



UNIVERSIDAD NACIONAL

“PEDRO RUIZ GALLO”

Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



V PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN
LED DEL CAMPO DEPORTIVO COLISEO
MULTIUSOS EN EL COMPLEJO QHAPAC
ÑAN – CAJAMARCA”**

Presentado Por:

Br. LUIS IVÁN RUIZ VILLALOBOS

Lambayeque – Perú

2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

V PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para Optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED
DEL CAMPO DEPORTIVO COLISEO MULTIUSOS
EN EL COMPLEJO QHAPAC ÑAN – CAJAMARCA”**

Presentado Por:

Br. LUIS IVÁN RUIZ VILLALOBOS

Aprobado por el Jurado Examinador

PRESIDENTE: DR. DANIEL CARRANZA MONTENEGRO.

SECRETARIO: ING. TEOBALDO JULCA OROZCO.

MIEMBRO: ING. CARLOS JAVIER COTRINA SAAVEDRA.

ASESOR: ING. MSC. JONY VILLALOBOS CABRERA

Lambayeque – Perú

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica



V PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL EXTRAORDINARIA

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
TITULO

**“DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN LED DEL
CAMPO DEPORTIVO COLISEO MULTIUSOS EN EL
COMPLEJO QHAPAC ÑAN – CAJAMARCA”**

CONTENIDOS

CAPITULO I: PROBLEMA DE LA INVESTIGACION.

CAPITULO II: MARCO TEORICO.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.

CAPITULO IV: ANÁLISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

CAPITULO VII: ANEXOS.

AUTOR: Br. LUIS IVÁN RUIZ VILLALOBOS

PRESIDENTE

SECRETARIO

MIEMBRO

ASESOR

Lambayeque – Perú
2019

DEDICATORIA

Hoy que se cumple uno de mis objetivos: “Obtener el Título de Ingeniero Mecánico Electricista”, quien dedicarlo en primer lugar a Dios por ayudarme siempre en mi formación académica y guiarme por el camino correcto, superar los obstáculos que se presentan en la vida para poder alcanzar este grado académico.

No podría dejar pasar este logro sin reconocer a quienes me acompañaron y fortalecieron desde siempre:

De igual manera quiero dedicar a quienes me dieron el ser, mi mama Orlandina, mi Marina, papa Oscar, mi hermano Victor y demás familiares que día a día me enseñaron con el ejemplo y dedicación incondicional que logre esta nueva etapa académica

A mi novia Judith y mi futuro hijo que se encuentra en camino que es un motivo más para seguir adelante.

*A todos mis **familiares y amigos**, quienes forman parte importante en mi vida.*

Esperando que esta investigación sirva de aporte a profesionales de la carrera y con el compromiso de seguir dando lo mejor; quedo desde ya agradecido por siempre.

Luis Ivan Ruiz Villalobos

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer en primer lugar a Dios, por darme la vida, las fuerzas para seguir adelante y siempre permitirme salir adelante junto a mi familia.

Agradecer a familia, por su apoyo incondicional; siempre enseñarme con su ejemplo, comprensión, apoyo moral y económico, estoy realizándome como profesional.

A mi asesor, Ing. Jony Villalobos Cabrera, por su dedicación, amistad y valiosa ayuda en el presente trabajo de graduación.

*Mi gratitud hacia mi segundo hogar, mi querida **Universidad Pedro Ruiz Gallo**, quien en sus aulas formo mi pensamiento, como un ente generador de ideas y soluciones hacia nuestra sociedad.*

También quiero agradecer a todos los docentes quienes me han impartido sus conocimientos y me han dado sabios consejos que me servirán a lo largo de mi vida profesional y personal.

RESUMEN

El ahorro de la energía eléctrica es un factor importante para el desarrollo de las zonas industriales en nuestro país, porque mejora los estados financieros, promueve el desarrollo productivo e impulsa el consumo eficiente de energía.

En ese contexto este trabajo de investigación busca mejorar la calidad Luminosidad y utilizar la iluminación LED del campo deportivo Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

Para ello, se realizaron visitas al lugar con la finalidad de recopilar los aspectos más relevantes de la zona en estudio.

