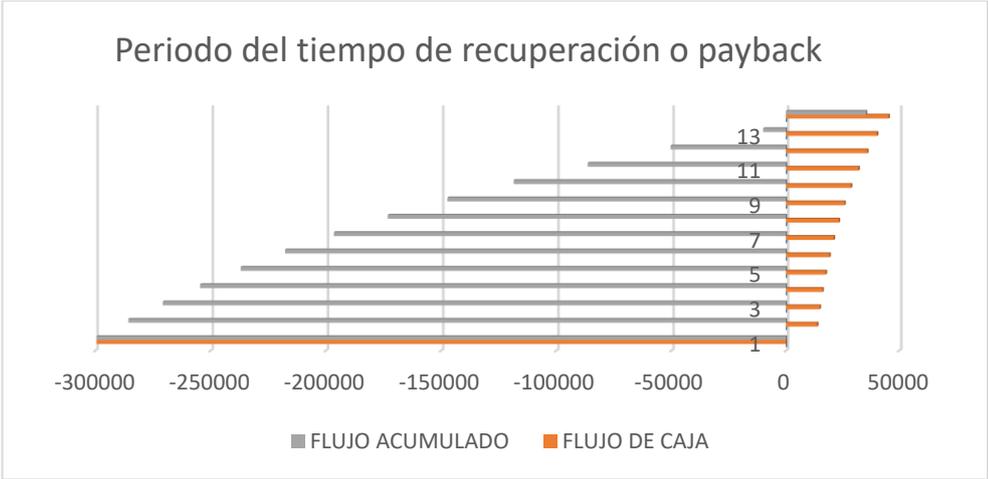


Figura 42 Periodo de recuperación o Payback
Fuente elaboración propia

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. La simulación obtenida en el Software DIALUX dio como resultados niveles de iluminación vertical de 1302 Lux y horizontal de 1129 Lux, estos niveles alcanzados cumplen las exigencias de CONMEBOL y FIFA para desarrollar partidos internacionales con retransmisiones televisivas.
2. La simulación obtenida en el Software DIALUX, muestra que la iluminación a proyectar será uniforme y cumplirá los niveles exigidos por FIFA, siendo estos; U1 vertical de 0.5, U2 vertical de 0.66 y U1 horizontal de 0.71 y U2 horizontal de 0.81.
3. La nueva disposición de los 148 proyectores Led Philips BVP427 BV alrededor del campo de juego ubicados a una altura de montaje de 21 m en zonas laterales y 37.61 m en las torres de iluminación, dio como resultados índices de deslumbramiento $GR \leq 50$, una gestión térmica eficaz y una larga vida útil, siendo estos estándares los requeridos por FIFA para el diseño de un estadio profesional. Reemplazando así a las 76 luminarias de halogenuro metálico del proyecto primigenio que representaban altos consumos eléctricos, bajas eficiencias y tiempos de vida cortos.
4. La utilización de la tecnología Led en el campo de juego del estadio resulta viable técnicamente, debido a que el reemplazo de las luminarias existentes en tecnología convencional es cada 8 años, mientras que las luminarias Led son cada 34 años; y económicamente ya que se ha obtenido un monto de inversión de USD 299 510.62, consiguiendo en el primer año un ahorro de energía eléctrica de USD 7 778.88 y USD 6 070.96 en mantenimiento, haciendo un total de USD 13 849.84, para el año 13 los ahorros resultan ser de USD 45 394.21, y para el año 26 se

tiene el ahorro de USD 245 567.25; con un periodo de recuperación de la inversión de 12 años y 3 meses.

5. Se corrobora con los cálculos eléctricos que las potencias elegidas para las SET 1 y SET 2, fueron las mismas que se calcularon en el proyecto inicial, con la diferencia que con los cálculos actualizados y más exactos se tiene una reserva de carga muy importante, que podría utilizarse en ampliaciones futuras.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que para la iluminación de instalaciones deportivas se debe mantener buenas condiciones de visibilidad para los deportistas, árbitros y espectadores, todo ello deberá cumplir cualquier actualización de la normativa deportiva de FIFA, CONMEBOL y UNE 12.193
2. Se recomienda que los estadios del país empiecen a modernizar su infraestructura deportiva, un buen inicio es el cambio de su sistema de iluminación por sistema más eficientes, ello les permitirá ahorros en los consumos eléctricos y costos de mantenimiento mínimos.
3. Una vez instaladas las luminarias se recomienda realizar mediciones anuales de iluminación al pie de cada luminaria para revisar la pérdida del flujo luminoso.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] UNE 12.193. Iluminación de instalaciones deportivas.
- [2] CIE Comisión Internacional de Iluminación.
- [3] Estadios de Futbol FIFA, Recomendaciones técnicas y requisito. 5.^a Edición 2011.
- [4] Reglamento CONMEBOL Art. 41. Edición 2019.
- [5] UNE-EN 12464-2:2016. Iluminación de trabajos en lugares exteriores. Octubre 2016.
- [6] DGE 017-AI-1/1982, Norma de alumbrado de interiores y campos deportivos.
- [7] IES Sociedad de Ingeniería Iluminadora.
- [8] IEC, Standard IEC 60909 Cálculo de Corrientes de Cortocircuito, Primera Edición, 2001.
- [9] IEEE 242-2001 Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems.
- [10] Manual del usuario del software DIALUX versión 4.9. Edición 2011.
- [11] Criterios básicos para la instalación de alumbrado en campos de fútbol. PHILIPS Ibérica, SAE.
- [12] Código nacional de electricidad de Utilización – Perú.
- [13] Ministerio de Energía y Minas (2009), Plan Referencial del uso eficiente de la energía 2009- 2018, Lima
- [14] NTP 339.027-2002, HORMIGÓN (CONCRETO). Postes de hormigón (concreto) armado para líneas aéreas.
- [15] Norma DGE-T-4, Conductores Eléctricos para sistemas de distribución aérea y transmisión, y Ministerio de Energía y Minas.
- [16] NTP ITINTEC 370.002, diseño, fabricación y pruebas de transformadores de potencia.
- [17] ANSI C 37, 40, Condiciones de servicio estándar IEEE y definiciones para fusibles de alto voltaje, interruptores de aire de un solo polo en la caja de distribución, interruptores de desconexión de fusibles y accesorios
- [18] ANSI C 37-41, Ensayo tiempo-corriente de mínimo tiempo de fusión

- [19] ANSI/IEEE C62.11, Estándar IEEE para pararrayos de sobretensión de óxido metálico para circuitos de alimentación de CA (> 1 kV)
- [20] Reinicio de obra del estadio de la Universidad Nacional del Altiplano
Vía:<https://diariocorreo.pe/edicion/puno/se-reinicia-obra-del-estadio-de-la-universidad-nacional-del-altiplano-919980/>
- [21] Ubicación del estadio
Via:https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk01rWjsAEARAdj_qjHrITAavbEP8w%3A1601843475285&source=hp&ei=EzF6X7bmDsfP5gLdz72wDg&q=Av+Floral+1153%2C+Puno
- [22] Guía sobre tecnología LED en el alumbrado. Carlos López Jimeno (Director General de industria, Energía y Minas consejería de Economía y Hacienda Comunidad de Madrid). España 2015.
- [23] Guía para el diseño de instalaciones de iluminación exterior utilizando Dialux. Julián Andrés Rodríguez Ramírez, Cristian Alejandro Llano. Colombia, 2012.
- [24] Iluminación Eficiente: primer paso hacia una revolución energética (Greenpeace). World Wide, junio 2016
- [25] Luz, fotométrica y luminotecnia. Barrow William E. 3° edición.
- [26] Luminarias ArenaVision LED gen3.
Via:<https://www.lighting.philips.es/prof/luminarias-de-exterior/proyectores-para-deportes-ares-y-gasolineras/proyectores-para-alumbrado-deportivo/arenavision-led-gen3>
- [27] Manual del usuario del software Etap 16.0.
- [28] Tesis, Haro Sánchez, Wilson Roberto y Ocampo Taco, William Miguel (2019). Diseño de un Sistema de Iluminación, Alimentado Mediante Generación Fotovoltaica Para el Complejo Deportivo “La Bombonerita”. Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador.
- [29] Tesis. Carpio González, Byron Rafael. (2019). Diseño Lumínico Para el Estadio de la Universidad Nacional de Loja. Universidad Nacional de Loja , Ecuador.
- [30] Tesis, Jorge León Gutiérrez (2013). Reingeniería para la actualización de instalaciones eléctricas del Estadio Azteca. Instituto Politécnico Nacional, México.

- [31] Tesis, Villalobos Ruiz, Luis Iván (2019). Diseño del Sistema de Iluminación Led del Campo Deportivo Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- [32] Tesis, Esteves Espinoza, Gerardo Ramón (2017). Proyecto de instalaciones eléctricas y de iluminación del campo de fútbol de la UCSG. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Ecuador.
- [33] Tesis, Condori Choque, Fidel Elvis (2015). Calculo y Diseño De Iluminación Del Campo Deportivo De Futbol De La UANCV Mediante Software Aplicativo. Universidad Andina Nestor Cáceres Velásquez - Perú
- [34] Tesis, Marroquín Vásquez, Oscar Rolando (2015). Propuesta de Diseño Para la Iluminación Del Área Deportiva USAC Campus Central. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- [35] Tesis, Ponce Vera, Iván Martin (2010). Diseño de la Iluminación de la Unidad Deportiva Del Municipio De Herran. Universidad Nacional De Colombia, Colombia
- [36] Tesis, Barrantes, J. (2014). Estudio de cortocircuito y coordinación de protecciones en CVG ALUNASA (pp. 33). (Tesis). Ciudad Universitaria “Rodrigo Facio”. Costa Rica.
- [37] Tesis, Cuevas, A. y Hernández, J. (2013). Coordinación de protecciones en un sistema de distribución. (Tesis). Instituto Politécnico Nacional. México.
- [38] Norma CEI 71-1, Coordinación de aislaciones los voltajes y sobrevoltajes.
- [39] IEEE. Práctica recomendada por para la conexión a tierra de sistemas eléctricos industriales y comerciales Junta de normas IEEE
- [40] Pronóstico Metereológico de Puno. Via: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=puno&p=pronostico-meteorologico>

ANEXOS

1. Anexo 1 – Reporte de Iluminación del campo deportivo según Dialux.
2. Anexo 2 – Ficha técnica de luminaria led BVP427 HGB.
3. Anexo 3 – Cotización unitaria de luminarias led bvp427 y luminarias de halogenuro metálico MVF403 MHN-SA2000W.
4. Anexo 4 – Cuadro comparativo de características técnicas y económicas de las principales luminarias led para iluminación de estadios profesionales.
5. Anexo 5 – Principales estadios del Perú.
6. Anexo 6 – Reportes del Etap
7. Anexo 7 – Presupuesto general del montaje electromecánico de redes primarias.
8. Anexo 8 – Presupuesto general del suministro de materiales - redes primarias
9. Anexo 9 – Planimetría

ANEXO 1

REPORTE DE ILUMINACIÓN DEL CAMPO DEPORTIVO SEGÚN DIALUX

ILUMINACIÓN DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO PROFESIONAL

PROYECTO DE ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO UTILIZANDO LUMINARIAS LED

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 01.02.2020
Proyecto elaborado por: David Enriquez Ch.

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

Índice

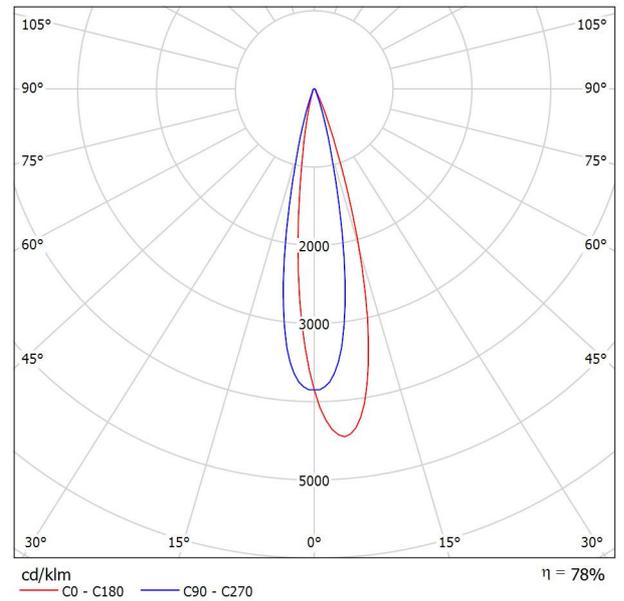
ILUMINACIÓN DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO PROFESIONAL	
Portada del proyecto	1
Índice	2
BVP427 OUT T25 S6/5	
Hoja de datos de luminarias	3
BVP427 OUT T25 S5/5	
Hoja de datos de luminarias	4
N BVP427 OUT T25 S4/5	
Hoja de datos de luminarias	5
ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL	
Datos de planificación	6
Luminarias (ubicación)	7
Luminarias (lista de coordenadas)	8
Luminarias de deporte (lista de coordenadas)	13
Observador GR (sumario de resultados)	18
Rendering (procesado) en 3D	26
Rendering (procesado) de colores falsos	27
Superficies exteriores	
Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA)	
Resumen	28
Isolíneas (E, horizontal)	29
Gráfico de valores (E, horizontal)	30
Isolíneas (E, vertical)	31
Gráfico de valores (E, vertical)	32

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

BVP427 OUT T25 S6/5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78

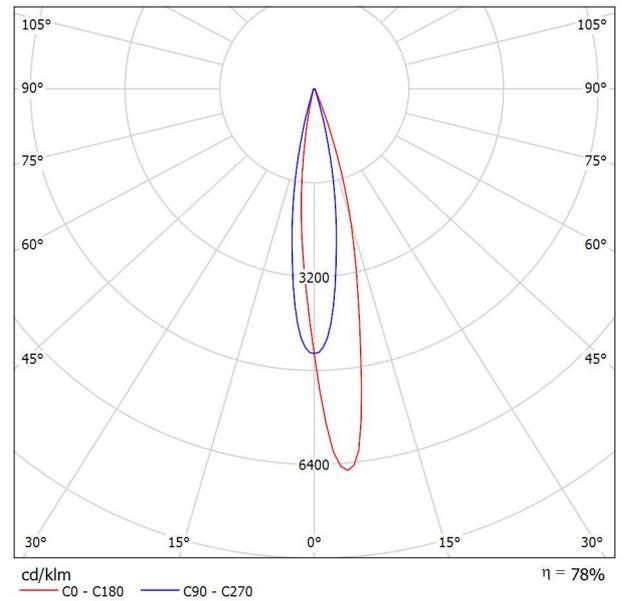
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

BVP427 OUT T25 S5/5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 93 97 99 100 78

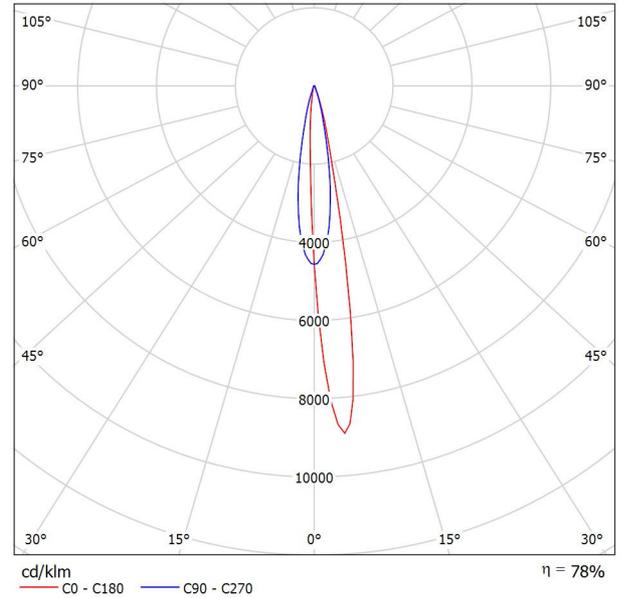
Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

N BVP427 OUT T25 S4/5 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.

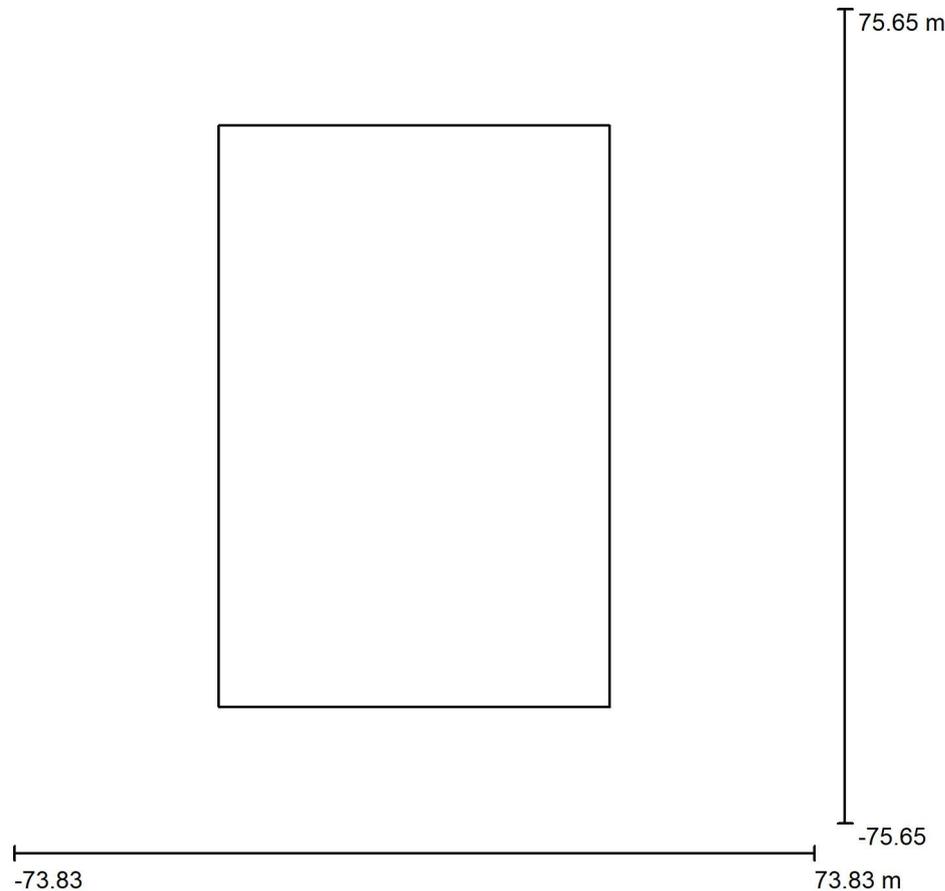


Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 94 98 100 100 78

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Datos de planificación**



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 5.5%

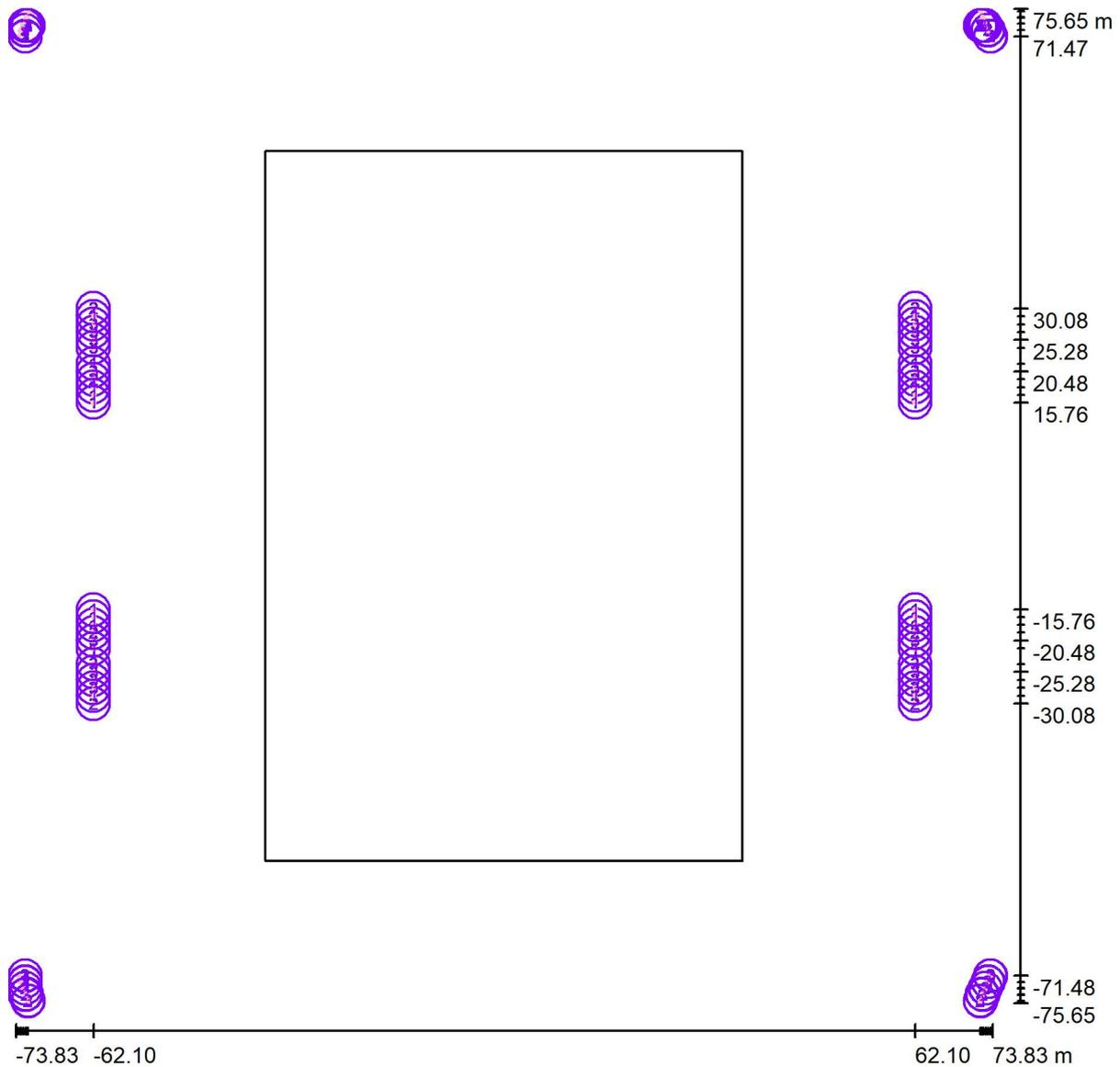
Escala 1:1403

Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	60	BVP427 OUT T25 S5/5 (1.000)	151854	194978	1580.0
2	28	BVP427 OUT T25 S6/5 (1.000)	152671	194978	1580.0
3	60	N BVP427 OUT T25 S4/5 (1.000)	151298	194978	1580.0
Total:			22463909	28856744	233840.0

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Luminarias (ubicación)**



Escala 1 : 1056

Lista de piezas - Luminarias

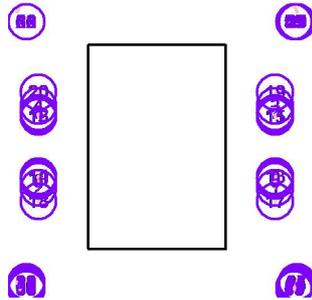
N°	Pieza	Designación
1	60	BVP427 OUT T25 S5/5
2	28	BVP427 OUT T25 S6/5
3	60	N BVP427 OUT T25 S4/5

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Luminarias (lista de coordenadas)**

BVP427 OUT T25 S5/5

151854 lm, 1580.0 W, 1 x 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	62.100	-21.677	21.000	0.0	-62.3	-165.7
2	-62.100	-21.677	21.000	0.0	-62.3	-14.3
3	62.100	21.677	21.000	0.0	-62.3	165.7
4	-62.100	21.677	21.000	0.0	-62.3	14.3
5	62.100	-18.096	21.000	0.0	-58.2	140.3
6	-62.100	-18.096	21.000	0.0	-58.2	39.7
7	62.100	18.096	21.000	0.0	-58.2	-140.3
8	-62.100	18.096	21.000	0.0	-58.2	-39.7
9	62.100	-16.863	21.000	0.0	-66.0	166.2
10	-62.100	-16.863	21.000	0.0	-66.0	13.8
11	62.100	16.863	21.000	0.0	-66.0	-166.2
12	-62.100	16.863	21.000	0.0	-66.0	-13.8
13	62.100	-15.761	21.000	0.0	-60.5	136.0
14	-62.100	-15.761	21.000	0.0	-60.5	44.0
15	62.100	15.761	21.000	0.0	-60.5	-136.0
16	-62.100	15.761	21.000	0.0	-60.5	-44.0
17	62.100	-28.877	21.000	0.0	-69.2	-160.4
18	-62.100	-28.877	21.000	0.0	-69.2	-19.6
19	62.100	28.877	21.000	0.0	-69.2	160.4
20	-62.100	28.877	21.000	0.0	-69.2	19.6
21	73.476	-71.467	38.500	0.0	-56.9	129.3
22	-73.476	-71.467	38.500	0.0	-56.9	50.7
23	73.476	71.467	38.500	0.0	-56.9	-129.3
24	-73.476	71.467	38.500	0.0	-56.9	-50.7
25	73.098	-72.421	38.500	0.0	-56.6	144.9
26	-73.098	-72.421	38.500	0.0	-56.6	35.1
27	73.098	72.421	38.500	0.0	-56.6	-144.9
28	-73.098	72.421	38.500	0.0	-56.6	-35.1

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Luminarias (lista de coordenadas)

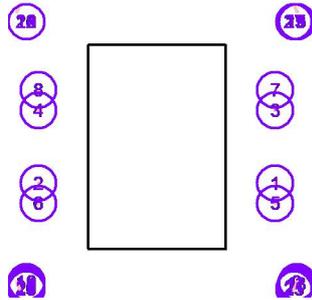
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	72.710	-73.399	38.500	0.0	-58.5	149.5
30	-72.710	-73.399	38.500	0.0	-58.5	30.5
31	72.710	73.399	38.500	0.0	-58.5	-149.5
32	-72.710	73.399	38.500	0.0	-58.5	-30.5
33	72.324	-74.371	38.500	0.0	-61.6	155.2
34	-72.324	-74.371	38.500	0.0	-61.6	24.8
35	72.324	74.371	38.500	0.0	-61.6	-155.2
36	-72.324	74.371	38.500	0.0	-61.6	-24.8
37	73.476	-71.467	39.500	0.0	-59.6	123.8
38	-73.476	-71.467	39.500	0.0	-59.6	56.2
39	73.476	71.467	39.500	0.0	-59.6	-123.8
40	-73.476	71.467	39.500	0.0	-59.6	-56.2
41	73.098	-72.421	39.500	0.0	-52.2	136.7
42	-73.098	-72.421	39.500	0.0	-52.2	43.3
43	73.098	72.421	39.500	0.0	-52.2	-136.7
44	-73.098	72.421	39.500	0.0	-52.2	-43.3
45	72.710	-73.399	39.500	0.0	-63.7	153.8
46	-72.710	-73.399	39.500	0.0	-63.7	26.2
47	72.710	73.399	39.500	0.0	-63.7	-153.8
48	-72.710	73.399	39.500	0.0	-63.7	-26.2
49	72.200	-74.300	39.500	0.0	-63.7	159.2
50	-72.200	-74.300	39.500	0.0	-63.7	20.8
51	72.200	74.300	39.500	0.0	-63.7	-159.2
52	-72.200	74.300	39.500	0.0	-63.7	-20.8
53	71.978	-75.347	38.500	0.0	-62.4	162.6
54	-71.978	-75.347	38.500	0.0	-62.4	17.4
55	71.978	75.347	38.500	0.0	-62.4	-162.6
56	-71.978	75.347	38.500	0.0	-62.4	-17.4
57	71.978	-75.348	39.500	0.0	-65.0	164.9
58	-71.978	-75.348	39.500	0.0	-65.0	15.1
59	71.978	75.348	39.500	0.0	-65.0	-164.9
60	-71.978	75.348	39.500	0.0	-65.0	-15.1

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Luminarias (lista de coordenadas)**

BVP427 OUT T25 S6/5

152671 lm, 1580.0 W, 1 x 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).



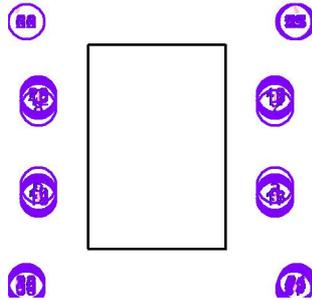
N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	62.100	-19.277	21.000	0.0	-61.7	-175.3
2	-62.100	-19.277	21.000	0.0	-61.7	-4.7
3	62.100	19.277	21.000	0.0	-61.7	175.3
4	-62.100	19.277	21.000	0.0	-61.7	4.7
5	62.100	-30.077	21.000	0.0	-56.9	-145.4
6	-62.100	-30.077	21.000	0.0	-56.9	-34.6
7	62.100	30.077	21.000	0.0	-56.9	145.4
8	-62.100	30.077	21.000	0.0	-56.9	34.6
9	73.512	-71.482	37.500	0.0	-54.9	134.7
10	-73.512	-71.482	37.500	0.0	-54.9	45.3
11	73.512	71.482	37.500	0.0	-54.9	-134.7
12	-73.512	71.482	37.500	0.0	-54.9	-45.3
13	73.133	-72.437	37.500	0.0	-52.7	139.9
14	-73.133	-72.437	37.500	0.0	-52.7	40.1
15	73.133	72.437	37.500	0.0	-52.7	-139.9
16	-73.133	72.437	37.500	0.0	-52.7	-40.1
17	72.744	-73.416	37.500	0.0	-50.1	148.2
18	-72.744	-73.416	37.500	0.0	-50.1	31.8
19	72.744	73.416	37.500	0.0	-50.1	-148.2
20	-72.744	73.416	37.500	0.0	-50.1	-31.8
21	72.359	-74.388	37.500	0.0	-54.6	152.2
22	-72.359	-74.388	37.500	0.0	-54.6	27.8
23	72.359	74.388	37.500	0.0	-54.6	-152.2
24	-72.359	74.388	37.500	0.0	-54.6	-27.8
25	71.977	-75.349	37.500	0.0	-58.8	159.1
26	-71.977	-75.349	37.500	0.0	-58.8	20.9
27	71.977	75.349	37.500	0.0	-58.8	-159.1
28	-71.977	75.349	37.500	0.0	-58.8	-20.9

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Luminarias (lista de coordenadas)**

N BVP427 OUT T25 S4/5

151298 lm, 1580.0 W, 1 x 1 x LED1950/857 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	62.100	-24.077	21.000	0.0	-70.1	166.4
2	-62.100	-24.077	21.000	0.0	-70.1	13.6
3	62.100	24.077	21.000	0.0	-70.1	-166.4
4	-62.100	24.077	21.000	0.0	-70.1	-13.6
5	62.100	-20.477	21.000	0.0	-69.4	-173.2
6	-62.100	-20.477	21.000	0.0	-69.4	-6.8
7	62.100	20.477	21.000	0.0	-69.4	173.2
8	-62.100	20.477	21.000	0.0	-69.4	6.8
9	62.100	-25.277	21.000	0.0	-69.4	172.5
10	-62.100	-25.277	21.000	0.0	-69.4	7.5
11	62.100	25.277	21.000	0.0	-69.4	-172.5
12	-62.100	25.277	21.000	0.0	-69.4	-7.5
13	62.100	-26.477	21.000	0.0	-78.1	-164.8
14	-62.100	-26.477	21.000	0.0	-78.1	-15.2
15	62.100	26.477	21.000	0.0	-78.1	164.8
16	-62.100	26.477	21.000	0.0	-78.1	15.2
17	62.100	-27.677	21.000	0.0	-77.3	-164.8
18	-62.100	-27.677	21.000	0.0	-77.3	-15.2
19	62.100	27.677	21.000	0.0	-77.3	164.8
20	-62.100	27.677	21.000	0.0	-77.3	15.2
21	73.476	-71.467	40.500	0.0	-62.6	137.3
22	-73.476	-71.467	40.500	0.0	-62.6	42.7
23	73.476	71.467	40.500	0.0	-62.6	-137.3
24	-73.476	71.467	40.500	0.0	-62.6	-42.7
25	73.098	-72.421	40.500	0.0	-64.4	150.9
26	-73.098	-72.421	40.500	0.0	-64.4	29.1
27	73.098	72.421	40.500	0.0	-64.4	-150.9
28	-73.098	72.421	40.500	0.0	-64.4	-29.1

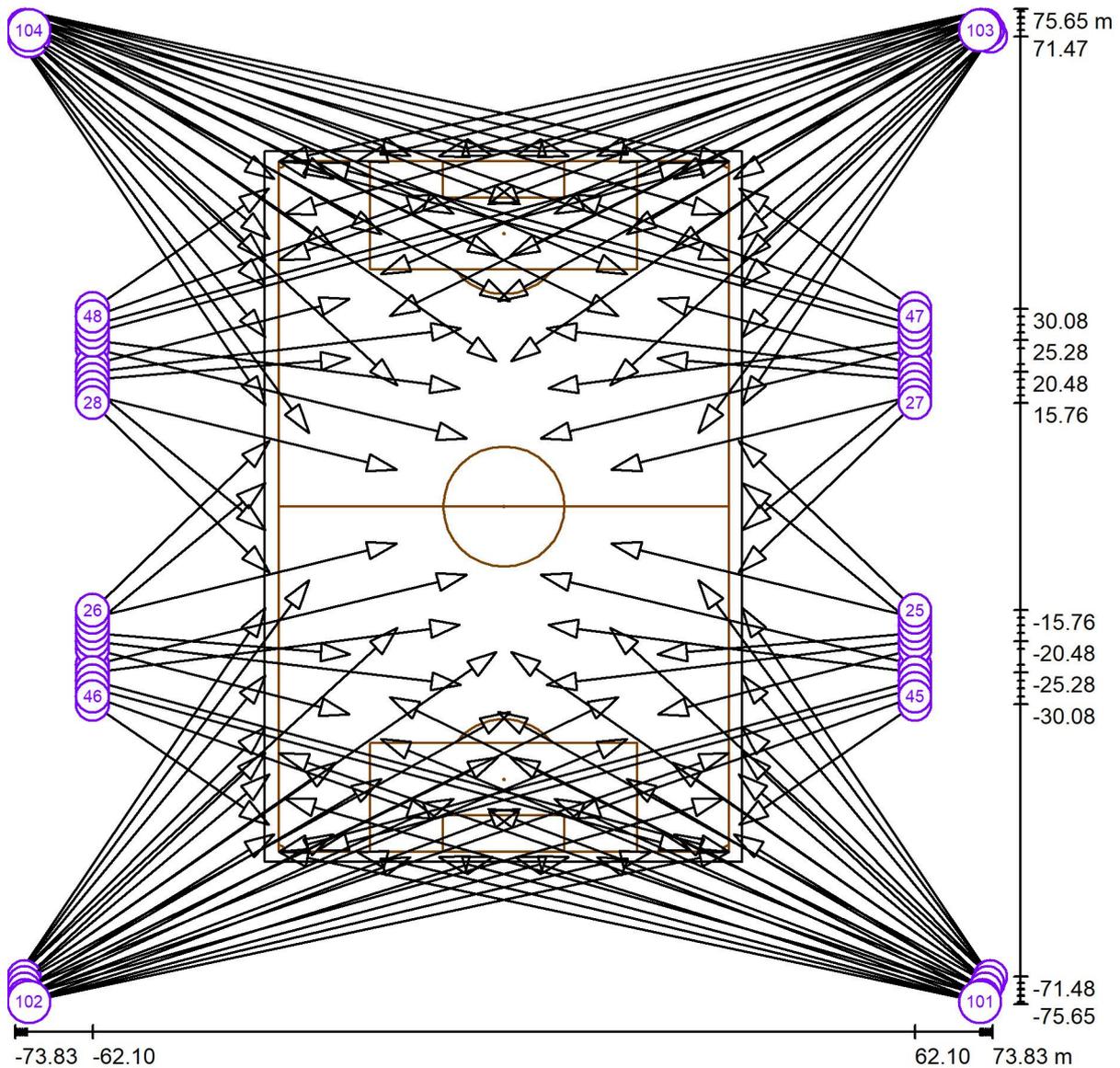
Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	72.710	-73.399	40.500	0.0	-67.7	157.4
30	-72.710	-73.399	40.500	0.0	-67.7	22.6
31	72.710	73.399	40.500	0.0	-67.7	-157.4
32	-72.710	73.399	40.500	0.0	-67.7	-22.6
33	72.324	-74.371	40.500	0.0	-69.7	164.2
34	-72.324	-74.371	40.500	0.0	-69.7	15.8
35	72.324	74.371	40.500	0.0	-69.7	-164.2
36	-72.324	74.371	40.500	0.0	-69.7	-15.8
37	71.979	-75.344	40.500	0.0	-67.3	166.4
38	-71.979	-75.344	40.500	0.0	-67.3	13.6
39	71.979	75.344	40.500	0.0	-67.3	-166.4
40	-71.979	75.344	40.500	0.0	-67.3	-13.6
41	73.515	-71.474	41.500	0.0	-60.9	126.2
42	-73.515	-71.474	41.500	0.0	-60.9	53.8
43	73.515	71.474	41.500	0.0	-60.9	-126.2
44	-73.515	71.474	41.500	0.0	-60.9	-53.8
45	73.098	-72.421	41.500	0.0	-64.7	145.0
46	-73.098	-72.421	41.500	0.0	-64.7	35.0
47	73.098	72.421	41.500	0.0	-64.7	-145.0
48	-73.098	72.421	41.500	0.0	-64.7	-35.0
49	72.710	-73.399	41.500	0.0	-67.5	153.7
50	-72.710	-73.399	41.500	0.0	-67.5	26.3
51	72.710	73.399	41.500	0.0	-67.5	-153.7
52	-72.710	73.399	41.500	0.0	-67.5	-26.3
53	72.324	-74.371	41.500	0.0	-69.8	160.8
54	-72.324	-74.371	41.500	0.0	-69.8	19.2
55	72.324	74.371	41.500	0.0	-69.8	-160.8
56	-72.324	74.371	41.500	0.0	-69.8	-19.2
57	71.946	-75.326	41.500	0.0	-69.0	167.8
58	-71.946	-75.326	41.500	0.0	-69.0	12.2
59	71.946	75.326	41.500	0.0	-69.0	-167.8
60	-71.946	75.326	41.500	0.0	-69.0	-12.2

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Luminarias de deporte (lista de coordenadas)**



Escala 1 : 1056

Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
N BVP427 OUT T25 S4/5	1	62.100	-24.077	21.000	5.600	-10.400	0.000	19.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	2	-62.100	-24.077	21.000	-5.600	-10.400	0.000	19.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	3	62.100	24.077	21.000	5.600	10.400	0.000	19.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	4	-62.100	24.077	21.000	-5.600	10.400	0.000	19.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
BVP427 OUT T25 S5/5	5	62.100	-21.677	21.000	23.300	-31.600	0.000	27.7	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	6	-62.100	-21.677	21.000	-23.300	-31.600	0.000	27.7	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	7	62.100	21.677	21.000	23.300	31.600	0.000	27.7	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	8	-62.100	21.677	21.000	-23.300	31.600	0.000	27.7	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	9	62.100	-20.477	21.000	6.491	-27.100	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	10	-62.100	-20.477	21.000	-6.491	-27.100	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	11	62.100	20.477	21.000	6.491	27.100	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	12	-62.100	20.477	21.000	-6.491	27.100	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	13	62.100	-19.277	21.000	23.200	-22.500	0.000	28.3	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	14	-62.100	-19.277	21.000	-23.200	-22.500	0.000	28.3	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	15	62.100	19.277	21.000	23.200	22.500	0.000	28.3	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	16	-62.100	19.277	21.000	-23.200	22.500	0.000	28.3	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	17	62.100	-18.096	21.000	36.000	3.584	0.000	31.8	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	18	-62.100	-18.096	21.000	-36.000	3.584	0.000	31.8	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	19	62.100	18.096	21.000	36.000	-3.584	0.000	31.8	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	20	-62.100	18.096	21.000	-36.000	-3.584	0.000	31.8	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	21	62.100	-16.863	21.000	16.200	-5.600	0.000	24.0	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	22	-62.100	-16.863	21.000	-16.200	-5.600	0.000	24.0	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	23	62.100	16.863	21.000	16.200	5.600	0.000	24.0	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	24	-62.100	16.863	21.000	-16.200	5.600	0.000	24.0	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	25	62.100	-15.761	21.000	35.417	10.037	0.000	29.5	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	26	-62.100	-15.761	21.000	-35.417	10.037	0.000	29.5	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	27	62.100	15.761	21.000	35.417	-10.037	0.000	29.5	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S5/5	28	-62.100	15.761	21.000	-35.417	-10.037	0.000	29.5	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	29	62.100	-30.077	21.000	35.537	-48.401	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	30	-62.100	-30.077	21.000	-35.537	-48.401	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	31	62.100	30.077	21.000	35.537	48.401	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	/
BVP427 OUT T25 S6/5	32	-62.100	30.077	21.000	-35.537	48.401	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	33	62.100	-25.277	21.000	6.700	-18.000	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	34	-62.100	-25.277	21.000	-6.700	-18.000	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	35	62.100	25.277	21.000	6.700	18.000	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	36	-62.100	25.277	21.000	-6.700	18.000	0.000	20.6	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	37	62.100	-26.477	21.000	-34.000	-52.500	0.000	11.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	38	-62.100	-26.477	21.000	34.000	-52.500	0.000	11.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/

N BVP427 OUT T25 S4/5	39	62.100	26.477	21.000	-34.000	52.500	0.000	11.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/
N BVP427 OUT T25 S4/5	40	-62.100	26.477	21.000	34.000	52.500	0.000	11.9	(C 0.0°, G 0.0°)	/

OUT T25 S6/5 BVP427	62	-72.359	-74.388	37.500	-25.700	-49.800	0.000	35.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S6/5 BVP427	63	72.359	74.388	37.500	25.700	49.800	0.000	35.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
OUT T25 S6/5 BVP427	64	-72.359	74.388	37.500	-25.700	49.800	0.000	35.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
OUT T25 S5/5 BVP427	65	73.476	-71.467	38.500	36.000	-25.710	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	66	-73.476	-71.467	38.500	-36.000	-25.710	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	67	73.476	71.467	38.500	36.000	25.710	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
OUT T25 S5/5 BVP427	68	-73.476	71.467	38.500	-36.000	25.710	0.000	33.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
OUT T25 S5/5 BVP427	69	73.098	-72.421	38.500	25.400	-38.900	0.000	33.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	70	-73.098	-72.421	38.500	-25.400	-38.900	0.000	33.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	71	73.098	72.421	38.500	25.400	38.900	0.000	33.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
OUT T25 S5/5 BVP427	72	-73.098	72.421	38.500	-25.400	38.900	0.000	33.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
OUT T25 S5/5 BVP427	73	72.710	-73.399	38.500	18.522	-41.443	0.000	31.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	74	-72.710	-73.399	38.500	-18.522	-41.443	0.000	31.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
OUT T25 S5/5 BVP427	75	72.710	73.399	38.500	18.522	41.443	0.000	31.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
OUT T25 S5/5 BVP427	76	-72.710	73.399	38.500	-18.522	41.443	0.000	31.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.

Teléfono

Fax

e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
BVP427 OUT T25 S5/5	77	72.324	-74.371	38.500	7.600	-44.500	0.000	28.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	78	-72.324	-74.371	38.500	-7.600	-44.500	0.000	28.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	79	72.324	74.371	38.500	7.600	44.500	0.000	28.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	80	-72.324	74.371	38.500	-7.600	44.500	0.000	28.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	65	73.476	-71.467	39.500	36.000	-15.420	0.000	30.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	66	-73.476	-71.467	39.500	-36.000	-15.420	0.000	30.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	67	73.476	71.467	39.500	36.000	15.420	0.000	30.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	68	-73.476	71.467	39.500	-36.000	15.420	0.000	30.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	69	73.098	-72.421	39.500	36.000	-37.479	0.000	37.8	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	70	-73.098	-72.421	39.500	-36.000	-37.479	0.000	37.8	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	71	73.098	72.421	39.500	36.000	37.479	0.000	37.8	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	72	-73.098	72.421	39.500	-36.000	37.479	0.000	37.8	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	73	72.710	-73.399	39.500	0.900	-38.100	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	74	-72.710	-73.399	39.500	-0.900	-38.100	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	75	72.710	73.399	39.500	0.900	38.100	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	76	-72.710	73.399	39.500	-0.900	38.100	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	81	72.200	-74.300	39.500	-2.400	-46.000	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	82	-72.200	-74.300	39.500	2.400	-46.000	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	83	72.200	74.300	39.500	-2.400	46.000	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	84	-72.200	74.300	39.500	2.400	46.000	0.000	26.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	65	73.476	-71.467	40.500	16.047	-18.446	0.000	27.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	66	-73.476	-71.467	40.500	-16.047	-18.446	0.000	27.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1

N BVP427 OUT T25 S4/5	67	73.476	71.467	40.500	16.047	18.446	0.000	27.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	68	-73.476	71.467	40.500	-16.047	18.446	0.000	27.4	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	69	73.098	-72.421	40.500	-0.900	-31.200	0.000	25.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	70	-73.098	-72.421	40.500	0.900	-31.200	0.000	25.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	71	73.098	72.421	40.500	-0.900	31.200	0.000	25.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	72	-73.098	72.421	40.500	0.900	31.200	0.000	25.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	73	72.710	-73.399	40.500	-18.600	-35.300	0.000	22.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	74	-72.710	-73.399	40.500	18.600	-35.300	0.000	22.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	75	72.710	73.399	40.500	-18.600	35.300	0.000	22.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	76	-72.710	73.399	40.500	18.600	35.300	0.000	22.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	77	72.324	-74.371	40.500	-33.000	-44.499	0.000	20.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	78	-72.324	-74.371	40.500	33.000	-44.499	0.000	20.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	79	72.324	74.371	40.500	-33.000	44.499	0.000	20.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	80	-72.324	74.371	40.500	33.000	44.499	0.000	20.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.