También se han considerado los aspectos científicos y tecnológicos necesarios tales como: las características de trabajo y climática, análisis de la demanda y la oferta, los fundamentos básicos de iluminación, el diseño de los planos de ubicación de las luminarias, sus características técnicas y detalles.

La puesta en práctica de este proyecto brindará a nuestras futuras generaciones el acceso a la utilización de nuevas tecnologías en iluminación garantizando el uso de LED el desarrollo del sector industrial.

PALABRAS CLAVES: Sistema de Iluminación, LED

ABSTRACT

The saving of the electric power is an important factor for the development of the industrial zones in our country, because it improves the financial statements, promotes the development of the product and promotes the efficient consumption of energy.

In this context, this research work seeks to improve quality. Luminaires and use of the LED lighting of the Coliseo Multusos sports field in the Qhapac Ñan Complex - Cajamarca.

To do this, visit the place in order to collect the most relevant aspects of the area in the study.

The aspects of technology and the basic aspects of lighting, the design of the luminaire drawings, their technical characteristics and details have also been taken into account.

.

The implementation of this project will provide our future generations with access to the use of new technologies in lighting, ensuring the use of LEDs in the development of the industrial sector.

KEYWORDS: Lighting system, LED

INDICE

INDICE	8
INTRODUCCION	10
CAPÍTULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	12
1.2. Formulación del problema	12
1.3. Delimitación de la investigación	12
1.4. Justificación e importancia de la investigación	13
1.5. Limitaciones de la investigación	13
1.6. Objetivos de la investigación	14
1.6.1 Objetivo General	14
1.6.2 Objetivos Específicos	14
CAPÍTULO II	15
MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes del Estudio	15
2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado	19
2.3. Definición Conceptual de la Terminología Empleada	38
CAPITULO III	40
MARCO METODOLÓGICO	40
3.1 Tipo y Diseño de Investigación	40
3.2 Población y muestra	40
3.3 Formulación de la hipótesis	40
3.4 Variables-Operacionalización	40
3.5 Métodos y técnicas de investigación	41
3.6 Descripción de los instrumentos utilizados	42
3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos	42
CAPITULO IV	43
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	43
4.1 Determinar el nivel de iluminación de alta calidad para escenarios deportivos asegurando buenas condiciones para la práctica de los deportes	43

4.2. Selección de los equipos que se utilizaran en la iluminación LED del Campo Deportivo	44
4.3. Cálculos de iluminación apoyados del software de iluminación normada.	46
4.4. Realizar el Metrado, Presupuesto y la elaboración de planos para la ejecución del proyecto	47
CAPÍTULO VI	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
6.1 Conclusiones.....	50
6.2 Recomendaciones.....	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
Bibliografía	52
ANEXOS	53

INTRODUCCION

La iluminación juega un papel muy importante en el desarrollo de las actividades sociales, ya que no se podría desarrollar sin un nivel adecuado de iluminación, ha brindado la oportunidad de realizar dichas actividades en ambientes cerrados como poca iluminación o en el transcurso de la noche donde la iluminación es casi nula.

La necesidad de contar con un nivel óptimo de iluminación en el Coliseo Multiusos de Cajamarca nos limita a ejercer actividades tanto recreativas como deportivas a nivel de competencia.

El alcance de este proyecto es realizar el diseño del sistema de iluminación, medición de los niveles y hacer cálculos necesarios para la selección de luminarias que se usaran en el diseño.

Por ello se demostrara que la utilización de luminarias LED, pueden sustituir eficientemente a las luminarias convencionales por el desarrollo que están alcanzando y sus grandes beneficios como el bajo consumo de potencia, la gran capacidad de iluminación, la alta eficiencia de trabajo y su larga durabilidad, además con esta nueva tecnología empleada en las luminarias LED se puede analizar su funcionamiento constante y estado actual del equipo; por eso las otras tecnologías ya están quedando de lado. Se demostrará mediante el software ULYSSE 3 acreditado por el CIE, el cumplimiento de los límites de iluminación del recinto deportivo.