Teléfono

Fax

e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Luminarias de deporte (lista de coordenadas)

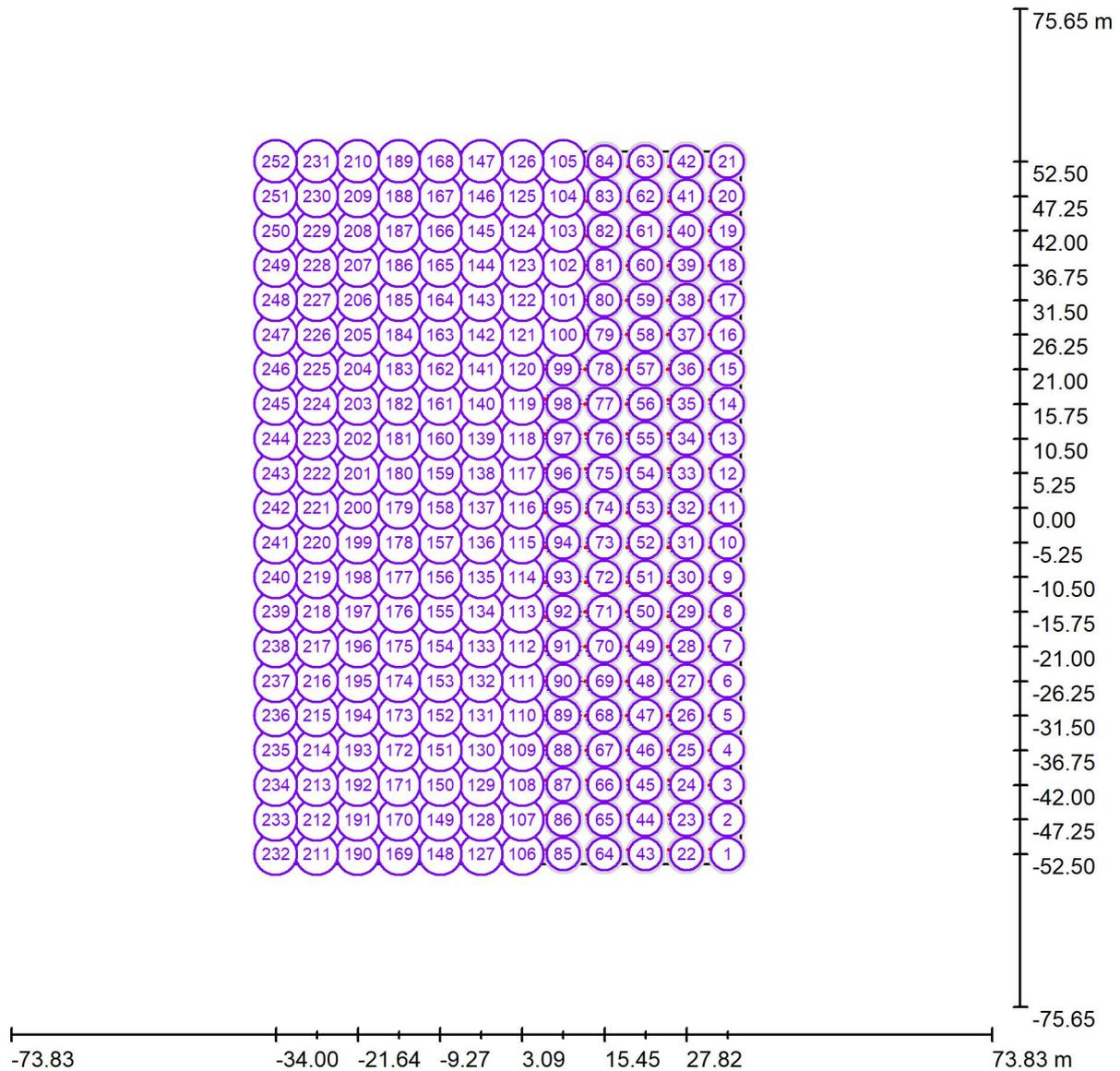
Lista de zonas luminarias deportivas

Luminaria	Índice	Posición [m]			Punto de irradiación [m]			Ángulo de irradiación [°]	Orientación	Mástil
		X	Y	Z	X	Y	Z			
BVP427 OUT T25 S6/5	85	71.977	-75.349	37.500	14.082	-53.274	0.000	31.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S6/5	86	-71.977	-75.349	37.500	-14.082	-53.274	0.000	31.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S6/5	87	71.977	75.349	37.500	14.082	53.274	0.000	31.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S6/5	88	-71.977	75.349	37.500	-14.082	53.274	0.000	31.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	89	71.978	-75.347	38.500	1.707	-53.274	0.000	27.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	90	-71.978	-75.347	38.500	-1.707	-53.274	0.000	27.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	91	71.978	75.347	38.500	1.707	53.274	0.000	27.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	92	-71.978	75.347	38.500	-1.707	53.274	0.000	27.6	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
BVP427 OUT T25 S5/5	89	71.978	-75.348	39.500	-9.786	-53.274	0.000	25.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	90	-71.978	-75.348	39.500	9.786	-53.274	0.000	25.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
BVP427 OUT T25 S5/5	91	71.978	75.348	39.500	-9.786	53.274	0.000	25.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
BVP427 OUT T25 S5/5	92	-71.978	75.348	39.500	9.786	53.274	0.000	25.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	93	71.979	-75.344	40.500	-22.084	-52.588	0.000	22.7	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	94	-71.979	-75.344	40.500	22.084	-52.588	0.000	22.7	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	95	71.979	75.344	40.500	-22.084	52.588	0.000	22.7	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	96	-71.979	75.344	40.500	22.084	52.588	0.000	22.7	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	97	73.515	-71.474	41.500	29.400	-11.200	0.000	29.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	98	-73.515	-71.474	41.500	-29.400	-11.200	0.000	29.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	99	73.515	71.474	41.500	29.400	11.200	0.000	29.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	100	-73.515	71.474	41.500	-29.400	11.200	0.000	29.1	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4

N BVP427 OUT T25 S4/5	69	73.098	-72.421	41.500	1.100	-22.100	0.000	25.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	70	-73.098	-72.421	41.500	-1.100	-22.100	0.000	25.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	71	73.098	72.421	41.500	1.100	22.100	0.000	25.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	72	-73.098	72.421	41.500	-1.100	22.100	0.000	25.3	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	73	72.710	-73.399	41.500	-17.239	-29.000	0.000	22.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	74	-72.710	-73.399	41.500	17.239	-29.000	0.000	22.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	75	72.710	73.399	41.500	-17.239	29.000	0.000	22.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	76	-72.710	73.399	41.500	17.239	29.000	0.000	22.5	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	77	72.324	-74.371	41.500	-33.949	-37.460	0.000	20.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	78	-72.324	-74.371	41.500	33.949	-37.460	0.000	20.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	79	72.324	74.371	41.500	-33.949	37.460	0.000	20.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	80	-72.324	74.371	41.500	33.949	37.460	0.000	20.2	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4
N BVP427 OUT T25 S4/5	101	71.946	-75.326	41.500	-34.000	-52.500	0.000	21.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	102	-71.946	-75.326	41.500	34.000	-52.500	0.000	21.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 1
N BVP427 OUT T25 S4/5	103	71.946	75.326	41.500	-34.000	52.500	0.000	21.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 3
N BVP427 OUT T25 S4/5	104	-71.946	75.326	41.500	34.000	52.500	0.000	21.0	(C 0.0°, G 0.0°)	Posición de mástil 4

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Observador GR (sumario de resultados)**



Escala 1 : 1056

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
1	Observador GR 1	34.000	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
2	Observador GR 2	34.000	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
3	Observador GR 3	34.000	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
4	Observador GR 4	34.000	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
5	Observador GR 5	34.000	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
6	Observador GR 6	34.000	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
7	Observador GR 7	34.000	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
8	Observador GR 8	34.000	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
9	Observador GR 9	34.000	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
10	Observador GR 10	34.000	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
11	Observador GR 11	34.000	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
12	Observador GR 12	34.000	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
13	Observador GR 13	34.000	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
14	Observador GR 14	34.000	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
15	Observador GR 15	34.000	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
16	Observador GR 16	34.000	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
17	Observador GR 17	34.000	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
18	Observador GR 18	34.000	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
19	Observador GR 19	34.000	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
20	Observador GR 20	34.000	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
21	Observador GR 21	34.000	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
22	Observador GR 22	27.818	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
23	Observador GR 23	27.818	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
24	Observador GR 24	27.818	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
25	Observador GR 25	27.818	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
26	Observador GR 26	27.818	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
27	Observador GR 27	27.818	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
28	Observador GR 28	27.818	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
29	Observador GR 29	27.818	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
30	Observador GR 30	27.818	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
31	Observador GR 31	27.818	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
32	Observador GR 32	27.818	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
33	Observador GR 33	27.818	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
34	Observador GR 34	27.818	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
35	Observador GR 35	27.818	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
36	Observador GR 36	27.818	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
37	Observador GR 37	27.818	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
38	Observador GR 38	27.818	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
39	Observador GR 39	27.818	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
40	Observador GR 40	27.818	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
41	Observador GR 41	27.818	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
42	Observador GR 42	27.818	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
43	Observador GR 43	21.636	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
44	Observador GR 44	21.636	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
45	Observador GR 45	21.636	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
46	Observador GR 46	21.636	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
47	Observador GR 47	21.636	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
48	Observador GR 48	21.636	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
49	Observador GR 49	21.636	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
50	Observador GR 50	21.636	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
51	Observador GR 51	21.636	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
52	Observador GR 52	21.636	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
53	Observador GR 53	21.636	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
54	Observador GR 54	21.636	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
55	Observador GR 55	21.636	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
56	Observador GR 56	21.636	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
57	Observador GR 57	21.636	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
58	Observador GR 58	21.636	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
59	Observador GR 59	21.636	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
60	Observador GR 60	21.636	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
61	Observador GR 61	21.636	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
62	Observador GR 62	21.636	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
63	Observador GR 63	21.636	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
64	Observador GR 64	15.455	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
65	Observador GR 65	15.455	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
66	Observador GR 66	15.455	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
67	Observador GR 67	15.455	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
68	Observador GR 68	15.455	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
69	Observador GR 69	15.455	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
70	Observador GR 70	15.455	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
71	Observador GR 71	15.455	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
72	Observador GR 72	15.455	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
73	Observador GR 73	15.455	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
74	Observador GR 74	15.455	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
75	Observador GR 75	15.455	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
76	Observador GR 76	15.455	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
77	Observador GR 77	15.455	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
78	Observador GR 78	15.455	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
79	Observador GR 79	15.455	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
80	Observador GR 80	15.455	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
81	Observador GR 81	15.455	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
82	Observador GR 82	15.455	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
83	Observador GR 83	15.455	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
84	Observador GR 84	15.455	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
85	Observador GR 85	9.273	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
86	Observador GR 86	9.273	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
87	Observador GR 87	9.273	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
88	Observador GR 88	9.273	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
89	Observador GR 89	9.273	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
90	Observador GR 90	9.273	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
91	Observador GR 91	9.273	-21.000	0.800	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
92	Observador GR 92	9.273	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
93	Observador GR 93	9.273	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
94	Observador GR 94	9.273	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
95	Observador GR 95	9.273	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
96	Observador GR 96	9.273	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
97	Observador GR 97	9.273	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
98	Observador GR 98	9.273	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
99	Observador GR 99	9.273	21.000	0.800	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
100	Observador GR 100	9.273	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
101	Observador GR 101	9.273	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
102	Observador GR 102	9.273	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
103	Observador GR 103	9.273	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
104	Observador GR 104	9.273	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
105	Observador GR 105	9.273	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
106	Observador GR 106	3.091	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	44 ²⁾
107	Observador GR 107	3.091	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
108	Observador GR 108	3.091	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
109	Observador GR 109	3.091	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
110	Observador GR 110	3.091	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
111	Observador GR 111	3.091	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
112	Observador GR 112	3.091	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
113	Observador GR 113	3.091	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
114	Observador GR 114	3.091	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
115	Observador GR 115	3.091	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
116	Observador GR 116	3.091	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
117	Observador GR 117	3.091	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
118	Observador GR 118	3.091	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
119	Observador GR 119	3.091	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
120	Observador GR 120	3.091	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
121	Observador GR 121	3.091	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
122	Observador GR 122	3.091	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
123	Observador GR 123	3.091	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
124	Observador GR 124	3.091	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
125	Observador GR 125	3.091	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
126	Observador GR 126	3.091	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	44 ²⁾
127	Observador GR 127	-3.091	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	44 ²⁾
128	Observador GR 128	-3.091	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
129	Observador GR 129	-3.091	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
130	Observador GR 130	-3.091	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
131	Observador GR 131	-3.091	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
132	Observador GR 132	-3.091	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
133	Observador GR 133	-3.091	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
134	Observador GR 134	-3.091	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
135	Observador GR 135	-3.091	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
136	Observador GR 136	-3.091	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
137	Observador GR 137	-3.091	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
138	Observador GR 138	-3.091	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
139	Observador GR 139	-3.091	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
140	Observador GR 140	-3.091	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
141	Observador GR 141	-3.091	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
142	Observador GR 142	-3.091	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
143	Observador GR 143	-3.091	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
144	Observador GR 144	-3.091	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
145	Observador GR 145	-3.091	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
146	Observador GR 146	-3.091	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
147	Observador GR 147	-3.091	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	44 ²⁾
148	Observador GR 148	-9.273	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
149	Observador GR 149	-9.273	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
150	Observador GR 150	-9.273	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
151	Observador GR 151	-9.273	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
152	Observador GR 152	-9.273	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
153	Observador GR 153	-9.273	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
154	Observador GR 154	-9.273	-21.000	0.800	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
155	Observador GR 155	-9.273	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
156	Observador GR 156	-9.273	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
157	Observador GR 157	-9.273	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
158	Observador GR 158	-9.273	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
159	Observador GR 159	-9.273	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
160	Observador GR 160	-9.273	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
161	Observador GR 161	-9.273	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
162	Observador GR 162	-9.273	21.000	0.800	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
163	Observador GR 163	-9.273	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
164	Observador GR 164	-9.273	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
165	Observador GR 165	-9.273	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
166	Observador GR 166	-9.273	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
167	Observador GR 167	-9.273	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
168	Observador GR 168	-9.273	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	45 ²⁾
169	Observador GR 169	-15.455	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
170	Observador GR 170	-15.455	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
171	Observador GR 171	-15.455	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
172	Observador GR 172	-15.455	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
173	Observador GR 173	-15.455	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
174	Observador GR 174	-15.455	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
175	Observador GR 175	-15.455	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
176	Observador GR 176	-15.455	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
177	Observador GR 177	-15.455	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
178	Observador GR 178	-15.455	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
179	Observador GR 179	-15.455	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
180	Observador GR 180	-15.455	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
181	Observador GR 181	-15.455	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
182	Observador GR 182	-15.455	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
183	Observador GR 183	-15.455	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
184	Observador GR 184	-15.455	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
185	Observador GR 185	-15.455	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
186	Observador GR 186	-15.455	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
187	Observador GR 187	-15.455	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
188	Observador GR 188	-15.455	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
189	Observador GR 189	-15.455	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	46 ²⁾
190	Observador GR 190	-21.636	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
191	Observador GR 191	-21.636	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
192	Observador GR 192	-21.636	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
193	Observador GR 193	-21.636	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
194	Observador GR 194	-21.636	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
195	Observador GR 195	-21.636	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
196	Observador GR 196	-21.636	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
197	Observador GR 197	-21.636	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
198	Observador GR 198	-21.636	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
199	Observador GR 199	-21.636	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
200	Observador GR 200	-21.636	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
201	Observador GR 201	-21.636	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
202	Observador GR 202	-21.636	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
203	Observador GR 203	-21.636	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
204	Observador GR 204	-21.636	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	50 ²⁾
205	Observador GR 205	-21.636	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
206	Observador GR 206	-21.636	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
207	Observador GR 207	-21.636	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
208	Observador GR 208	-21.636	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
209	Observador GR 209	-21.636	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
210	Observador GR 210	-21.636	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	47 ²⁾
211	Observador GR 211	-27.818	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
212	Observador GR 212	-27.818	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
213	Observador GR 213	-27.818	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
214	Observador GR 214	-27.818	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
215	Observador GR 215	-27.818	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
216	Observador GR 216	-27.818	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
217	Observador GR 217	-27.818	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
218	Observador GR 218	-27.818	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
219	Observador GR 219	-27.818	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
220	Observador GR 220	-27.818	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Observador GR (sumario de resultados)

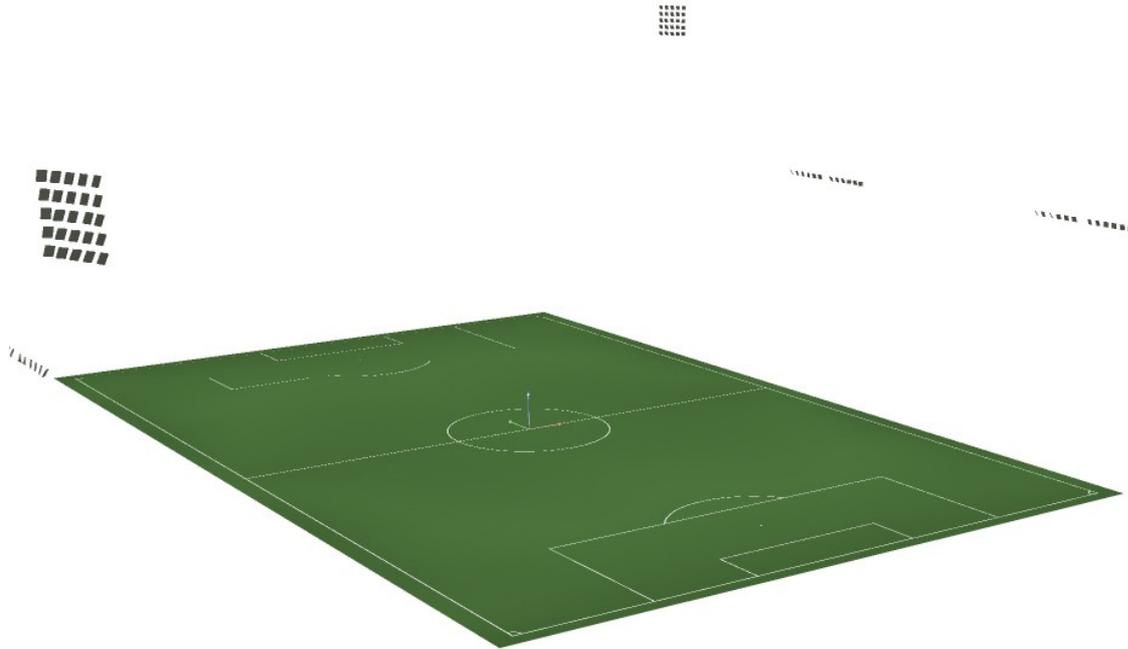
Lista de puntos de cálculo GR

N°	Designación	Posición [m]			Área del ángulo visual [°]				Max
		X	Y	Z	Inicio	Fin	Amplitud de paso	Inclination	
221	Observador GR 221	-27.818	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
222	Observador GR 222	-27.818	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
223	Observador GR 223	-27.818	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
224	Observador GR 224	-27.818	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
225	Observador GR 225	-27.818	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
226	Observador GR 226	-27.818	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	49 ²⁾
227	Observador GR 227	-27.818	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
228	Observador GR 228	-27.818	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
229	Observador GR 229	-27.818	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
230	Observador GR 230	-27.818	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
231	Observador GR 231	-27.818	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
232	Observador GR 232	-34.000	-52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
233	Observador GR 233	-34.000	-47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
234	Observador GR 234	-34.000	-42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
235	Observador GR 235	-34.000	-36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
236	Observador GR 236	-34.000	-31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
237	Observador GR 237	-34.000	-26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
238	Observador GR 238	-34.000	-21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
239	Observador GR 239	-34.000	-15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
240	Observador GR 240	-34.000	-10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
241	Observador GR 241	-34.000	-5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
242	Observador GR 242	-34.000	0.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
243	Observador GR 243	-34.000	5.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
244	Observador GR 244	-34.000	10.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
245	Observador GR 245	-34.000	15.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
246	Observador GR 246	-34.000	21.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
247	Observador GR 247	-34.000	26.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
248	Observador GR 248	-34.000	31.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
249	Observador GR 249	-34.000	36.750	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
250	Observador GR 250	-34.000	42.000	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
251	Observador GR 251	-34.000	47.250	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾
252	Observador GR 252	-34.000	52.500	1.000	0.0	360.0	15.0	-3.0	48 ²⁾

2) La luminancia difusa equivalente del entorno que ha sido calculada presupone que el entorno presenta una reflexión completamente difusa (conforme a la norma EN 12464-2).

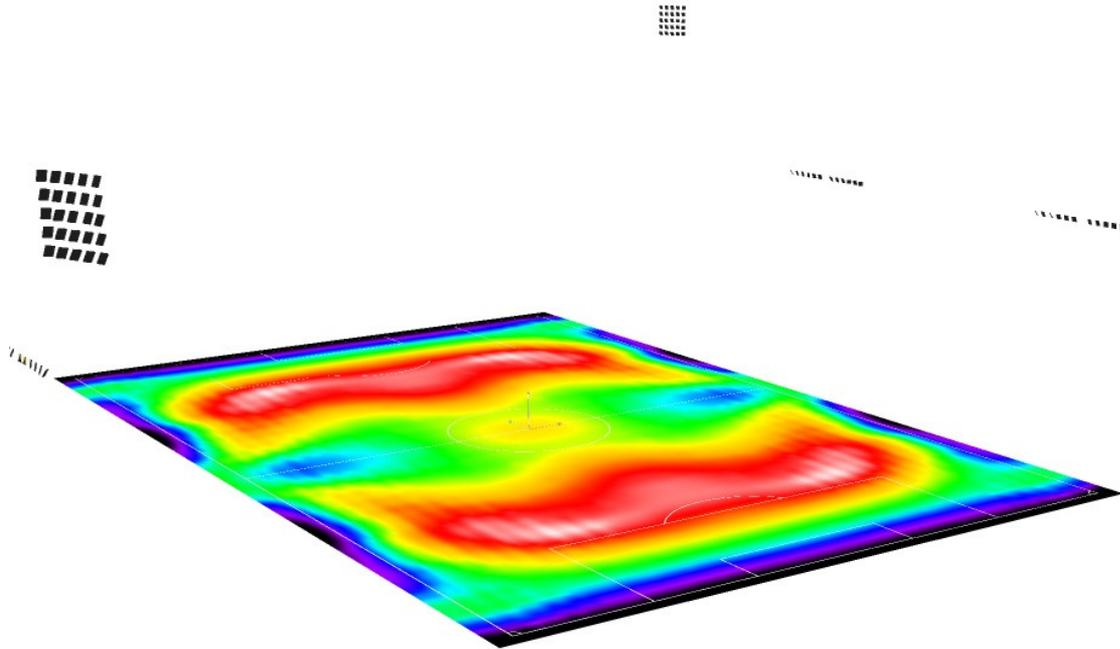
Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Rendering (procesado) en 3D



Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
Teléfono
Fax
e-Mail davidenriquezch@gmail.com

ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL / Rendering (procesado) de colores falsos

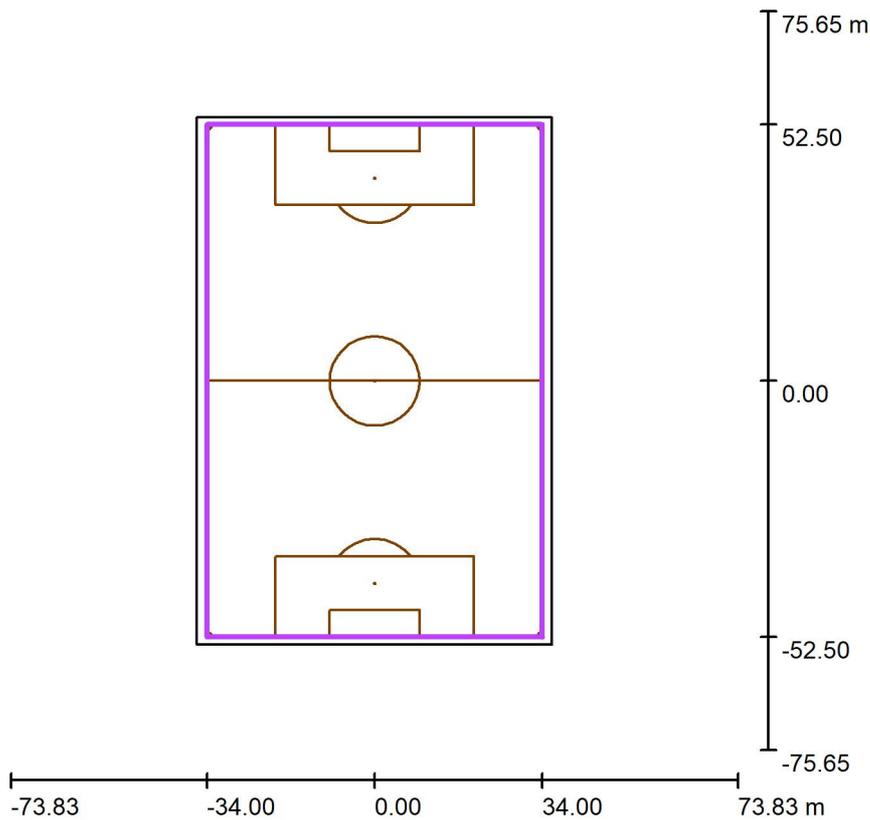


900 950 1000 1050 1100 1150 1200 1250 1300

lx

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Resumen**



Escala 1 : 1546

Posición: (0.000 m, 0.000 m, 0.000 m)
 Tamaño: (105.000 m, 68.000 m)
 Rotación: (0.0°, 0.0°, 90.0°)
 Tipo: Normal, Trama: 21 x 12 Puntos
 Pertenece al siguiente centro deportivo: Campo de fútbol 1

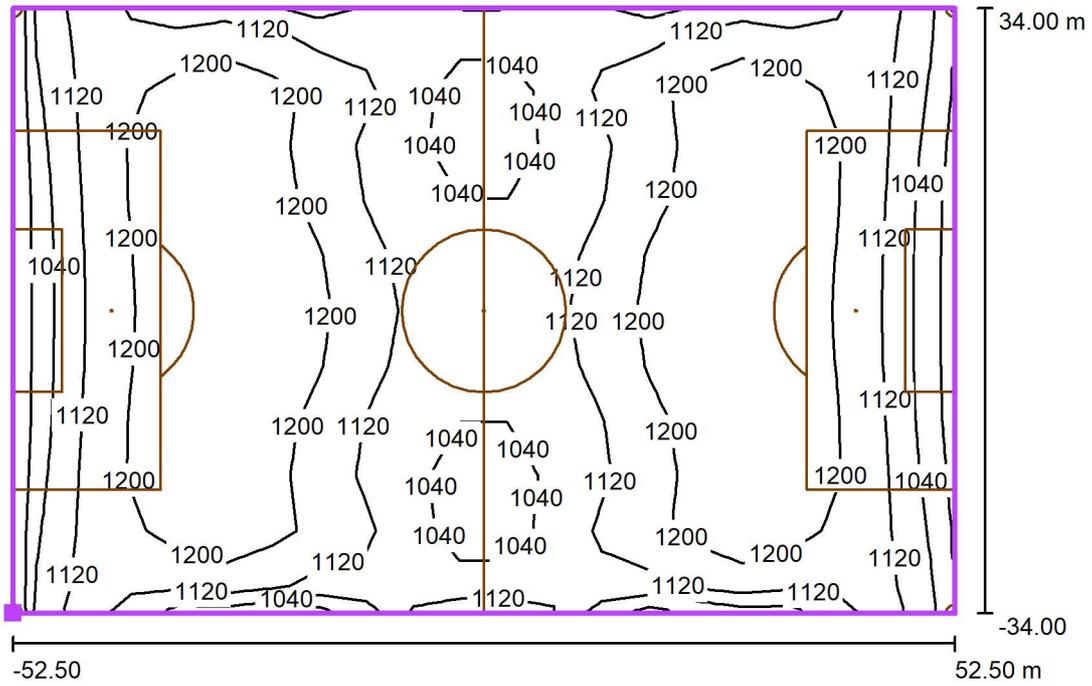
Sumario de los resultados

N°	Tipo	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}	$E_{h\ m} / E_m$	H [m]	Cámara
1	perpendicular	1129	913	1290	0.81	0.71	/	1.800	/
2	horizontal	1129	913	1290	0.81	0.71	/	1.800	/
3	vertical, 0.0°	1302	856	1715	0.66	0.50	0.87	1.800	/

$E_{h\ m} / E_m$ = Relación entre la intensidad lumínica central horizontal y vertical, H = Medición altura

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, horizontal)**



Valores en Lux, Escala 1 : 848

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (34.000 m, -
 52.500 m, 0.000 m)

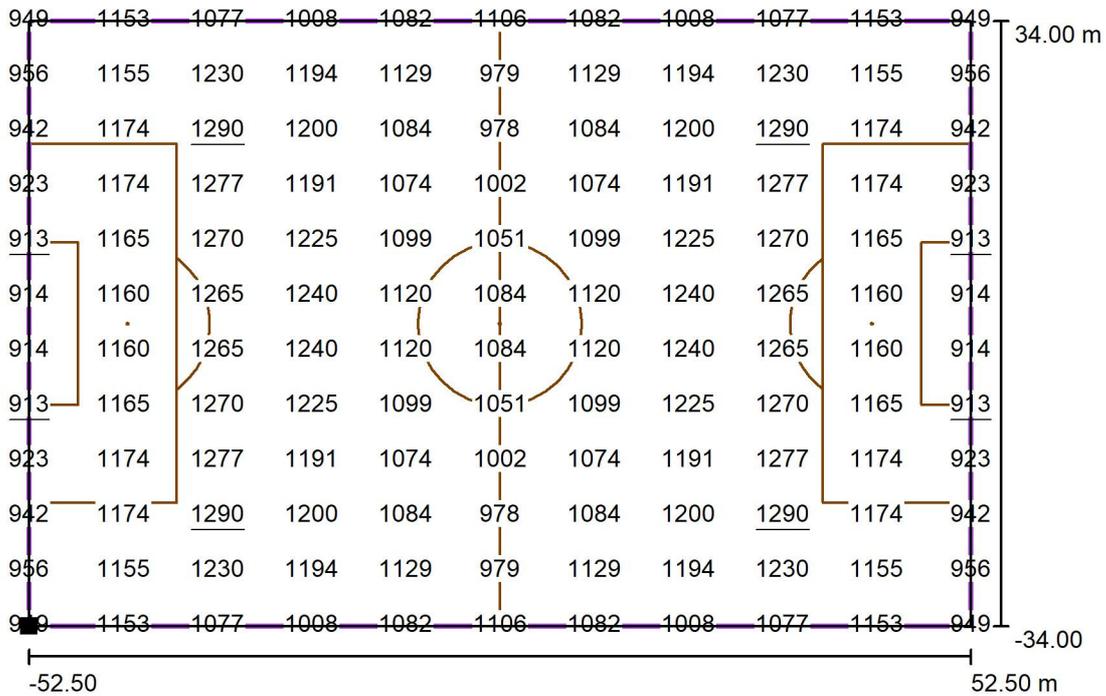


Trama: 21 x 12 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1129	913	1290	0.81	0.71

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

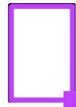
**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gráfico de valores (E, horizontal)**



Valores en Lux, Escala 1 : 848

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado: (34.000 m, -52.500 m, 0.000 m)

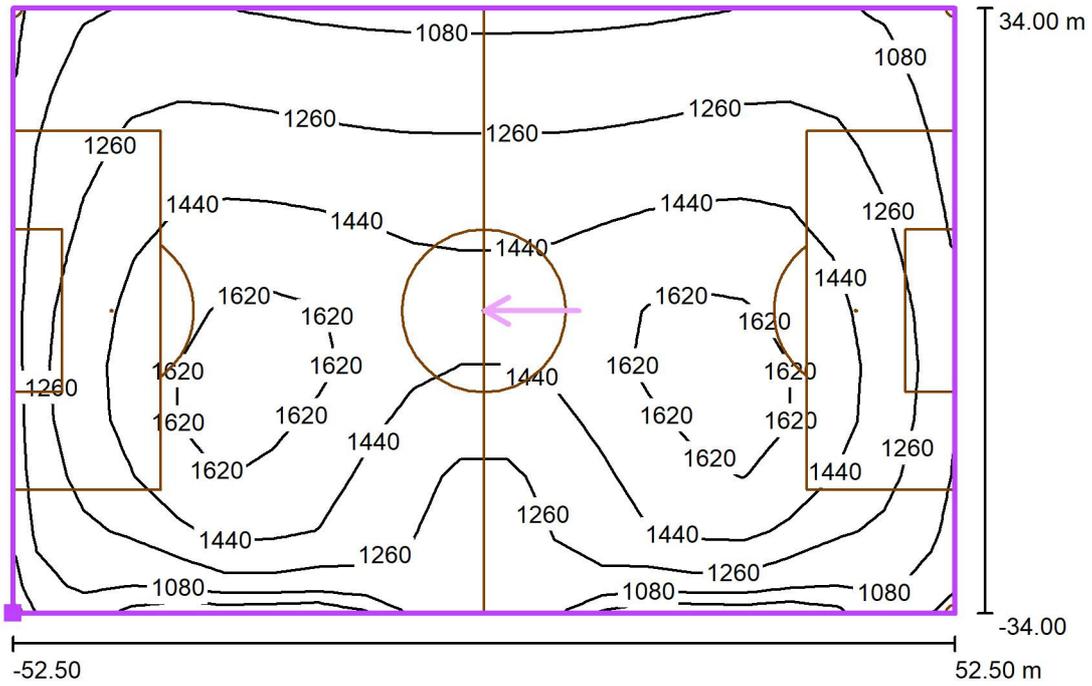


Trama: 21 x 12 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1129	913	1290	0.81	0.71

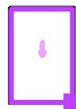
Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Isolíneas (E, vertical)**



Valores en Lux, Escala 1 : 848

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (34.000 m, -
 52.500 m, 0.000 m)

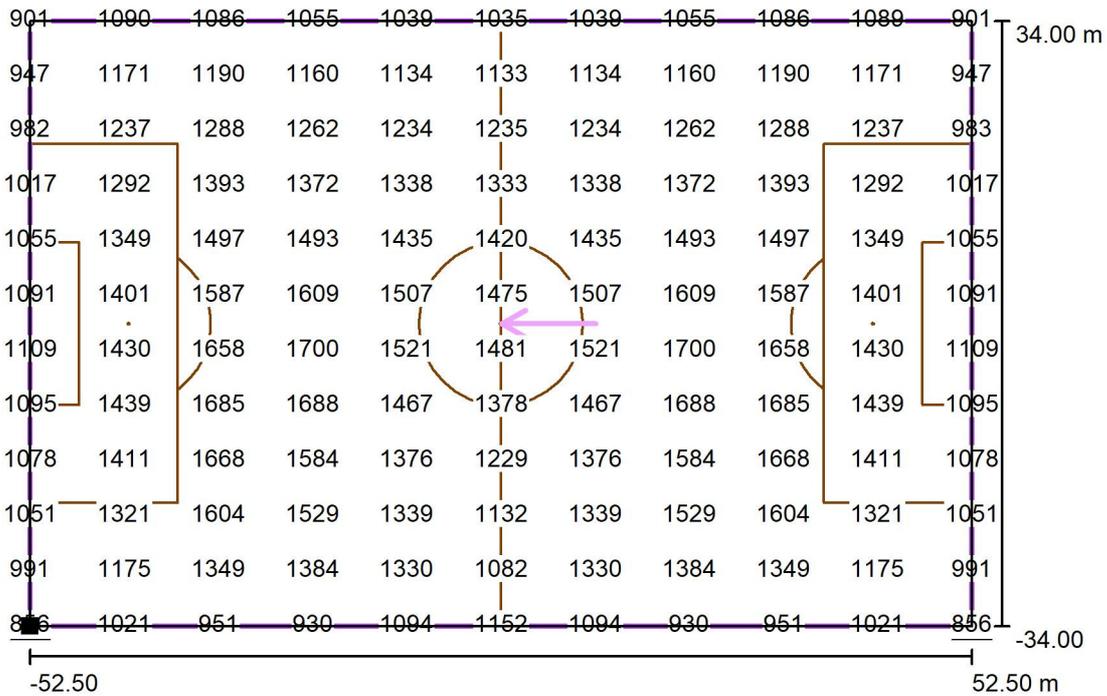


Trama: 21 x 12 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1302	856	1715	0.66	0.50

Proyecto elaborado por David Enriquez Ch.
 Teléfono
 Fax
 e-Mail davidenriquezch@gmail.com

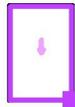
**ALUMBRADO DEL CAMPO DEPORTIVO DEL ESTADIO DEL ESTADIO PROFESIONAL /
 Campo de fútbol 1 trama de cálculo (PA) / Gráfico de valores (E, vertical)**



Valores en Lux, Escala 1 : 848

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado: (34.000 m, -
 52.500 m, 0.000 m)



Trama: 21 x 12 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1302	856	1715	0.66	0.50

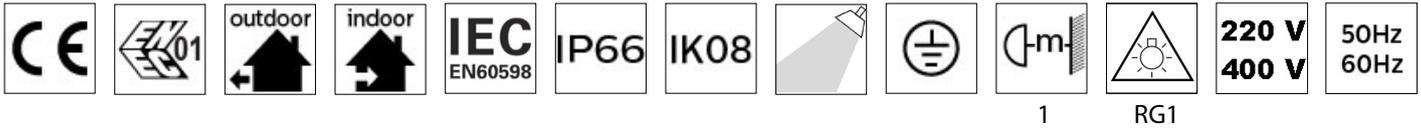
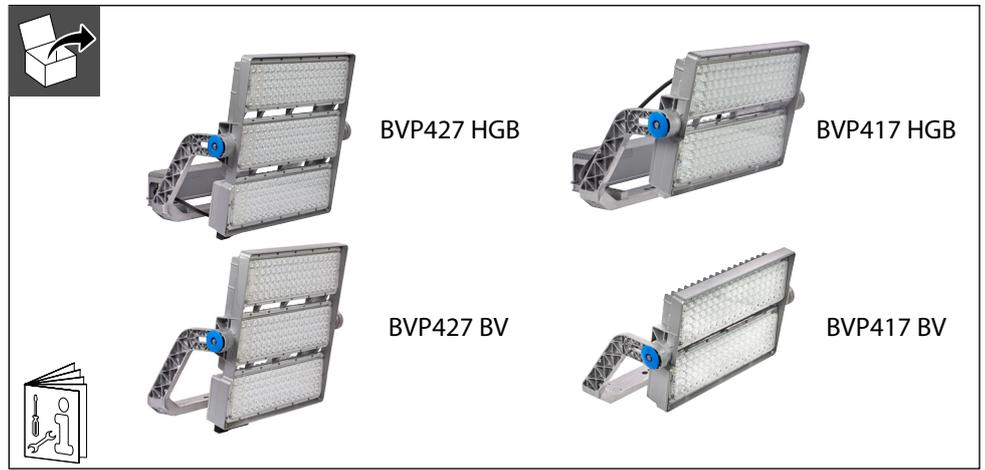
ANEXO 2

FICHA TÉCNICA DE LUMINARIA LED BVP427 HGB

PHILIPS

ArenaVision LED gen3
Floodlight

BVP427/BVP417



Type	LIFE L80*	led color	Flux (lm) +/- 7%	W +/- 10%	outdoor	indoor	outdoor	HGB	BV
			Ta=25°C						
BVP427	50000h	957	180000	1578	20° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	180000	1578	25° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	173000	1497	30° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	165000	1415	35° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	158000	1332	40° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	150000	1250	45° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	150000	1250	-	35° C	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	957	130000	1043	-	45° C	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	195000	1578	20° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	195000	1578	25° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	187000	1497	30° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	180000	1415	35° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	171000	1332	40° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	163000	1250	45° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	163000	1250	-	35° C	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	857	142000	1043	-	45° C	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	221000	1578	20° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	221000	1578	25° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	212000	1497	30° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	204000	1415	35° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	195000	1332	40° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	186000	1250	45° C	-	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	186000	1250	-	35° C	-40° C	33	26,5
BVP427	50000h	757	162000	1043	-	45° C	-40° C	33	26,5

*Lumen maintenance at median useful life 50Khrs is L80

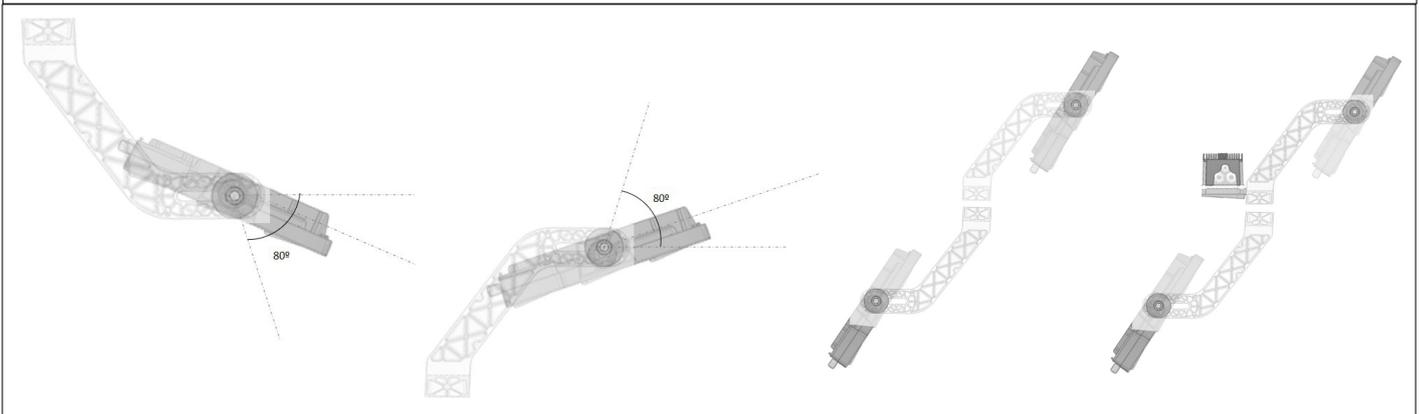
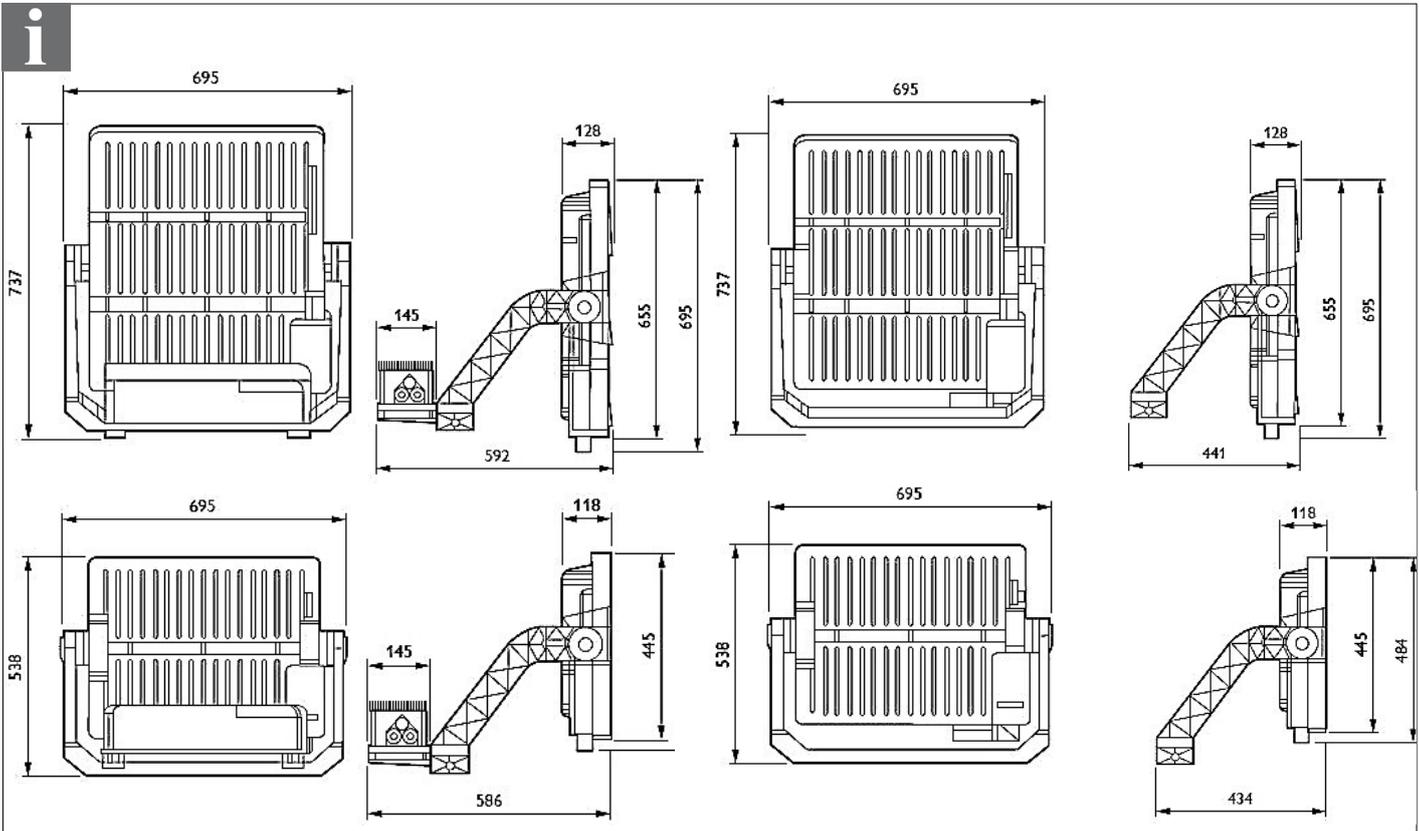
Type	LIFE L80*	 led color	Flux (lm) +/- 7%	W +/- 10%	 outdoor	 indoor	 outdoor	 HGB	 BV
			Ta=25°C						
BVP417	50000h	957	120000	1052	20° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	120000	1052	25° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	115000	998	30° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	110000	943	35° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	105000	888	40° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	100000	833	45° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	100000	833	-	35° C	-40° C	29	22
BVP417	50000h	957	87000	695	-	45° C	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	130000	1052	20° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	130000	1052	25° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	125000	998	30° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	120000	943	35° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	114000	888	40° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	109000	833	45° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	109000	833	-	35° C	-40° C	29	22
BVP417	50000h	857	95000	695	-	45° C	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	147000	1052	20° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	147000	1052	25° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	142000	998	30° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	136000	943	35° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	130000	888	40° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	124000	833	45° C	-	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	124000	833	-	35° C	-40° C	29	22
BVP417	50000h	757	108000	695	-	45° C	-40° C	29	22

*Lumen maintenance at median useful life 50Khrs is L80

SCx

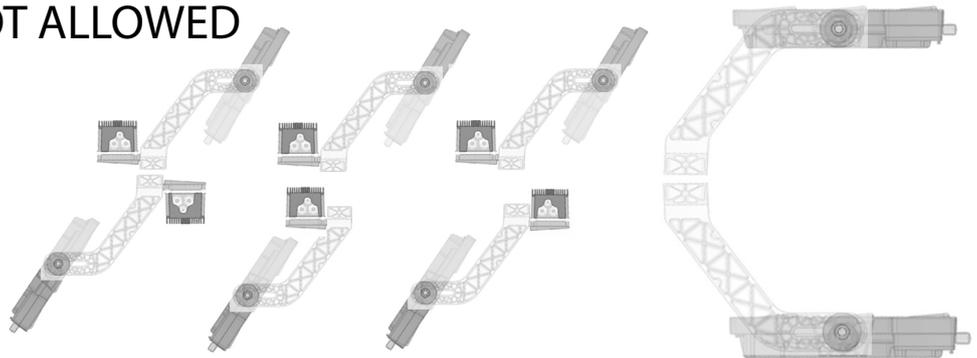
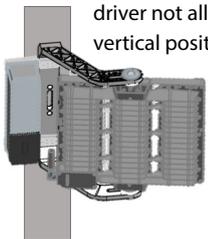
Configuration	0°	15°	30°	40°	50°	65°	90°
BVP417 HGB	0,18	0,22	0,25	0,27	0,27	0,29	0,33
BVP417 HGB+ EXTERNAL LOUVER	0,23	0,25	0,27	0,26	0,25	0,25	0,32
BVP417 BV	0,10	0,17	0,21	0,24	0,26	0,30	0,34
BVP417 BV+EXTERNAL LOUVER	0,13	0,18	0,22	0,25	0,25	0,26	0,32
BVP427 BV	0,12	0,20	0,29	0,33	0,33	0,41	0,48
BVP427 BV+EXTERNAL LOUVER	0,14	0,24	0,29	0,31	0,34	0,38	0,44
BVP427 HGB	0,20	0,27	0,30	0,32	0,33	0,41	0,47
BVP427 HGB+EXTERNAL LOUVER	0,23	0,30	0,32	0,32	0,34	0,39	0,44

Any modification on the luminaire will cancel the warranty



POSITIONS NOT ALLOWED

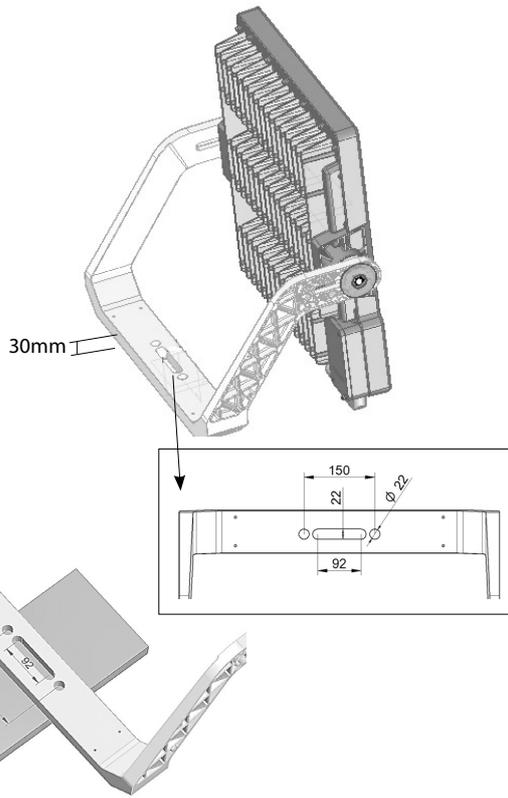
Luminaire with or without driver not allowed in vertical position



In luminaire version for swimming pool applications (SWP):
 Fixture mounting system (including fasteners) needs to be compliant with EN 13451-1 or MIS 1203
 Mounting system and product shall be a subject of periodical inspection at least every year.
 Any rusted element needs to be replaced.

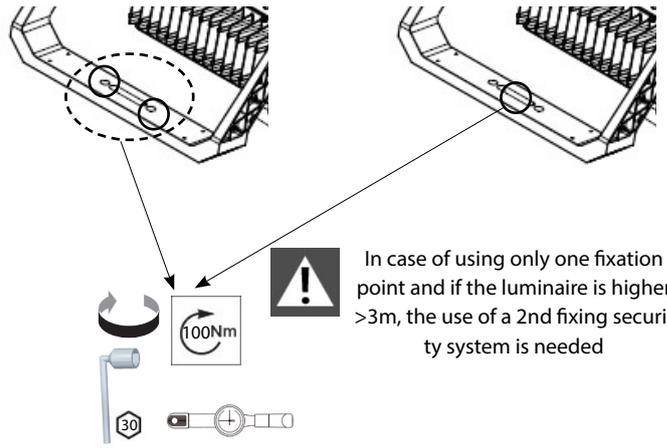


The light source contained in this luminaire shall only be replaced by the manufacturer or his service agent or a similar qualified person.