En el presente trabajo de suficiencia académica se cumplirá con los requisitos y recomendación de las Normas de Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos, DGE 017-AI-1/1982, aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas. Cumpliendo las Normas CIE (INTERNACIONAL COMMISSION ON ILLUMINATION), CIE 067; y guiados por la Norma EN 12193 aprobada por el CEN (Comité Europeo de Normalización).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

El campo deportivo Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan ubicado en la ciudad de Cajamarca, es utilizado para ejercer actividades tanto recreativas como deportivas a nivel de competencia especialmente por la noche, por lo que es necesario contar con un nivel óptimo de iluminación, y sobre todo que las luminarias sean eficientes.

1.2. Formulación del problema

¿Es posible determinar que un sistema de iluminación LED como una alternativa de eficiencia energética para uso de iluminación deportiva en el Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan - Cajamarca?

1.3. Delimitación de la investigación

La presente investigación tendrá las siguientes delimitaciones:

1.3.1. Delimitación espacial

Nuestro trabajo de suficiencia profesional será en el Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan - Cajamarca.

1.3.2. Delimitación temporal

El tiempo de limitación del trabajo fue en el año 2017.

1.3.3. Delimitación temática

El punto principal de esta investigación está denotado, en el contexto actual de la necesidad de contar con una iluminación eficiente en el Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan - Cajamarca

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación Técnica

Permitirá estudiar, analizar y aplicar una metodología para calcular la iluminación del Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

1.4.2. Justificación Económica

Este estudio se sustenta económicamente por que el sistema de Iluminación a implementar permitirá ahorrar económicamente en el pago por el uso de la energía eléctrica.

1.4.3. Justificación Social

El Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca al contar con un Sistema de Iluminación eficiente, permitirá que las personas que hagan uso de sus instalaciones se sientan cómodas y satisfechas.

1.5. Limitaciones de la investigación

Como limitación principal, percibí la carencia el celo por parte de la empresa que ejecutó los trabajos en proporcionar la información referida a la implementación del Sistema de Iluminación.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo General

Diseñar un sistema de iluminación LED para el Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca, usando tecnologías modernas buscando principalmente la eficiencia energética.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Determinar el nivel de iluminación de alta calidad para escenarios deportivos asegurando buenas condiciones para la práctica de los deportes.
- Seleccionar los equipos que se utilizaran en la iluminación LED del Campo Deportivo
- Realizar los cálculos de iluminación apoyados del software de iluminación normada.
- Realizar el Metrado, Presupuesto y la elaboración de planos para la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Estudio

Internacional

Según Mynor Geovanny Jiménez Oliva, en el año 2012, (Benjumea Mesa, 2009) realizó el trabajo: ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE LA ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO T-3 APLICANDO TECNOLOGÍA LED”, en este estudio técnico económico completo del nivel de iluminación de un edificio, dicho estudio se realiza basado en las normas americanas utilizando el método de cálculo de los watts por metro cuadrado, éste es un método estimativo empleado cuando se requiere tener una idea de la carga, número de luminarias necesarias para un proyecto o anteproyecto dado. Además aprovechando el avance tecnológico, se enfocará dicho estudio a la iluminación con tecnología led, debido a las ventajas que esta tecnología presenta frente a muchas otras, así mismo se colabora con el medio ambiente ya que la tecnología tipo led está fabricada con materiales no tóxicos y reciclables. El estudio económico comprende un análisis de resultados que determina el costo anual en quetzales aproximado de energía pagado con el sistema de iluminación existente y el costo anual en quetzales de energía proyectado con luminarias led. Así como el total en quetzales de la inversión inicial requerida para la implementación de este nuevo sistema de iluminación led.

Según María Susana Benjumea Mesa, en el año 2009 en la Tesis: “PROPUESTA PARA LA IMPLEMENTACION DEL SISTEMA “LED” PARA LA ILUMINACION