2XM20 SCREW

1XM20 SCREW

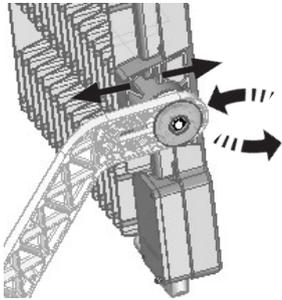


In case of using only one fixation point and if the luminaire is higher >3m, the use of a 2nd fixing security system is needed

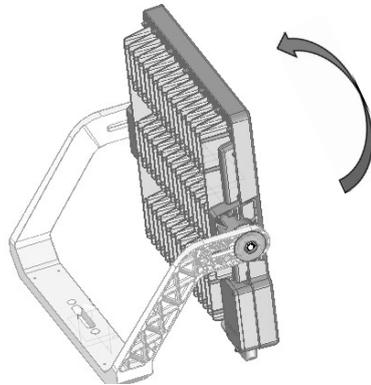
FLAT WASHER AND GROWER WASHER NEEDED ACCORDING TO DIN9021

The fasteners have to resist environment corrosion.
Stainless steel screws not recommended and protective coating might be applied.

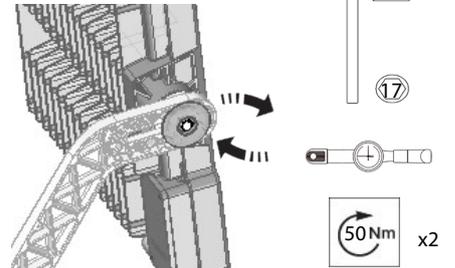
1



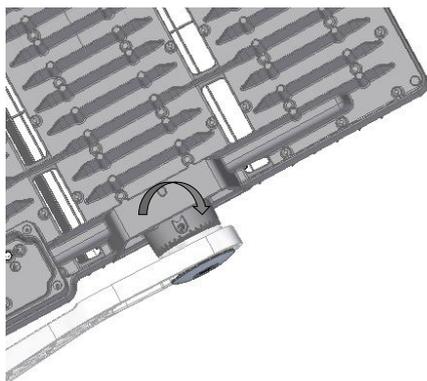
2



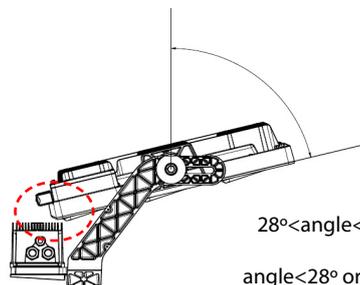
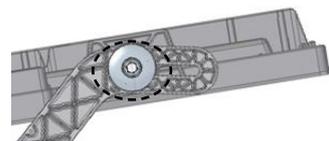
3



4



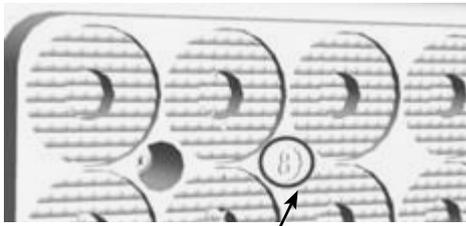
If luminaire placed as shown, rotation angle limited:



28° < angle < 76° **X**

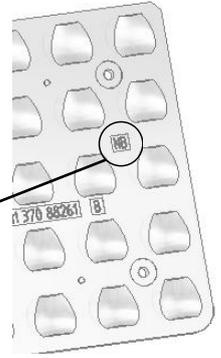
angle < 28° or > 76° **✓**

i



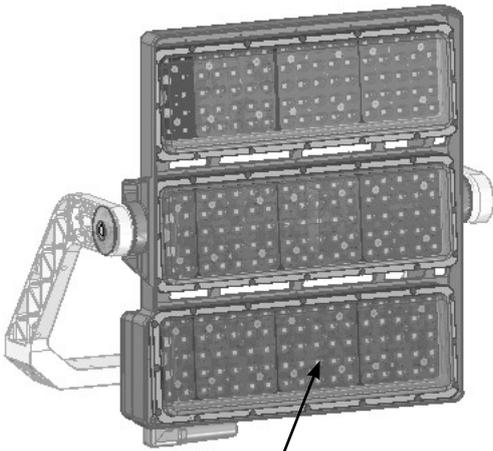
OPTIC TYPE
 2 / 3 / 4 / 5 / 6 / 7 / 8
 ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓ ↓
 S3 S4 S5 S6 S7 S8

NB55 / MB55 / DX50 / DX55
 ↓ ↓ ↓ ↓
 A55-NB A55-MB A65-NB A65-WB



CLEANING

1. Remove physical elements that can block and modify the aircooling (heatsink fins)
2. Cleaning Frequency (depending on installation place and environment)



CLEANING PARTS
 PC

Cleaning Interval (months)	Pollution Category		
	High	Medium	Low
12	0,91	0,92	0,93
18	0,90	0,91	0,92
24	0,88	0,89	0,91
30	0,85	0,88	0,9
36	0,83	0,87	0,9

CLEANING TECHNIQUES

1. Always test the sample with the cleaner and according to the chosen technique before
2. Do not leave cleaners on plastic parts for a long period
3. Do not apply cleaners in direct sunlight or at elevated temperatures



RECOMMENDED
Mild Soap
Lukewarm Water
Soft/Grid free Cloth
Sponge
Water Cleaning

FORBIDDEN
Abrasive Cleaners
Highly Alkaline Cleaners
Aromatic Solvents
Halogenated Solvents
Brushes
Steel Wood
Squeegess, razorblades

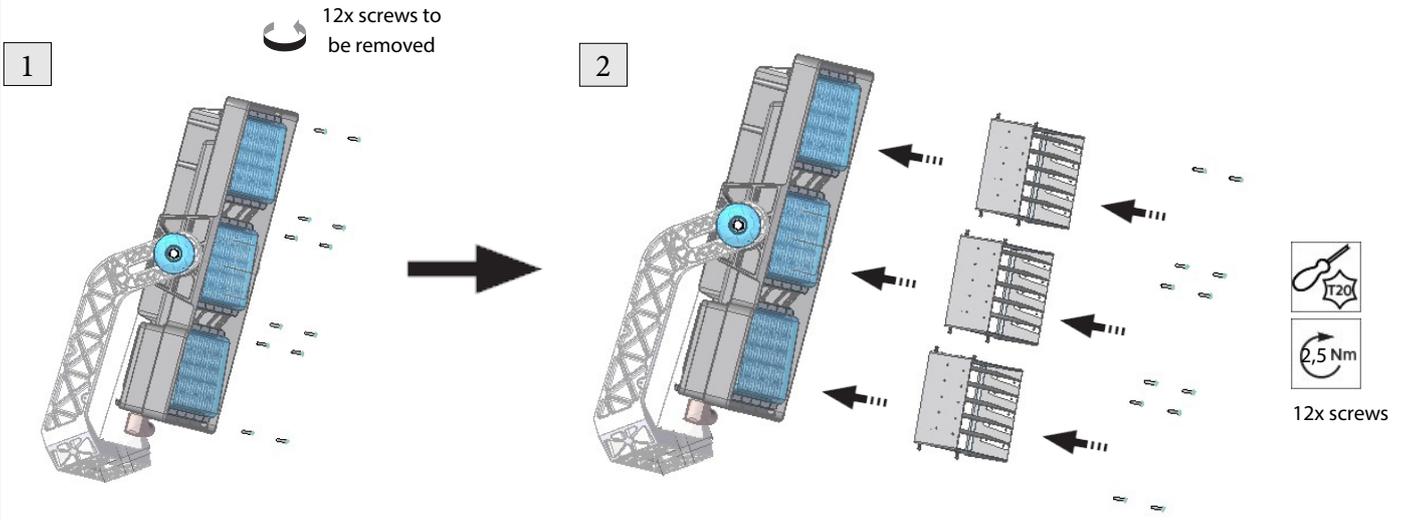


The list is not exhaustive

ACCESORIES

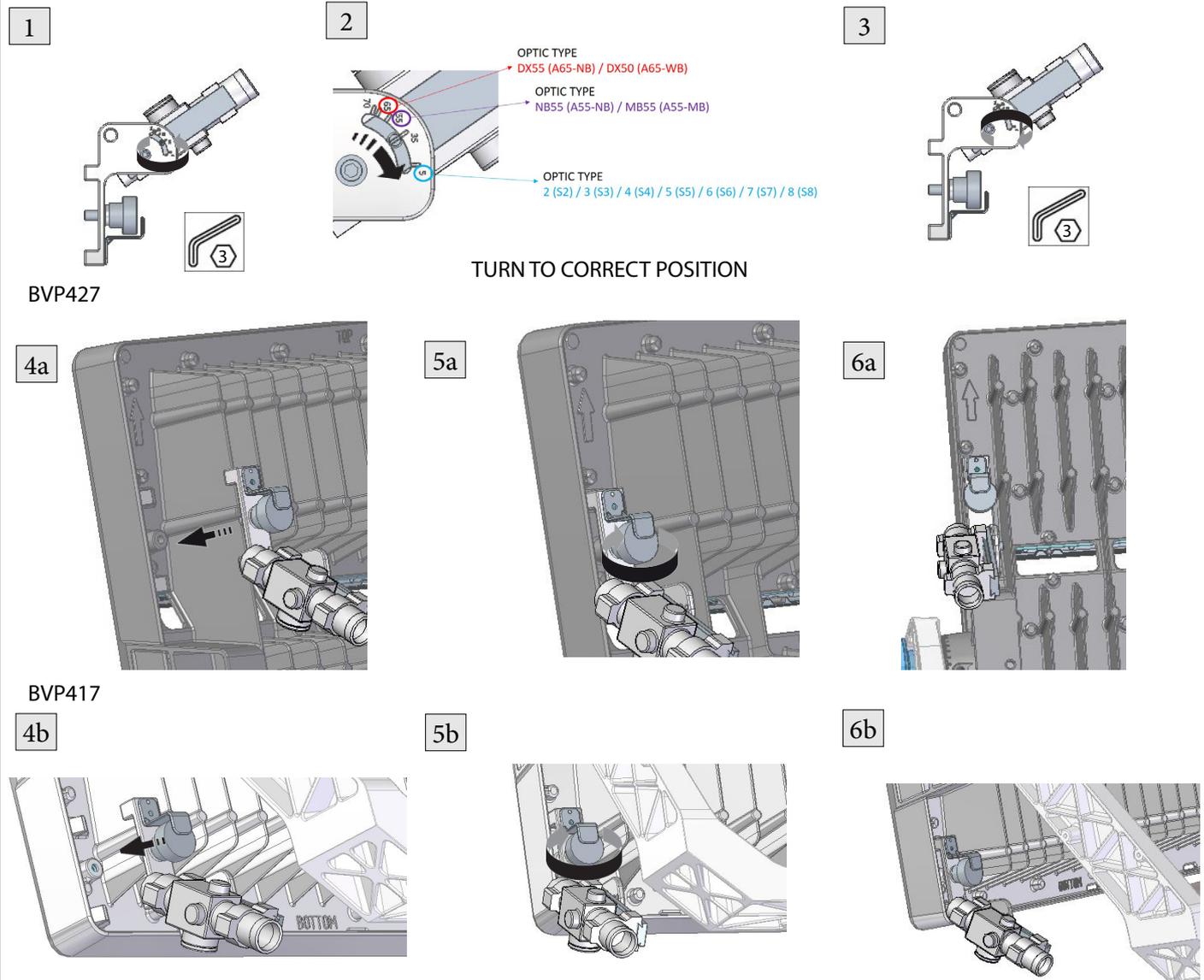
LOUVRE (External louvre (1 per module, 2 or 3 pieces per luminaire))

12NC: 912300024402 ZVP417 EXTERNAL LOUVER



PRECISION AIMING DEVICE

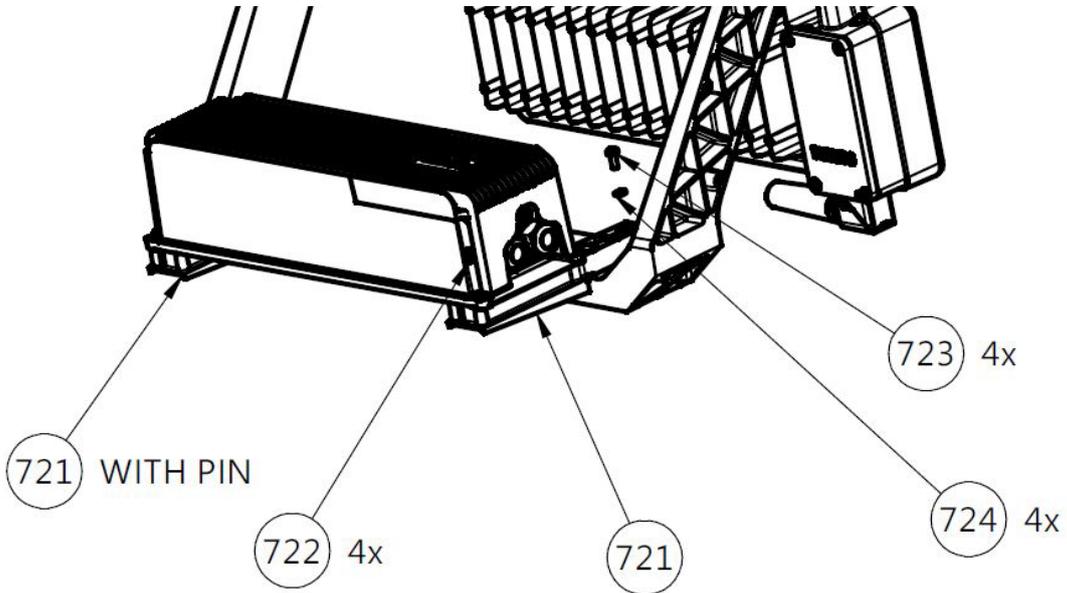
12NC: 912300024403 ZVP417 AIMING DEVICE GEN3





CHANGE FROM BV TO HGB

- 12NC 912300024353 A AVOV G2/3 RAW DRV SUPPORT AND CABLE
- 912300024354 A AVOV G2/3 LGR DRV SUPPORT AND CABLE
- 912300024355 A AVOV G2/3 DGR DRV SUPPORT AND CABLE



COMPONENT		TORQUE	TOOL
721	DRIVER BRACKET	-	
722	SCREW M5	3.5 Nm	T25
723	SCREW M6	5 Nm	T30

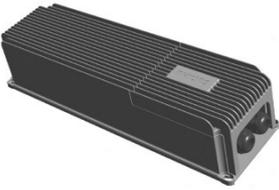
CONNECTIONS IN NEXT SLIDES

PHILIPS

ArenaVision LED gen3
Driver box

EVP400 DMX

EVP400







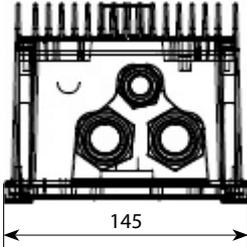
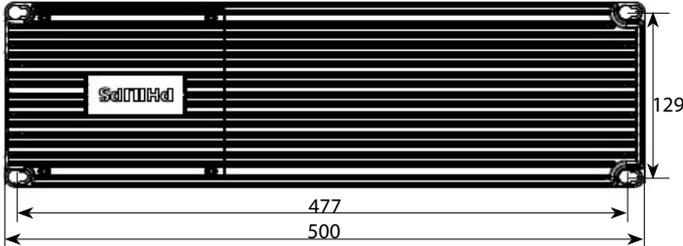
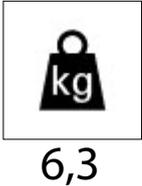










 Driver box Features

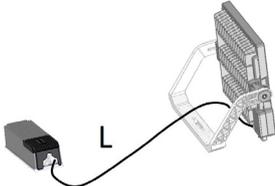
lin (Mains 220V-240V)	8A
lin (Mains 380V-400V)	4.6A
Inrush (220V-240V)	20 A during 160 μ s
Inrush (380V-400V)	30 A during 160 μ s
Power Factor	> 0.95 at full power
Surge Protection*	10kV Com. Mode 6kV Dif. Mode
Maximum Heat Disipation**	75W

* A surge protection device should be integrated in the installation before the luminaire

** According to the maximum heat disipation, a thermal study should be done for a cabinet installation

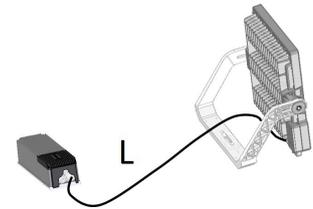
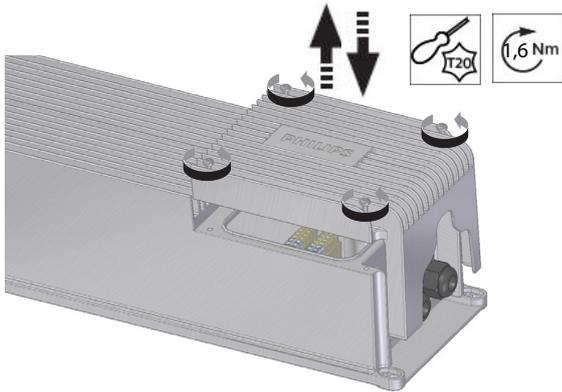
 Distances between driver and luminaire

L < 50	page 9
50 < L < 200	page 12



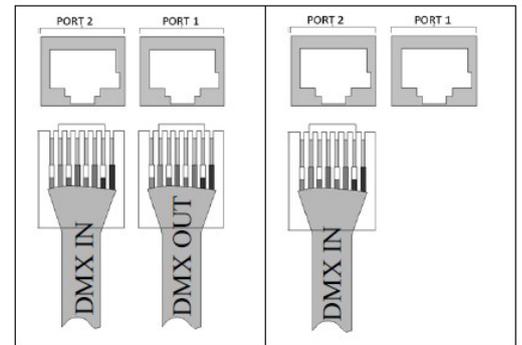
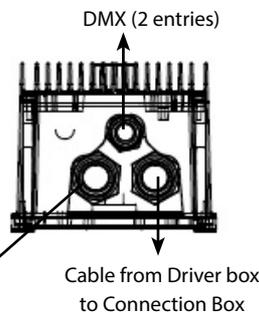


ELECTRICAL CONNECTION L < 50m



PIN #	COLOR	FUNCTION
1	WHITE/ORANGE	DATA 1+
2	ORANGE	DATA 1-
3	WHITE/GREEN	DATA 2+ (Optional)
6	GREEN	DATA 2- (Optional)
4	BLUE	Not assigned
5	WHITE/BLUE	Not assigned
7	WHITE/BROWN	Signal Common for data 1 (0 V)
8	BROWN	Signal Common for Data 2 (0 V)
9	DRAIN	

Pin numbering and color in accordance with ANSI/TIA/EIA-568 scheme T568B



MAINS
Ø13-18mm

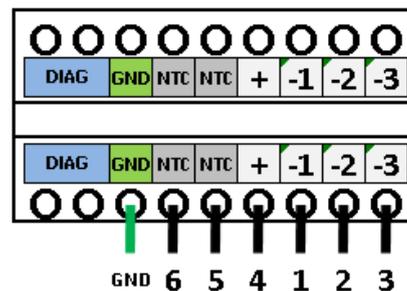
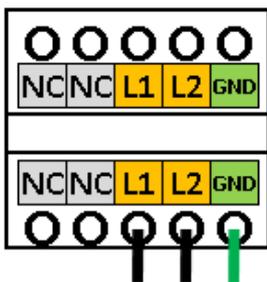
TERMINATOR RJ45 (not supplied by Philips)
For safety reasons the terminator must have isolated housing



MAINS

DMX

CONNECTION BOX



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground

From monophasic to multiphasic (bi/tri) no need to change anything in the driver

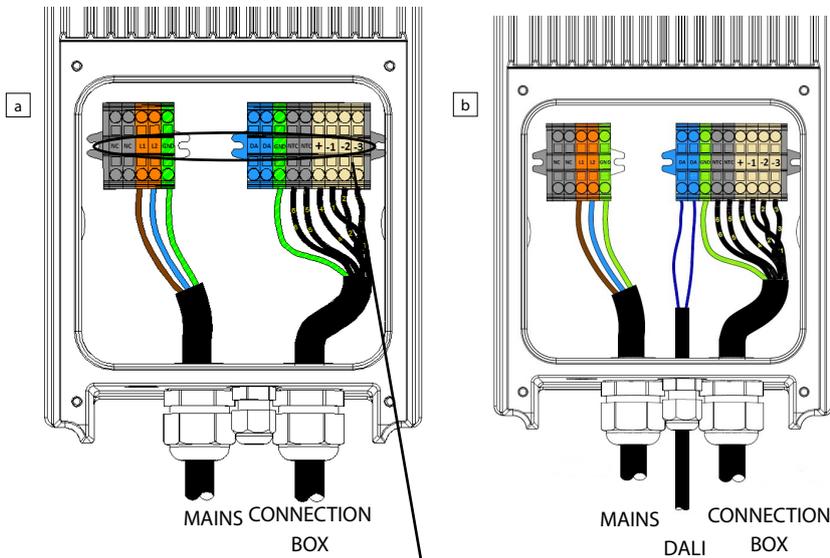
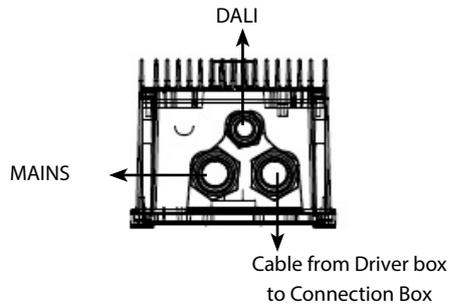
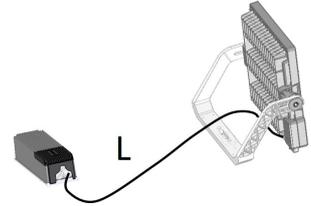
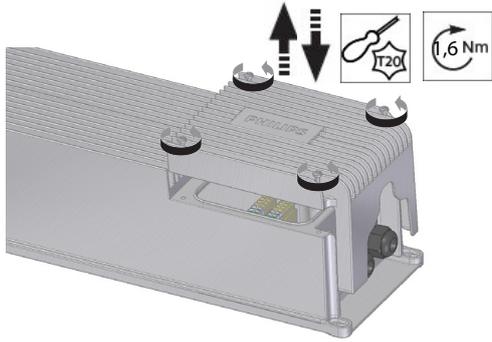
- 1) Remove plugs only when needed
- 2) Slip the DMX cable without RJ45 plug through the cable gland
- 3) Crimp the RJ45 modular plug on the DMX cable inside the driver



		Ø min (mm)	Ø max (mm)	TORQUE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE	CONNECTOR SECTION MAX
DMX Cable	M20	2 x Ø6mm +/-1mm	NA	4.5 Nm	1000 V	2x ETHERNET shielded cable CAT5	
MAINS Cable	M25	Ø13	Ø18	5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750V	4 mm ²
Connection Box	M25	Ø13	Ø18	4.5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V	2.5 mm ²

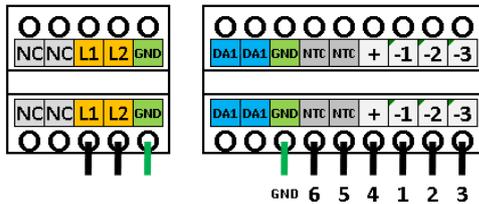


ELECTRICAL CONNECTION L < 50m (only on special requests)



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground

From monophasic to multiphasic (bi/tri) no need to change anything in the driver

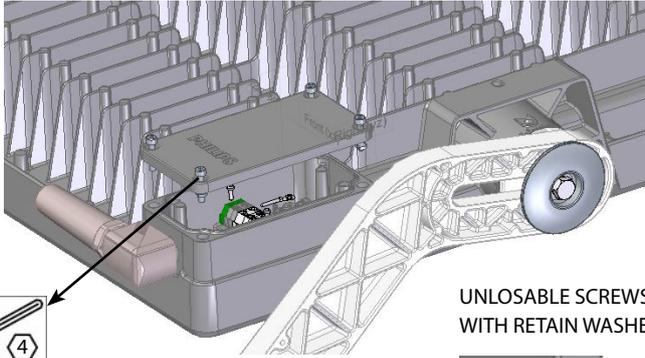


		Ø min (mm)	Ø max (mm)	TORQUE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE	CONNECTOR SECTION MAX
DALI Cable	M20	Ø6	Ø12	3 Nm	1000 V	H05VV-F (3182-Y) 2 core x 1.5mm or H05VV-F (3182-Y) 2 core x 2.5mm	2.5 mm ²
MAINS Cable	M25	Ø13	Ø18	5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750V	4 mm ²
Connection Box	M25	Ø13	Ø18	4.5 Nm	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V	2.5 mm ²

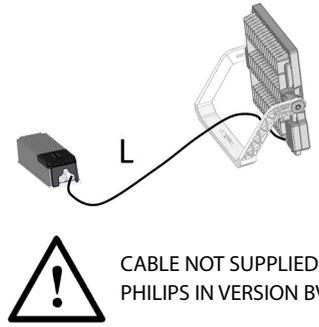
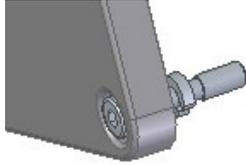


WIRING CONNECTION BOX L < 50m

1



UNLOSABLE SCREWS WITH RETAIN WASHERS



CABLE NOT SUPPLIED BY PHILIPS IN VERSION BV

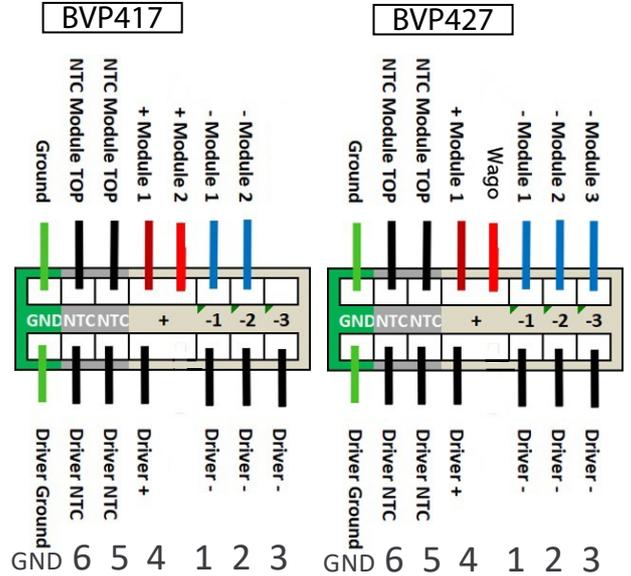
2



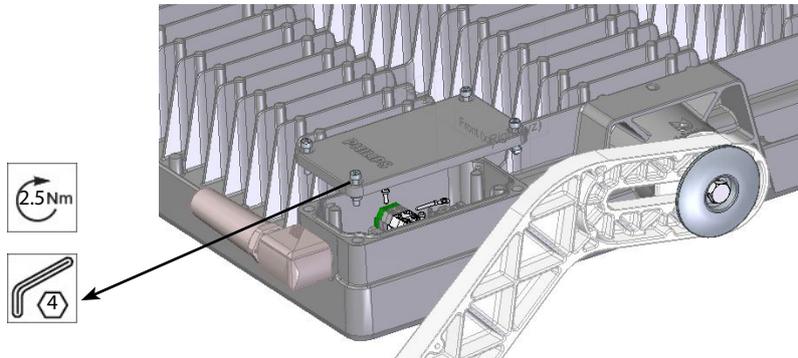
1. Pull the gland outwards
2. Insert the cable
3. Press back to original 90deg position with a click
4. Apply torque



3



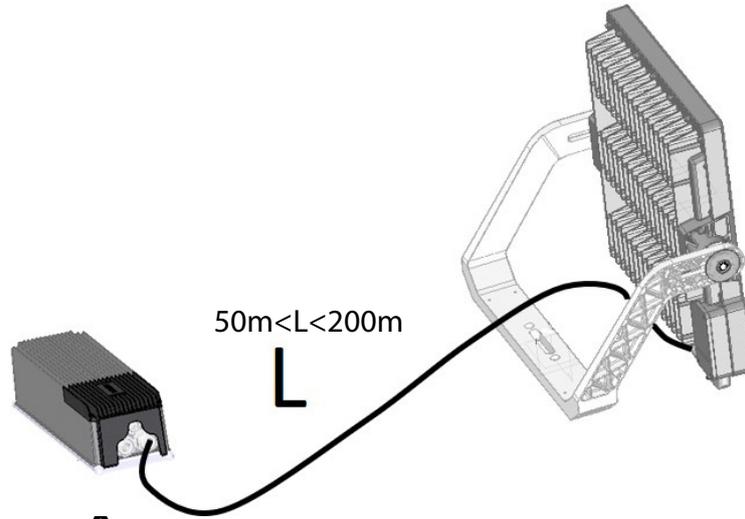
4



		CABLE DIAMETER RANGE	MAX VOLTAGE SUPPORTED	RECOMMENDED CABLE TYPE
L < 25m	7G1.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V
L < 50m	7G2.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V
50m < L < 200m	8G2.5	Ø13-Ø18	1000 V	H07RN-F 450V/750 or A11VV U-600/1000V



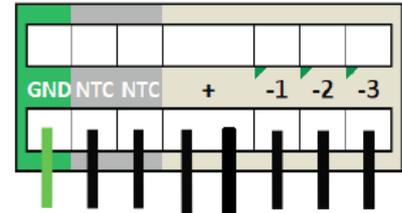
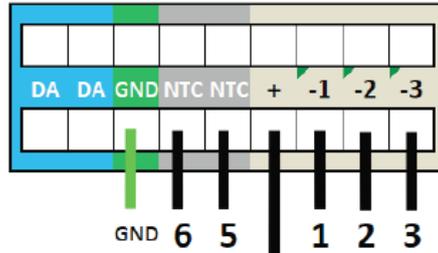
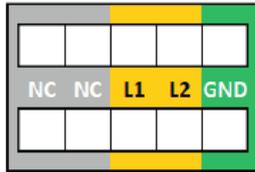
ELECTRICAL CONNECTION 50m < L < 200m



CABLE NOT SUPPLIED BY PHILIPS IN VERSION BV
8G2,5 mm² cable

DRIVER

LUMINAIRE



220-240V	380-400V
NC=No connect	NC=No connect
L1=L	L1
L2=N	L2
GND=Ground	GND=Ground
<i>From monophasic to multiphase (bi/tri) no need to change anything in the driver</i>	

50m < L < 200m
Cable 8 x 2,5mm²



3-POLE TERMINAL BLOCK NOT SUPPLIED BY PHILIPS

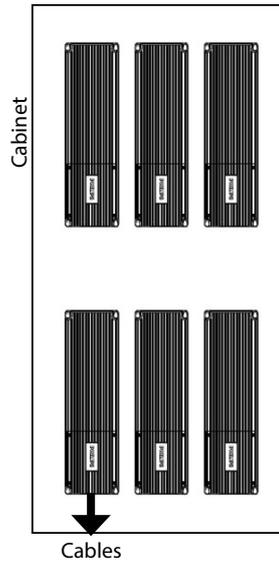




Installation of drivers boxes on cabinet

ORIENTATION

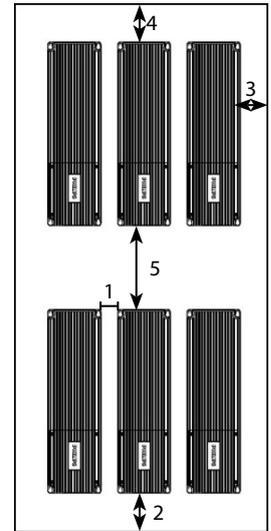
Each driver box in the cabinet has to be in vertical position



DISTANCES

The distances between driver boxes or wall have to be higher than:

Item	Distance
1*	Min 50mm
2**	Min 80mm
3**	Min 50mm
4**	Min 150mm
5*	Min 200mm



* not mandatory if there is an active cooling inside the cabinet. The cooling study must be done
 ** Recommended distances, but the temperatures inside the cabinet and Tc driver must be checked

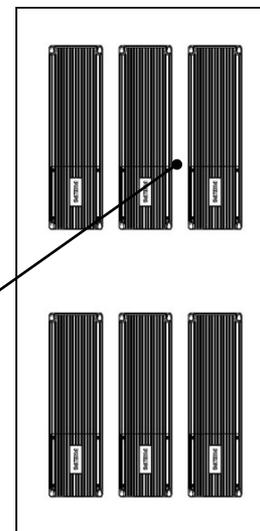
TEMPERATURES

MAXIMUM Relative Humidity:
 95% -> Storage & Transport
 90% -> Operating (no condensation allowed)

A thermal study must be done in order to respect Tc of the drivers below Tc max
 Tc of the driver must be checked

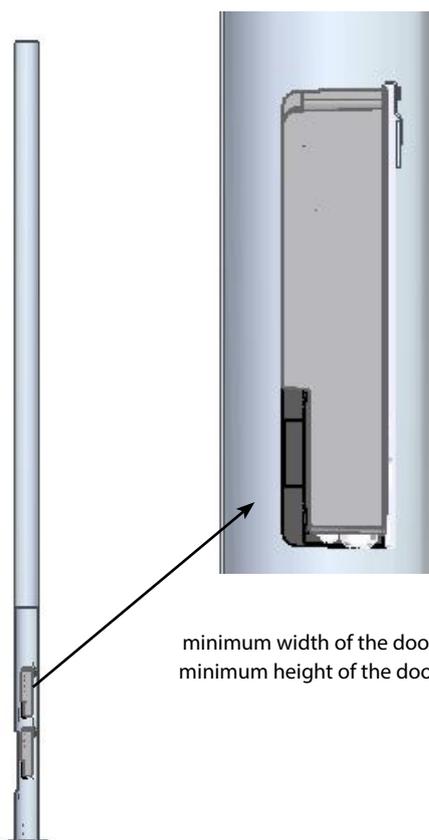
A temperature sensor must be installed inside the cabinet between two driver boxes.
 The temperature measured by the sensor has to be lower than 45°C.
 We recommend a cabinet protected against solar action.

An active cooling can be added in the cabinet to guarantee a maximum temperature of 45°C all along the year

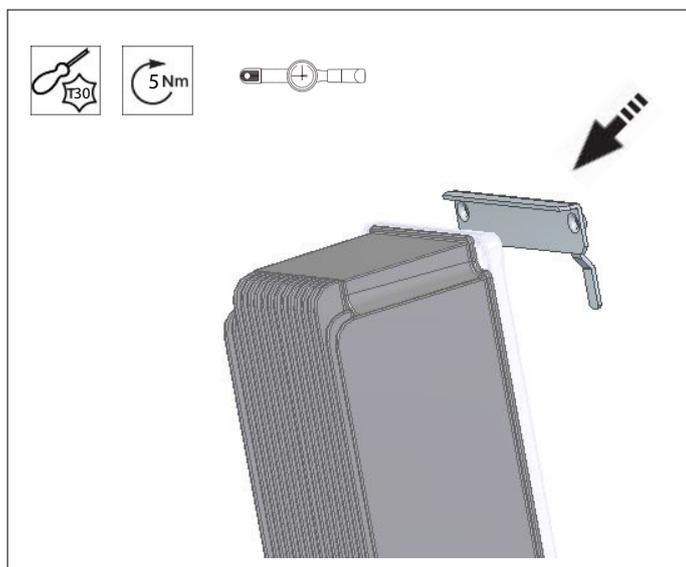




Installation of driver boxes in the mast



minimum width of the door: 125mm
minimum height of the door: 600mm



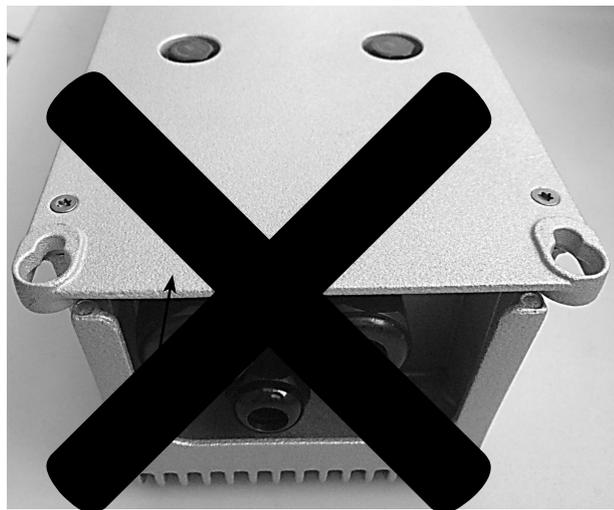
Depending of the driver fixation in the mast, please select the most suitable hook.



Installation of driver boxes on the bracket or in horizontal position



Breathers cannot be exposed directly to water



Maximum number of luminaires to be connected to standard circuit breakers (fuse)

BVP417	Mains voltage	Max Nr luminaires connected
MCB 16A A type	220V-240V	2
MCB 16A B type	220V-240V	2
MCB 32A A type	220V-240V	5
MCB 32A B type	220V-240V	5
MCB 16A A type	380V-400V	5
MCB 16A B type	380V-400V	5

BVP427	Mains voltage	Max Nr luminaires connected
MCB 16A A type	220V-240V	1
MCB 16A B type	220V-240V	1
MCB 32A A type	220V-240V	3
MCB 32A B type	220V-240V	3
MCB 16A A type	380V-400V	3
MCB 16A B type	380V-400V	3



© 2018 Signify Holding.

All rights reserved. This document contains information relating to the product portfolio of Signify which information may be subject to change. No representation or warranty as to the accuracy or completeness of the information included herein is given and any liability for any action in reliance thereon is disclaimed. The information presented in this document is not intended as any commercial offer and does not form part of any quotation or contract. Philips and the Philips Shield Emblem are registered trademarks of Koninklijke Philips N.V.. All other trademarks are owned by Signify Holding or their respective owners.

Signify Holding.

ANEXO 3

**COTIZACIÓN UNITARIA DE LUMINARIAS LED
BVP427 Y LUMINARIAS DE HALOGENURO
METÁLICO MVF403 MHN-SA2000W**



Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
Dirección : AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA - PUNO - PUNO - PUNO
Atención : LOGÍSTICA
Referencia :
Fecha : 07/07/2020
Teléfono :
Fax :

SONEPAR PERU SAC
RUC : 20111740438

COTIZACION N° 928909

It	Codigo	Descripcion	Cod.Proov.	Marca	Cant	UM	T.Ent	Unit S/IGV	Total S/IGV	Unit C/IGV	Total C/IGV
1	0000000000	LUMINARIA LED REFLECTOR 1578W 195000 lm 220-240V 5700K IP66 BVP427	(*) 0	PHILIPS	1	Pza.	14 semanas	2,000.000	2,000.00	2,360.000	2,360.00
2	0000000000	LUMINARIA ARENA VISION HID MVF403 MHN-SA2000W 5600K IP65 A7 SI	(*) 910925748912	PHILIPS	1	Pza.	14 semanas	1,215.000	1,215.00	1,433.700	1,433.70
3	0000000000	LAMAPARA DE HALOGENURO METÁLICO DOBLE CONTACTO MASTER MHN-SA 2000W	(*) 0	PHILIPS	1	Pza.	14 semanas	120.000	120.00	141.600	141.60

(*) PRODUCTO SE TRAE SOLO BAJO PEDIDO, NO SE ACEPTA DEVOLUCION NI ANULACION

CUENTAS CORRIENTES: BCP SOL: 215-1206754-0-50 BCP USD: 215-1184073-1-59

Total Neto	3,335.00
Dcto Adic	0
I.G.V.(18%)	600.30
Total Cotizado \$	3,935.30

CONDICIONES DE PAGO :

Condición de Pago : Factura 30 días - AMP

Gestor Comercial : Gestor Arequipa

Movil : 994259479

Moneda : USD

Email : david.enriquez@ampingenierc

Validez de Precios : 10 Días

Elaborado por : Enriquez Choque

Lugar de Entrega :

Quejas y/o Sugerencias: librodereclamaciones@sonepar.pe

Observaciones :

LA PRESENTE COTIZACIÓN, ESTÁ SUJETA A LAS CONDICIONES GENERALES DE VENTA, DETALLADA EN NUESTRA PÁGINA WEB: WWW.SONEPAR.PE

CONDICIONES GENERALES DE VENTA SONEPAR PERU S.A.C.

1.ACEPTACION DE LA OFERTA:

1.1. Este documento y su aceptación constituyen las condiciones generales de venta de los productos y/o servicios incluidas en la misma. Para aceptar nuestra oferta sírvase enviar una Orden de Compra debidamente firmada por el representante autorizado de su empresa o utilizar nuestra propia oferta; para tal efecto, el presente documento debe ser devuelto, con las firmas de sus representantes legales autorizados.
1.2. El pedido efectuado por el cliente, bajo esta oferta, no será considerado definitivo, hasta la aprobación por parte de Sonepar Perú S.A.C. por escrito, con envío de confirmación de pedido.

2.MODIFICACION Y CANCELACION DEL PEDIDO

2.1. Una vez aprobado el pedido, no podrá ser modificado, salvo acuerdo entre las partes, quienes determinarán las variaciones a efectuar, las mismas que dará lugar a un nuevo pedido que incluya los cambios efectuados de mutuo acuerdo.
2.2. En caso de cancelación del pedido, por causas no atribuibles a Sonepar Perú S.A.C. nos reservamos el derecho de no aceptarla de manera unilateral y en los casos de común acuerdo, las partes acordarán si hay o no, lugar a la compensación por anulación.
2.3. Solo se aceptarán anulaciones por los artículos que se determinen como productos de stock regular para Sonepar Perú S.A.C. y cuyo extorno no genere sobre stock o repercusión negativa en el inventario de la empresa.
2.4. No serán aceptadas anulaciones de pedidos, de productos de importación o fabricación exclusiva, cuyo proceso de importación o fabricación hayan sido iniciados.

3.AMPLIACIONES DE PEDIDOS

3.1. La ampliación de pedidos, referidos a ofertas que ya hubieran originado un pedido en su modo y forma, deberán ser comunicadas para su previa aceptación, de lo contrario, nos reservamos el derecho de no aceptarlas, salvo en los casos que la oferta tenga carácter vinculante a algún acuerdo o contrato temporal.

4.ENTREGA

4.1. El plazo de entrega comenzará a regir a partir de la confirmación del pedido, en los casos de condiciones de crédito.
4.2. En los casos de condiciones de venta al contado (previo pago: vía transferencia, depósito en cuenta o entrega de efectivo), el plazo de entrega comenzará a partir de la confirmación de nuestra área respectiva, de que el dinero líquido, está en poder de Sonepar Perú S.A.C.
4.3. La entrega de los materiales y/o servicios, serán en los lugares ofrecidos dentro de la oferta, en los casos que no se reciba una orden de compra. En los casos que se reciban órdenes de compra, posteriormente aceptadas, las entregas se realizarán en los lugares que indiquen la misma.
4.4. Sonepar Perú S.A.C. podrá solicitar al cliente, el apoyo con los medios técnicos y humanos necesarios, para la descarga de los envíos.
4.5. En los casos en que el cliente cambie el lugar de entrega previamente acordado, Sonepar Perú S.A.C. se reserva el derecho de cargar de manera adicional, cualquier gasto por transporte o flete que este cambio genere.

SUC. LIMA - MIRAFLORES
 Jr. Yunqay 1870 Urb Chacra
 Ríos - Cercado Lima
 Telf: 713 0442
 ventasmiraflores@vyf.pe

SUC. LIMA - CERCADO
 Jr. Bambas 449
 Telf: 719 5505
 Av. Guillermo Dansey
 481 Int. 12-13
 Telf: 719 4251
 ventasbambas@vyf.pe

SUC. NORTE - CHICLAYO
 Calle Diego Ferre N° 532 -
 Chiclayo - Lambaveque
 Telf: 51(74) 624535
 ventaschiclayo@dirome.pe

SUC. LIMA - STA ANITA
 Av. Los Ruiseñores 584
 Telf: 717 8934
 ventassantaanita@vyf.pe

SUC. NORTE - TRUJILLO
 Av. America Sur 2621
 Telf: 51(44) 203610
 ventasamerica@dirome.pe

SUC. NORTE - TRUJILLO
 Jr. Unión 232
 Telf: 51(44) 203613
 ventasiunion@dirome.pe

SUC. NORTE - PIURA
 Av. Los Cocos 595 MZ J
 LT 1 Urb Grau - Piura
 Telf: 51(73) 320844
 ventaspiura@dirome.pe

SUC. SUR - AREQUIPA
 Cll Fco Gomez de la Torre 105
 Urb La Victoria - Arequipa
 Telf: 51(54) 289040
 ventasarequipa@ampingenieros.pe



Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
Dirección : AV. EL SOL NRO. 329 BARRIO BELLAVISTA - PUNO - PUNO - PUNO
Atención : LOGÍSTICA
Referencia :
Fecha : 07/07/2020
Teléfono :
Fax :

SONEPAR PERU SAC

COTIZACION N°

928909

RUC : 20111740438

5. RESPONSABILIDADES

- 5.1. La responsabilidad de Sonepar Perú S.A.C. sobre los materiales pedidos, es trasladada al cliente al momento de hacer la entrega conforme, en el punto pactado.
- 5.2. No será responsabilidad de Sonepar Perú S.A.C. la entrega fuera de tiempo, de los productos o servicios, en los casos que el cliente tenga obligaciones contractuales pendientes con Sonepar Perú S.A.C. como pagos pendientes, regularizaciones de documentos, entrega de partes de ingreso que retrasen los retornos de inversión de Sonepar Perú S.A.C. o que distorsionen la línea de crédito y/o condiciones de pago asignada al cliente. Tampoco en el caso que hubiera alguna acción previa por parte del cliente o de terceros, desde donde recién comience la responsabilidad de Sonepar Perú S.A.C.
- 5.3. El retraso de entrega, no dará lugar a la anulación del pedido, ni a entablar acción indemnizatoria o penalidad alguna, en los supuestos atribuibles a Sonepar Perú S.A.C. que previamente no haya sido comunicado, evidenciando la imposibilidad del cumplimiento, donde se demuestre, que el retraso se debe a sucesos o circunstancias fuera de su control razonable, tales como, causas de fuerza mayor como guerras, incendios, fenómenos naturales, accidentes, revueltas, motín popular, conflictos laborales, aduaneros (incluidos los iniciados por cualquiera de las partes), cualquier otra causa de similar naturaleza imprevisible, incluso que siendo previsible fuera inevitable, o por problemas atribuibles a terceros (tales como proveedores, transportistas, cortes en suministro energético u otras interferencias que afecten la entrega o el servicio). En tales circunstancias Sonepar Perú S.A.C. solicitará extender el tiempo de manera prudencial, para la ejecución de la entrega o servicio. Si tal retraso o incumplimiento, persistiera durante más de seis (6) meses, cada una de las partes, estará facultada para resolver este acuerdo, en lo que respecta a los productos o servicios no entregados.

6. GARANTIA

- 6.1. Sonepar Perú S.A.C. garantiza que el material suministrado, cubre cualquier defecto de fabricación y contempla la reposición del producto dañado a nuestra consideración, previa inspección de nuestra área especializada.
- 6.2. El periodo de garantía es relativo al tipo o línea de producto que haya sido suministrado, las mismas que pueden ser de forma implícita, desde un mínimo de 6 meses, hasta un máximo de 12 meses, salvo acuerdo previo entre las partes. Para mayor detalle, consultar con su asesor comercial.
- 6.3. La garantía no será válida bajo las siguientes condiciones:

- Cuando el producto se dañe como resultado de una mala manipulación o por accidentes no provocados por Sonepar Perú S.A.C.
- Por uso indebido o inadecuado del producto, según sus características.
- Cuando el producto haya sido expuesto a la humedad, líquido o sustancia que deteriore su capacidad o funcionamiento.
- Cuando el producto haya sido manipulado por personal no autorizado o ajeno a la entidad a quien se le efectuó la venta.

7. COBRANZA

- 7.1. Sonepar Perú S.A.C. reafirma su derecho de realizar la cobranza por los productos suministrados, incluyendo aquellos que pudieron tener alguna observación por garantía, que no hayan cumplido con las características especificadas en el punto 6.3.
- 7.2. En los casos de que el cliente cuya línea de crédito se encuentre copada o que el cliente tenga deudas pendientes por cumplir, con retrasos considerables, Sonepar Perú S.A.C. se reserva el derecho de suspender las entregas de nuevos pedidos o de saldos de pedidos pendientes.

8. DEVOLUCIONES

- 8.1. Sonepar Perú S.A.C. aceptará devoluciones siempre que los mismos se enmarquen en los siguientes criterios:
 - Cuando el producto haya sido vendido directamente por Sonepar Perú S.A.C. y sea un error de Sonepar Perú S.A.C. al prescribir o entregar el producto.
 - Cuando el Producto cumpla con las Condiciones de Garantía indicados en el punto 6 de la presente condiciones de venta.
 - Cuando el producto no se enmarque en la garantía, sin embargo, sea una solicitud especial por parte del cliente, producto de un error de este, en la descripción, cantidad, marca. Etc. En estos casos, Sonepar Perú S.A.C. se reserva el derecho de aceptarlas, en la medida que sus criterios de rotación de inventarios se lo permitan. No se incluyen productos de fabricación a medida o de importación exclusiva, tampoco incluye los productos alternativos a lo solicitado, que probadamente haya sido especificado por Sonepar Perú S.A.C. y aceptado por el cliente. Para estos casos, el tiempo límite establecido es de 30 días calendarios

9. CONDICIONES APLICABLES EN CASO DE REVENTA DEL PRODUCTO.

- 9.1. Será de aplicación, a todo cliente que no adquieran los productos para consumo propio, sino para su reventa posterior a un tercero, quienes:
 - Se comprometen a cumplir en todo momento las normas, pautas y directrices que sobre el producto, calidad, uso y garantía establezca Sonepar Perú S.A.C.
 - Deberán vender los productos en su presentación de origen, sin modificación ni alteración alguna.
 - El incumplimiento de cualesquiera de estas condiciones exonera a Sonepar Perú S.A.C. de toda reclamación que pueda realizar el cliente o sus clientes finales, que resulte a causa de dicho incumplimiento

10. POLÍTICA DE COMPLIANCE

El cliente reconoce que ha leído la Carta Anticorrupción, el Código de Conducta de Sonepar y Sonepar Perú. Las mismas que pueden encontrar en nuestra página web <http://sonepar.pe/politicas-compliance>

11. ANTICORRUPCIÓN

Las partes se obligan a respetar, cumplir y hacer cumplir el conjunto de leyes de Perú, Convenciones y Tratados Internacionales que Perú haya suscrito en materia Anticorrupción, así como aquellos instrumentos internacionales anticorrupción de obligatoria observación por alguna de las partes de este acuerdo. Las partes se obligan a no ofrecer o pagar ningún tipo de soborno, o cualquier otra forma de pago ilegal o favor, a ningún tipo de "funcionario Público" o empleado privado, de cualquier Estado o persona jurídica, para iniciar, obtener o retener tipo de negocio o actividad relacionada con la venta. Asimismo, está prohibido por las partes el ofrecimiento, pago y recepción de sobornos, o de cualquier otra forma de pago ilegal o favor, a "funcionarios públicos" o empleados privados de otra persona jurídica. Las partes implementarán las medidas tendientes a evitar que sus operaciones puedan ser utilizadas como instrumentos para la Corrupción pública o privada, el lavado de activos y financiación del terrorismo. Sonepar Perú podrá dar por terminado el negocio, abstenerse de ejecutar la orden de compra o pedido, sin que haya lugar al pago de indemnización alguna a favor del comprador cuando éste sea: (i) condenado por parte de las autoridades competentes por delitos de corrupción pública o privada, narcotráfico, terrorismo y su financiación, lavado de activos, administración de recursos relacionados con dichas actividades o en cualquier tipo de proceso judicial relacionado con la comisión de los anteriores delitos; (ii) incluido en listas restrictivas, inhibitorias o vinculante, tales como la lista de la Oficina de Control de Activos en el Exterior-OFAC emitida por la Oficina del Tesoro de los Estados Unidos de América, la lista de la Organización de las Naciones Unidas y otras listas públicas relacionadas, así como de cualquier otro delito relacionado o conexo. El Código de Ética de Sonepar y Sonepar Perú (disponible en <http://www.sonepar.pe/politicas-compliance>) es de obligatorio cumplimiento y hace parte del presente contrato. DECLARACIÓN DE CUMPLIMIENTO. El cliente garantiza que cumple la regulación aplicable en comercio exterior, restricciones económicas, comerciales, financieras, prevención de la corrupción pública o privada, embargos y demás, impuestos por organismos internacionales y Estados, como inclusiones en listas restrictivas o inhibitorias comprometiéndose a mantener a Sonepar Perú/Sonepar, indemne ante cualquier acción o reclamación derivada del incumplimiento de ésta disposición, o del ocultamiento de información sobre el destino final de la mercancía. su estatus internacional de cumplimiento o el del cliente final.

SUC. LIMA - MIRAFLORES
Jr. Yunqay 1870 Urb Chacra
Ríos - Cercado Lima
Telf: 713 0442
ventasmiraflores@vyf.pe

SUC. LIMA - CERCADO
Jr. Bambas 449
Telf: 719 5505
Av. Guillermo Dansey
481 Int. 12-13
Telf: 719 4251
ventasbambas@vyf.pe

SUC. NORTE - CHICLAYO
Calle Diego Ferre N° 532 -
Chiclayo - Lambaveque
Telf: 51(74) 624535
ventaschiclayo@dirome.pe

SUC. LIMA - STA ANITA
Av. Los Ruiseñores 584
Telf: 717 8934
ventassantaanita@vyf.pe

SUC. NORTE - TRUJILLO
Av. America Sur 2621
Telf: 51(44) 203610
ventasamerica@dirome.pe

SUC. NORTE - TRUJILLO
Jr. Unión 232
Telf: 51(44) 203613
ventasunion@dirome.pe

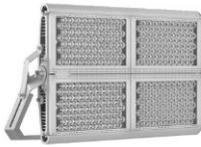
SUC. NORTE - PIURA
Av. Los Cocos 595 MZ J
LT 1 Urb Grau - Piura
Telf: 51(73) 320844
ventaspiura@dirome.pe

SUC. SUR - AREQUIPA
Cll Fco Gomez de la Torre 105
Urb La Victoria - Arequipa
Telf: 51(54) 289040
ventasarequipa@ampingenieros.pe

ANEXO 4

CUADRO COMPARATIVO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE LAS PRINCIPALES LUMINARIAS LED PARA ILUMINACIÓN DE ESTADIOS PROFESIONALES

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE LAS PRINCIPALES LUMINARIAS LED PARA ILUMINACIÓN DE ESTADIOS PROFESIONALES

ITEM	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	LUMINARIA 1	LUMINARIA 2	LUMINARIA 3
1.1	MODELO	PHILIPS BVP427-LED	HIGH POWER LEDVANCE-OSRAM	OMNIBLAST 3 ECO DE 432 LEDS
1.2	IMAGEN REFERENCIAL			
1.3	FLUJO L. NOMINAL (Lm)	195,000	120,000	164,386
1.4	POTENCIA (KW)	1.58	1	1.48
1.5	TECNOLOGIA	Led Integrado	Led Integrado	Led Integrado
1.6	EFICIENCIA L. (Lm/W)	123.4	120	111
1.7	F. P.	>0.95	>0.9	>0.9
1.8	I.P	66	66	66
1.9	IK	0 8	0 8	0 9
1.10	TENSIÓN (V)	220-400V	100 - 240V	120-277 V
1.11	PROTECCIÓN CONTRA SOBRE TENSIONES (KV)	10	10	10
1.12	VIDA UTIL (h)	50,000 h – L80B10	50,000 h	40,000 h – L90B10 115,000 h – L80B10
1.13	TEMPERATURA DE COLOR (°K)	5,700	5,700	5,700
1.14	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	-40°C - 45°C	-30°C - 50°C	-30 °C a +55 °C
1.15	CERTIFICACIÓN	IEC EN60598	NOM	CE - ENEC
1.16	IRC	>85	>70	>85
1.17	MATERIAL DE LA LUMINARIA	ALUMINIO	ALUMINIO	ALUMINIO
1.18	LENTE	POLICARBONATO	POLICARBONATO	VIDRIO
1.19	CLASE DE AISLAMIENTO	CLASE 1	CLASE 1	CLASE 1
1.20	CONTROL	DMX	ON-OFF	DMX
1.21	PRECIO DE LA LUMINARIA (USD)	2,000	2,098	3,160
1.22	TIEMPO DE ENTREGA	14 SEMANAS	14 SEMANAS	14 SEMANAS

* Para el desarrollo del presente trabajo se considero que la luminaria Led sea lo más eficiente posible.

* El precio de la luminaria Led, fue otro punto importante a considerar.

ANEXO 5

PRINCIPALES ESTADIOS DEL PERÚ

PRINCIPALES ESTADIOS DEL PERÚ

N.º	Estadio	Capacidad	Ciudad	Nivel de Iluminación Vertical	Cumple la Norma	Tecnología actual	Mejoramiento
1	Estadio Monumental	80,094	Lima	>1000 Lux	CONMEBOL	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias de un estadio Clase V FIFA
2	Estadio Monumental de la UNSA	60,000	Arequipa	>1000 Lux	CONMEBOL	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias de un estadio Clase V FIFA
3	Estadio Nacional	43,086	Lima	>2500	FIFA	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led, a fin de estar actualizado con las recomendaciones FIFA para estadios Clase V
4	Estadio Inca Garcilaso de la Vega	42,0568	Cusco	>1500 Lux	CONMEBOL	LED	Incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias de un estadio Clase V FIFA
5	Estadio Alejandro Villanueva	33,938	Lima	<1000 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias de un estadio Clase V FIFA
6	Estadio Olímpico de la UNMSM	32,5009	Lima	<1000 Lux	DGE 017-AI-1/1982	No precisa	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
7	Estadio Centenario Manuel Rivera Sánchez	32,000	Chimbote	750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	No precisa	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
8	Estadio Mansiche	25,036	Trujillo	<1000 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
9	Estadio Max Agustín	25,000	Iquitos	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
10	Estadio Heraclio Tapia	25,000	Huanuco	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
11	Estadio Miguel Grau	25,000	Piura	>1000 Lux	CONMEBOL	LED	Incrementar el nivel de iluminación. Con esto seguirá cumpliendo las exigencias de un estadio CONMEBOL
12	Estadio Elías Aguirre	23500	Chiclayo	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	No precisa	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
13	Estadio 25 de Noviembre	21,000	Moquegua	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
14	Estadio Joel Gutiérrez	21,000	Tacna	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1983	No precisa	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
15	Estadio Guillermo Briceño Rosamedina	20,000	Juliaca	1300 Lux	CONMEBOL	LED	Seguir incrementando su nivel de iluminación a fin de estar de acorde a los requerimientos de CONMEBOL
16	Estadio Enrique Torres Belón	20000	Puno	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	No precisa	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
17	Estadio Jorge Basadre	19,850	Tacna	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
18	Estadio Alberto Gallardo	18,000	Lima	No Presenta	DGE 017-AI-1/1982	No Presenta	Instalar luminarias Led a fin de cumplir la normativa CONMEBOL
19	Estadio Héroes de San Ramón	18,000	Cajamarca	750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.
20	Estadio Mariano Melgar	15,000	Arequipa	<750 Lux	DGE 017-AI-1/1982	Halogenuro metálico	Cambiar a tecnología Led e incrementar el nivel de iluminación. Con esto cumple las exigencias CONMEBOL.

ANEXO 6

REPORTES DEL ETAP

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 1

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Programa Analizador de Transitorios Eléctricos

Análisis Flujo de Carga

Categoría de Carga (1): Design

Categoría de Generación (1): Design

Factor de Diversidad de Carga: Ninguno

	<u>Barra Infinita</u>	<u>V-Control</u>	<u>Carga</u>	<u>Total</u>
Número de Barras:	1	0	6	7

	<u>XFMR2</u>	<u>XFMR3</u>	<u>Reactor</u>	<u>Línea/Cable</u>	<u>Z</u>	<u>DP-Enlace</u>	<u>Total</u>
Número de Ramales:	2	0	0	4	0	0	6

Método de Solución: Método Newton-Raphson Adaptativo

No. de Iteración Máximo: 99

Precisión de Solución: 0.0001000

Frecuencia del Sistema: 60.00 Hz

Sistema de Unidades: Metric

Nombre de Fichero de Proyecto: RED PRIMARIA

Nombre Fichero de Salida: D:\Untitled.lfr

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 2

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Ajustes

<u>Tolerancia</u>	<u>Aplicar Ajustes</u>	<u>Individual /Global</u>	<u>Porcentaje</u>
Z Transformador:	Sí	Individual	
Z de Reactor:	Sí	Individual	
Resistencia Relé Protección Sobrecarga	No		
Longitud de Línea de Transmisión:	No		
Longitud de Cable:	No		

<u>Corrección de Temperatura</u>	<u>Aplicar Ajustes</u>	<u>Individual /Global</u>	<u>Grados C</u>
Resistencia de Línea de Transmisión:	Sí	Individual	
Resistencia de Cable:	Sí	Individual	

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 3

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Datos de Entrada de Barra

Barra			Tensión Inicial		Carga							
ID	kV	Sub-sist	% Mag.	Áng.	kVA Constante		Z Constante		I Constante		Genérico	
					MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar
N(0) P.D.	10.000	1	100.0	0.0								
N(1) PMI	10.000	1	100.0	0.0								
N(2)	10.000	1	100.0	0.0								
N(3) S.E. 1	10.000	1	100.0	0.0								
N(4) S.E. 2	10.000	1	100.0	0.0								
N(5) B.T. SE 1	0.220	1	95.7	0.0			0.292	0.181				
N(6) B.T. SE 2	0.220	1	95.7	0.0			0.307	0.190				
Número total de Barras: 7					0.000	0.000	0.599	0.371	0.000	0.000	0.000	0.000

Barra de Generación				Tensión		Generación			Límites Mvar	
ID	kV	Tipo	Sub-sist	% Mag.	Ángulo	MW	Mvar	% FP	Máx	Mín
N(0) P.D.	10.000	Barra Infinita	1	100.0	0.0					
						0.000	0.000			

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 4

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Datos de Entrada Línea/Cable

ohmios o siemens/1000 m por Conductor (Cable) o por Fase (Línea)

Línea/Cable	ID	Librería	Tamaño	Longitud		#Fase	T (°C)	R	X	Y
				Adj. (m)	% Tol.					
N2XSY-1		12NCUN1	50	181.4	0.0	1	75	0.470974	0.152200	
N2XSY-2		12NCUN1	50	256.4	0.0	1	75	0.470974	0.152200	
AAAC			34.4	12.5	0.0	1	75	1.050000	0.393793	0.0000043
AAAC2			34.4	4.0	0.0	1	75	1.050000	0.393793	0.0000043

Las resistencias de línea/cable se muestran a las temperaturas especificadas.

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 5

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Datos de Entrada de Transformador de 2 Devanados

Transformador		Clase					Z variación			% Ajuste Toma		Ajustado	Desfase	
ID	Fase	MVA	kV Prim.	kV Sec.	% Z1	X1/R1	+ 5%	- 5%	% Tol.	Prim.	Sec.	% Z	Tipo	Ángulo
SET-1	Trifásico	0.400	10.000	0.230	5.20	5.10	0	0	0	0	0	5.2000	Dd	0.000
SET-2	Trifásico	0.400	10.000	0.230	5.20	5.10	0	0	0	0	0	5.2000	Dd	0.000

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 6

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Conexiones de Ramal

Circuito/Rama		ID Barra Conectada		% Z Sec. Pos., Base 100 MVA			
ID	Tipo	Barra Origen	Barra Destino	R	X	Z	Y
SET-1	2W XFMR	N(3) S.E. 1	N(5) B.T. SE 1	250.14	1275.71	1300.00	
SET-2	2W XFMR	N(4) S.E. 2	N(6) B.T. SE 2	250.14	1275.71	1300.00	
N2XSY-1	Cable	N(2)	N(3) S.E. 1	8.54	2.76	8.98	
N2XSY-2	Cable	N(2)	N(4) S.E. 2	12.08	3.90	12.69	
AAAC	Line	N(0) P.D.	N(1) PMI	1.31	0.49	1.40	0.0000054
AAAC2	Line	N(1) PMI	N(2)	0.42	0.16	0.45	0.0000017

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 7

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Informe de Flujo de Carga

Barra		Tensión		Generación		Carga		Flujo de Carga					XFMR
ID	kV	% Mag.	Áng.	MW	Mvar	MW	Mvar	ID	MW	Mvar	Amp	%FP	%Toma
*N(0) P.D.	10.000	100.000	0.0	0.618	0.414	0	0	N(1) PMI	0.618	0.414	43.0	83.1	
N(1) PMI	10.000	99.990	0.0	0	0	0	0	N(0) P.D.	-0.618	-0.414	43.0	83.1	
								N(2)	0.618	0.414	43.0	83.1	
N(2)	10.000	99.987	0.0	0	0	0	0	N(3) S.E. 1	0.302	0.202	21.0	83.1	
								N(4) S.E. 2	0.316	0.212	22.0	83.0	
								N(1) PMI	-0.618	-0.414	43.0	83.1	
N(3) S.E. 1	10.000	99.955	0.0	0	0	0	0	N(2)	-0.302	-0.202	21.0	83.1	
								N(5) B.T. SE 1	0.302	0.202	21.0	83.1	
N(4) S.E. 2	10.000	99.940	0.0	0	0	0	0	N(2)	-0.316	-0.212	22.0	83.0	
								N(6) B.T. SE 2	0.316	0.212	22.0	83.0	
N(5) B.T. SE 1	0.220	101.078	-2.0	0	0	0.298	0.185	N(3) S.E. 1	-0.298	-0.185	911.4	85.0	
N(6) B.T. SE 2	0.220	100.889	-2.1	0	0	0.313	0.194	N(4) S.E. 2	-0.313	-0.194	956.6	85.0	

* Indica barra con regulación de tensión (con máquina tipo swing o controlada por tensión conectada

Indica una barra con un error de convergencia de carga mayor a 0.1 MVA

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 8

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Informe Resumen de Carga en Barras

Barra			Carga Conectada Directamente								Carga Total en Barra			
			kVA Constante		Z Constante		I Constante		Genérico		MVA	% FP	Amp	Porcentaje Carga
ID	kV	Amp Nominal	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar	MW	Mvar				
N(0) P.D.	10.000										0.744	83.1	43.0	
N(1) PMI	10.000										0.744	83.1	43.0	
N(2)	10.000										0.744	83.1	43.0	
N(3) S.E. 1	10.000										0.363	83.1	21.0	
N(4) S.E. 2	10.000										0.381	83.0	22.0	
N(5) B.T. SE 1	0.220					0.185					0.351	85.0	911.4	
N(6) B.T. SE 2	0.220					0.194					0.368	85.0	956.6	

* Indica que la carga en operación conectada a la barra excede el límite crítico de la barra (100.0 en % de la corriente nominal).

Indica que la carga en operación conectada a la barra excede el límite marginal de la barra (95.0 en % de la corriente nominal).

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 9

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Informe Resumen de Carga en Ramales

Circuito / Rama		Cable y Reactor			Transformador				
ID	Tipo	Ampacidad (Amp)	Carga Amp	%	Capacidad (MVA)	Carga (entrada)		Carga (salida)	
						MVA	%	MVA	%
N2XSY-1	Cable	177.28	20.96	11.82					
N2XSY-2	Cable	177.28	22.00	12.41					
SET-1	Transformer				0.389	0.363	93.3	0.351	90.3
SET-2	Transformer				0.389	0.381	97.9	0.368	94.6

* Indica ramal cuya carga excede su capacidad de carga

Proyecto: RED PRIMARIA ESTADIO DE FUTBOL

ETAP

Página: 10

Ubicación:

16.0.0C

Fecha: 11-29-2020

Contrato:

SN: 4359168

Ingeniero: DAVID ENRIQUEZ CH.

Caso de Estudio: LF

Revisión: Base

Nombre de Archivo: RED PRIMARIA

Config.: Normal

Informe Resumen de Pérdidas en Ramales

ID Ramal	Flujo Origen-Destino		Flujo Destino-Origen		Pérdidas		% Tensión Barra		Vd % Caída en Vmag
	MW	Mvar	MW	Mvar	kW	kvar	Origen	Destino	
AAAC	0.618	0.414	-0.618	-0.414	0.1	0.0	100.0	100.0	0.01
AAAC2	0.618	0.414	-0.618	-0.414	0.0	0.0	100.0	100.0	0.00
N2XSY-1	0.302	0.202	-0.302	-0.202	0.1	0.0	100.0	100.0	0.03
N2XSY-2	0.316	0.212	-0.316	-0.212	0.2	0.1	100.0	99.9	0.05
SET-1	0.302	0.202	-0.298	-0.185	3.3	16.8	100.0	101.1	3.27
SET-2	0.316	0.212	-0.313	-0.194	3.6	18.5	99.9	100.9	3.44
					7.3	35.5			

ANEXO 7

PRESUPUESTO GENERAL DEL MONTAJE ELECTROMECAÁNICO DE REDES PRIMARIAS

MONTAJE ELECTROMECÁNICO REDES PRIMARIAS				
PROYECTO : "RED PRIMARIA EN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 10 KV PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO "				
SECCIÓN: REDES PRIMARIAS				
B: MONTAJE ELECTROMECÁNICO DE REDES PRIMARIAS				
ÍTEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UNID.	Metrado Cantidad	TOTAL S/.
1	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>			
1.01	Replanteo topográfico, ubicación de estructuras de Redes Primarias	m	436.00	383.68
2	<u>INSTALACIÓN DE POSTES DE CONCRETO</u>			
2.01	Excavación en terreno tipo I (arcilloso y conglomerado)	m ³	1.31	69.56
2.02	Transporte de poste de 13m/400 daN de almacén a punto de izaje	u	2.00	360.20
2.03	Izaje, identificación y/o codificación, y señalización de poste de 13 m/400 daN (*)	u	2.00	235.34
2.04	Cimentación con concreto ciclópeo de poste de 13 m en terreno tipo I	m ³	1.04	202.90
3	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>			
3.01	Demolición de pavimento	m ²	27.41	827.78
3.02	Excavación manual para cables - zanjas (terreno normal)	m ³	202.08	10,730.45
3.03	Refine y nivelación de zanja	m ²	252.60	990.19
3.04	Relleno y compactado manual con arena	m ³	50.52	5,128.29
3.05	Relleno y compactado de zanjas con material propio, incluye instalación de tubos, ladrillos y cinta de señal de seguridad	m ³	210.50	15,008.65
4	<u>OBRAS DE CONCRETO</u>			
4.01	Reposición de pavimento: F'c=210 kg/cm ²	m ³	5.48	2,131.72
4.02	Construcción de murete para caja de medidor 1,75x0,74x0,35 m: F'c=210 kg/cm ²	m ³	0.52	258.23
5	<u>MONTAJE DE ARMADOS</u>			
5.01	Armado de derivación en punto de diseño, tipo AD-3	Jgo.	1.00	32.72
5.02	Armado de Punto de Medición al Intemperie, tipo PMI-3P	Jgo.	1.00	654.66
5.03	Armado de retención con seccionamiento, tipo A3+SEC-3	Jgo.	2.00	654.66
5.04	Armado de subestación compacta, tipo SE-3P	Jgo.	2.00	5,237.26
6	<u>INSTALACIÓN Y MONTAJE DE CONDUCTORES</u>			
6.01	Tendido de cable subterráneo N2XS-Y, 3-1x50 mm ²	m	437.80	1,164.55
6.02	Tendido de conductor aéreo AAAC de 35 mm ²	m	16.50	16.50
7	<u>INSTALACIÓN DE RETENIDAS</u>			
7.01	Excavación en terreno tipo I (arcilloso y conglomerado)	m ³	2.16	114.70
7.02	Instalación de retenida vertical	u	2.00	331.26
7.03	Relleno y compactación en terreno tipo I para retenida	u	2.00	131.80
8	<u>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</u>			
8.01	Excavación en terreno tipo I (arcilloso y conglomerado)	m ³	21.00	1,325.10
8.02	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1C (contrapeso)	u	3.00	142.98
8.03	Instalación de puesta a tierra tipo PAT-1	u	4.00	346.08
8.04	Relleno y compactación de puesta a tierra con material adecuado	m ³	21.00	1,354.50
9	<u>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</u>			
9.01	Pruebas y puesta en servicio de redes primarias	glb	1.00	244.66
9.02	Expedientes técnicos final conforme a Obra de Redes Primarias (1 original + 3 copias), incluye la presentación digitalizada de textos y planos en CD.	m	436.00	488.32
TOTAL DE MONTAJE ELECTROMECÁNICO				

ANEXO 8

PRESUPUESTO GENERAL DEL SUMINISTRO DE MATERIALES - REDES PRIMARIAS

METRADO DE SUMINISTRO DE MATERIALES REDES PRIMARIAS

PROYECTO : "RED PRIMARIA EN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 10 KV PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO "

SECCIÓN: REDES PRIMARIAS

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado Cantidad	TOTAL S/.
1.00	CRUCETAS Y MENSULAS			
1.01	Cruceta simétrica de concreto Z/1,5/400/300/150 daN, Ø 205 mm	u	2.00	150.00
1.02	Cruceta asimétrica de concreto Za/1,5/0,9/250/200/100 daN, Ø235 mm	u	3.00	234.00
1.03	Plataforma de concreto 1,1 m, 750 daN, Ø 267,5 mm	u	1.00	105.00
2.00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO			
2.01	Poste de C.A.C. de 13/400/2/180/375, incluye perilla	u	2.00	2,760.00
3.00	AISLADORES Y ACCESORIOS			
3.01	Aislador polimérico tipo PIN 15 kV	u	6.00	1,170.00
3.02	Espiga para aislador polimérico PIN en poste, L=506 mm, Ø19,05 mm	u	2.00	100.00
3.03	Soporte metálico para aislador polimérico y cruceta, Ø 19,05 mm, longitud 201 mm	u	4.00	180.00
4.00	AISLADORES DE SUSPENSIÓN Y ACCESORIOS			
4.01	Aisladores tipo suspensión poliméricos RPP-25	u	3.00	196.93
5.00	CABLES Y CONDUCTORES			
5.01	Conductor de aleación de aluminio AAAC 35 mm ²	m	16.50	47.44
5.02	Cable subterráneo tipo N2XSY 3-1x50 mm ² , 8,7/15 kV	m	437.80	15,357.35
6.00	ACCESORIOS PARA CABLES Y CONDUCTORES			
6.01	Terminacion exterior termoc. p/cable N2XSY 3x1 50-120mm ² 25KV	kit	2.00	1,966.40
6.02	Terminacion Interior termoc. p/cable N2XSY 3x1 50-120mm ² 25KV	kit	2.00	1,739.80
6.03	Conector doble vía Al-Al, para conductor de 16-50 mm ²	u	30.00	210.00
6.04	Alambre de Al para amarre, 10 mm ²	m	22.50	27.00
6.05	Grapa de anclaje para conductor de 35 mm ²	u	3.00	66.00
6.06	Tubo conduit de Fe G° 3,05 m longitud, Ø4" (100 mm), para cable N2XSY	u	14.00	1,890.00
6.07	Tubo de Fe G° 6 m longitud, Ø4" (100 mm) + 1 curva, para cable N2XSY	u	2.00	544.00
6.08	Cinta de señal de seguridad, color rojo, 0,1 mm espesor x 152 mm ancho	m	421.00	84.20
6.09	Ladrillo KING-KONG	u	1791.00	2,686.50
7.00	CABLES DE COBRE			
7.01	Conductor de Cu duro aislado, sección 25 mm ² , para conexión Cut-Out - trafomix	m	5.00	44.85
7.02	Conductor de Cu recocido, cableado desnudo de 25 mm ² , para aterrado de ferreterías	m	76.00	446.12
7.03	Conductor de Cu recocido, cableado y aislado CPI de 25 mm ² , para puesta a tierra	m	18.00	109.80
8.00	MATERIAL DE FERRETERÍA PARA POSTES Y CRUCETAS			
8.01	Perno ojo A°G° de 16 mm Ø x 254 mm, provisto de tuerca y contratuerca	u	3.00	28.41
8.02	Perno doble armado de A°G° 16 mm Ø x 457 mm, provisto de 4 tuercas y 4 contratuercas	u	5.00	52.50
8.03	Arandela cuadrada plana de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mmØ	u	4.00	4.00
8.04	Arandela cuadrada curva de A°G°, 57 x 57 x 5 mm, 18 mmØ	u	6.00	6.00
9.00	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA			
9.01	Varilla de Cu, 19 mm Ø y 2,4 m longitud	u	7.00	1,356.02
9.02	Conector de Cu para electrodo de 19 mm Ø y cable de Cu de 25 mm ²	u	7.00	48.30
9.03	Caja de registro de concreto para Puesta a Tierra 0,40 x 0,40 x 0,30 m	u	7.00	238.00
9.04	Plancha doblada de Cu tipo J para toma a tierra de espigas y/o pernos	u	9.00	56.70
9.05	Conector de Cu tipo perno partido para cable de Cu de 25 mm ²	u	15.00	60.00
9.06	Plantilla para Señalización de Poste (Puesta a Tierra)	u	7.00	476.00

METRADO DE SUMINISTRO DE MATERIALES REDES PRIMARIAS

PROYECTO : "RED PRIMARIA EN SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 10 kV PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO "

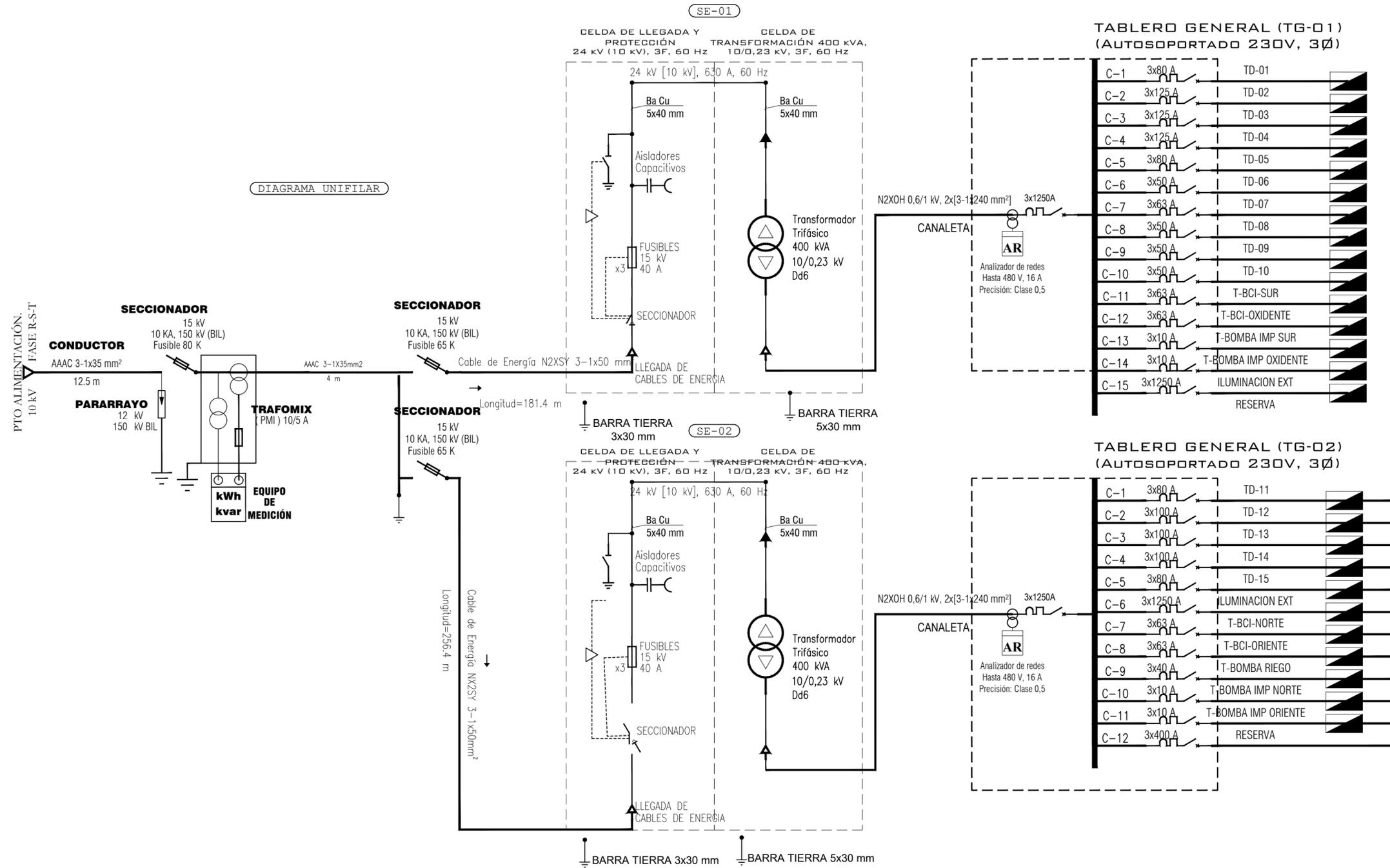
SECCIÓN: REDES PRIMARIAS

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado Cantidad	TOTAL S/.
9.07	Cemento conductivo de 25 kg	bls	14.00	1,008.84
9.08	Tierra de cultivo de baja resistencia	m ³	21.00	1,207.50
9.09	Tubo de PVC-P de 6 m de longitud, Ø 1" (25 mm), para cable de tierra, de poste a pozo	u	7.00	33.60
10.00	<u>EQUIPO DE PROTECCIÓN Y MANIOBRA</u>			
10.01	Seccionador fusible unipolar polimérico, Cut-Out 15 kV, 10KA, BIL 150 kV	u	9.00	2,218.77
10.02	Fusible tipo expulsión de 65 A, tipo K	u	6.00	33.60
10.03	Fusible tipo expulsión de 40 A, tipo K	u	3.00	16.80
10.04	Pararrayo de óxido metálico, polimérico, 12 kV, 10kA, 150 kV BIL	u	3.00	700.25
11.00	<u>EQUIPO DE MEDICIÓN</u>			
11.01	Transformador mixto de tensión y corriente 3x25 VA, 3x15 VA, 10/0,22 kV, 50/5 A	u	1.00	8,550.30
11.02	Medidor multifunción electrónico de 3 hilos con perfil de carga	u	1.00	1,664.00
11.03	Caja metálica portamedidor de 450x400x250 mm, para medidor multifunción	u	1.00	34.94
11.04	Tubo de Fe G° 6 m de longitud, Ø2" (50,8 mm), para cable THW+01 curva	u	1.00	72.00
11.05	Cable THW de 2,5 mm ² para bajada de trafomix a medidor	m	25.00	40.00
11.06	Fleje de acero inoxidable 0,8 mm x 19 mm de 2 m longitud + 1 hebilla	u	8.00	55.84
12.00	<u>SISTEMA DE TRANSFORMACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y PROTECCIÓN</u>			
12.01	Celda de llegada y protección 24 kV, 630 A, 16 kA, 60 Hz, equipado	glb	2.00	50,188.00
12.02	Celda de transformación desarmable - equipado	glb	2.00	24,280.00
12.03	Transformador trifásico tipo seco 400 kVA, 10/0,23 kV, 60 Hz	u	2.00	90,000.00
12.04	Tablero de distribución autosoportado 220 V, 48 polos, equipado	u	2.00	30,000.00
13.00	<u>CABLES Y CONDUCTORES DE ENERGÍA DE BAJA TENSIÓN</u>			
13.01	Cable N2XOH, 1 kV, 3-1X240MM2	m	40.00	13,847.40
TOTAL DE SUMINISTRO DE MATERIALES				

ANEXO 9

PLANIMETRÍA



SISTEMA ELÉCTRICO

"RED PRIMARIA DEL SISTEMA DE UTILIZACIÓN EN 10 kV PARA EL COMPLEJO DEPORTIVO "

DIAGRAMA UNIFILAR

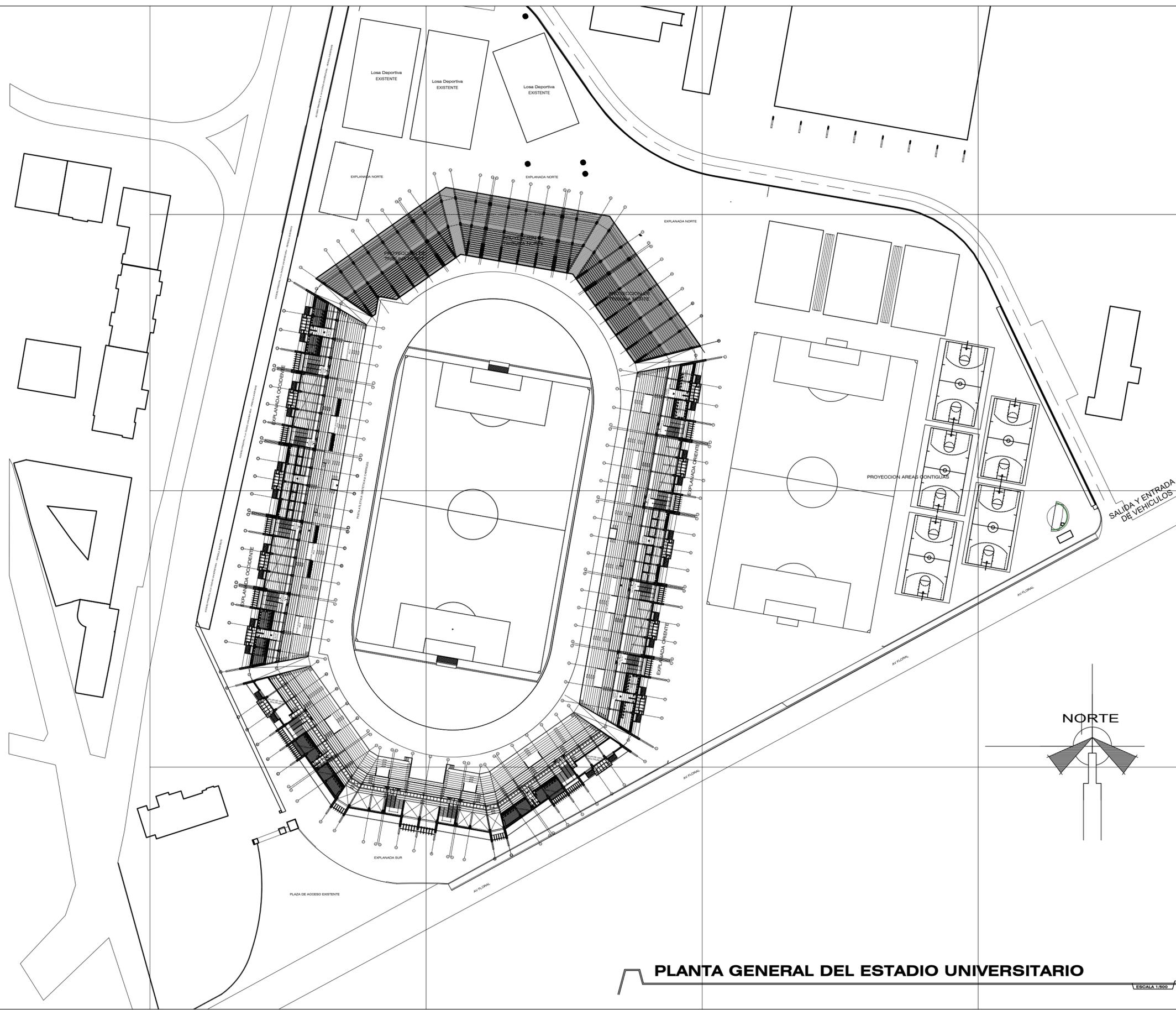
DIS. CIUDAD UNIVERSITARIA

FECHA :
 Noviembre 2019

PLANO N°:
 E-01

ESCALA :
 Indicada

HOJA :
 (1 de 1)



PLANTA GENERAL DEL ESTADIO UNIVERSITARIO ESCALA 1:500

ESPECIAR: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

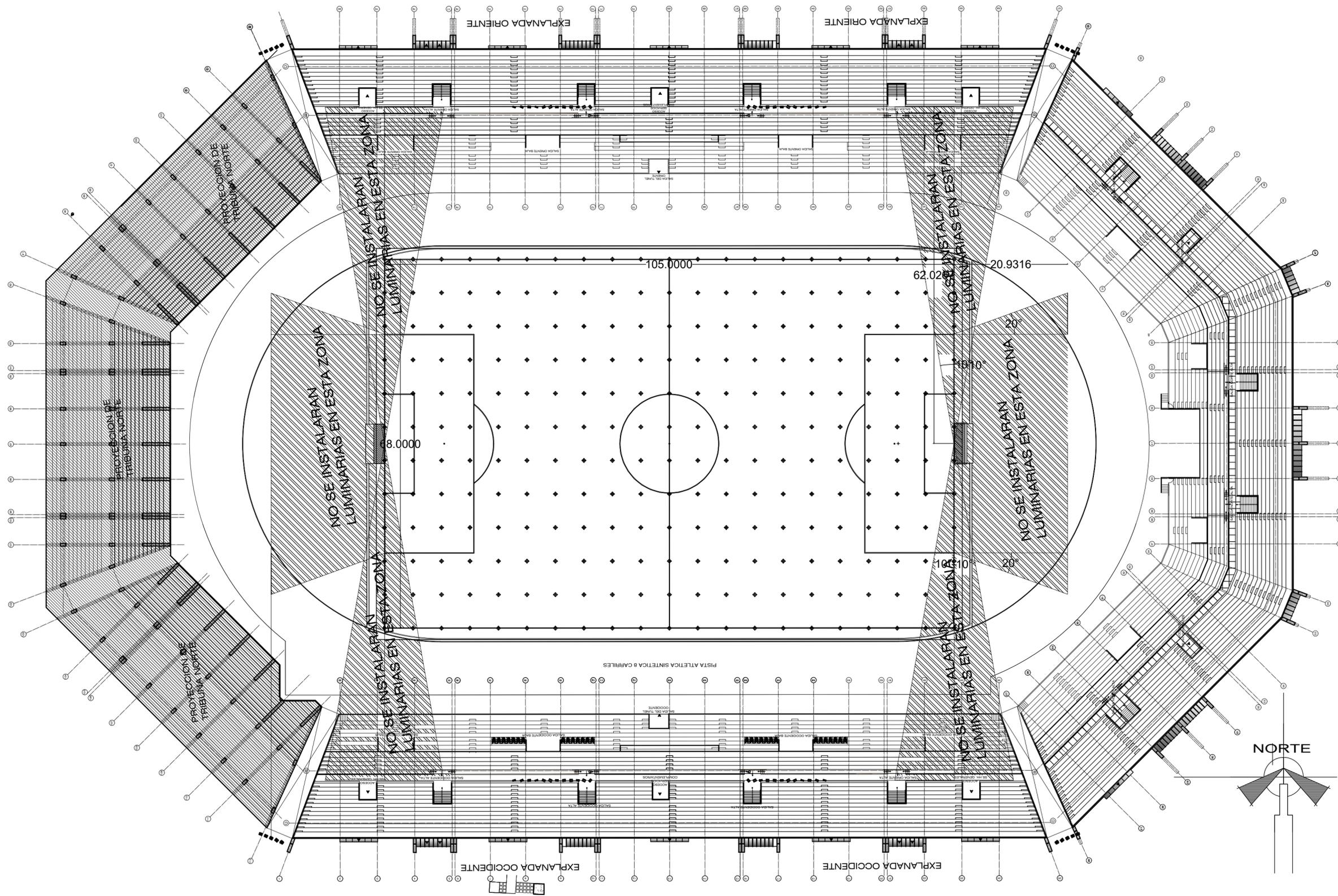
PLANO: **PLANTA GENERAL DEL CAMPO DEPORTIVO**

SUB-PROYECTO: **PLANIMETRIA GENERAL**

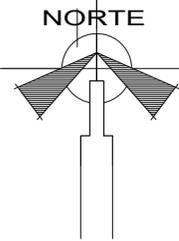
PROYECTO: **"CONSTRUCCION DEL COMPLEJO DEPORTIVO"**

LOCALIZACION: **CIUDAD UNIVERSITARIA**

DRUJO:	LAMINA:
FECHA: NOVIEMBRE 2019	P-1
ESCALA: 1/1000	



PLANTA GENERAL DEL ESTADIO UNIVERSITARIO



ESCALA 1:500

ESPECIALIDAD: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

LAVOR: **PLANTA GENERAL DEL CAMPO DEPORTIVO**

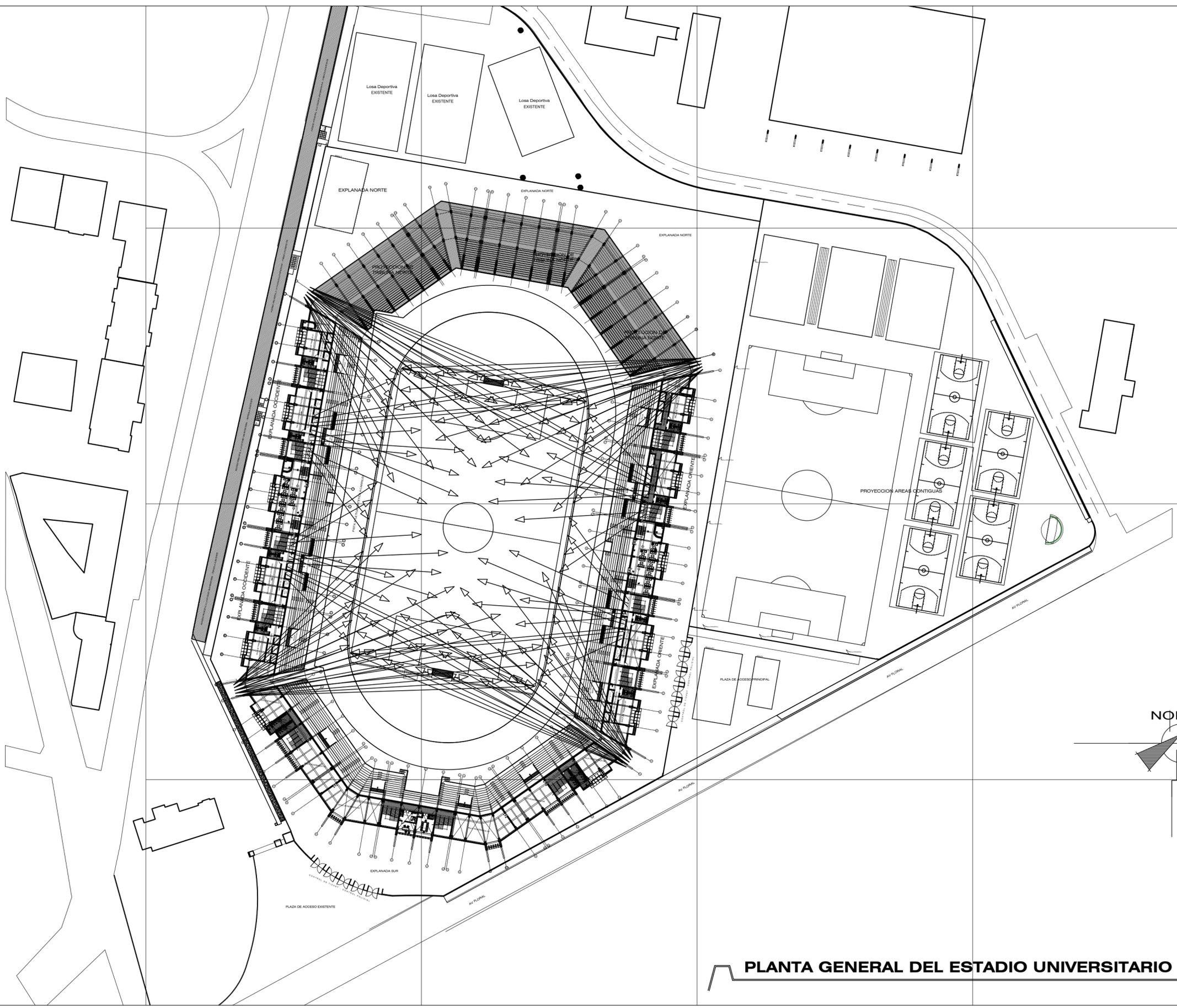
PROYECTO: **"CONSTRUCCION DEL COMPLEJO DEPORTIVO"**

SUB-PROYECTO: **ZONAS RÍGIDAS PARA LA INSTALCIÓN DE LUMINARIAS**

LOCALIZACION: **CIUDAD UNIVERSITARIA**

FECHA: **NOVIEMBRE 2019**
 ESCALA: **INDICADA**

E-03



PLANTA GENERAL DEL ESTADIO UNIVERSITARIO

ESCALA 1:800

ESPECIALIDAD: **INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

PLANO: **PLANTA GENERAL DEL CAMPO DEPORTIVO**

PROYECTO: **"CONSTRUCCION DEL COMPLEJO DEPORTIVO"**

SUB-PROYECTO: **LUCES DE INUNDACIÓN ALREDEDOR DEL CAMPO DE JUEGO**

LOCALIZACIÓN: **CIUDAD UNIVERSITARIA**

FECHA: **NOVIEMBRE 2019**
 ESCALA: **1/1000**
 LÁMINA: **E-04**