PÚBLICA EN ANTIOQUIA”. La iluminación a base de LED (Light Emitting Diode) se puede considerar una nueva tecnología de iluminación que presenta numerosos beneficios con respecto a los diferentes tipos de iluminación que encuentran en el mercado. Las luminarias LED consumen aproximadamente el 50% menos de energía que las lámparas tradicionales, tienen una vida útil aproximada de 100.000 horas (6 veces más que las lámparas de sodio tradicionales), la temperatura del color que emite es más blanca y agradable a los ojos, no posee elementos tóxicos y contaminantes que generarían daños en el medio ambiente. El alumbrado público es tema de especial interés en todos los países del mundo ya que este representa una gran porción del consumo energético, y su adecuada utilización asegura seguridad para los transeúntes y conductores. Iluminar las vías de las ciudades del mundo con lámparas LED, resulta un buen negocio tanto para el medio ambiente como para los países, ya que aunque le inversión inicial de implementar este nuevo sistema de iluminación es sumamente alta, se puede demostrar que la recuperación por el ahorro de la energía se lograra en pocos años. El alumbrado público en el mundo al igual que en Colombia está reglamentado por diferentes entes públicos. En Colombia la normatividad aplicada es dictada por el Retilap, quien se encarga año tras año de crear y reformar las normas para garantizar un alumbrado que genere seguridad tanto para los transeúntes como para los conductores de las vías. Existen varios tipos de vías a iluminar de acuerdo al tráfico vehicular y a la velocidad de los carros que la transitan, para cada uno de estos tipos de vías existe una iluminación mínima necesaria que debe ser garantizada de acuerdo al ancho de la vía, a la distancia entre las luminarias y a la altura de los postes que sostienen las luminarias. Estos niveles mínimos de iluminación que se deben garantizar al interior de una vía se encuentran recopilados en el Retilap que es un

documento que normaliza la iluminación pública dentro del país, De acuerdo con la investigación realizada, en la cual se tomaron los valores requeridos de iluminación para dos tipos de vías, se demuestra que para una vía de poco tránsito que usa lámparas de 70w de sodio de alta presión el reemplazo adecuado es de una lámpara de 45w a base de LED. Y para una avenida que utiliza lámparas de sodio de alta presión de 150w, el reemplazo adecuado con lámparas de LED sería de 90w. Con estas sustituciones, y con proyecciones del precio de la energía, del precio de las lámparas y del precio de la mano de obra, se demostró que la recuperación de la inversión dado el gran ahorro de energía que las lámparas LED presentan, se daría entre 6 y 8 años y de ahí en adelante el ahorro se consideraría en utilidad para el Estado o el operador de la vía en el caso de las concesiones. En el caso de realizarse la sustitución de las luminarias tradicionales por LED, se presenta una disminución del consumo de la energía de aproximadamente el 50% y los costos por mantenimiento se reducen en un 100%. La reducción en el consumo energético representa para el medio ambiente una mejor conservación de los recursos naturales. en aceite. Conjuntamente con las actividades pertenecientes al mantenimiento preventivo, se analizan diferentes procedimientos y procesos útiles a la hora de realizar un mantenimiento correctivo del transformado.

Ponce Vera, Iván Martin. 2010, en el Trabajo de Investigación: “Diseño de la Iluminación de la Unidad Deportiva Del Municipio De Herran”. Colombia. El presente trabajo tiene como finalidad diseñar la iluminación para la unidad deportiva del Municipio de Herrán (n. de s.), con la entrada en vigencia del retilap, los diseños de iluminación deben ser realizados por personal calificado. Los equipos empleados en

la iluminación deben cumplir con requisitos técnico mínimos y las luminarias empleadas con fotometrías certificadas. Al construir el sistema de iluminación se deberán utilizar las luminarias indicadas en los diseños, o demostrar que las luminarias equivalentes a utilizar cumplen con las mismas o superiores especificaciones que las proyectadas. Se deben suministrar los respectivos diseños fotométricos que demuestren que esas luminarias equivalentes cumplen con las especificaciones fotométricas exigidas, el programa utilizado para los diseños y los documentos fotométricos utilizados. Los planos anexos muestran la ubicación exacta de cada luminaria, los calibres de conductores, diámetros de tuberías y las protecciones a utilizar. El presente documento indica las demás especificaciones técnicas necesarias.

Nacional

Alamo LLauce, Ronald. 2013, en la Tesis: “Evaluación de la Iluminación del Estadio San Pedro de Mórrope”. En este trabajo de investigación el autor seleccione los equipos eléctricos, de manera que permita optimizar una iluminación de calidad para los jugadores, árbitro y espectadores. El equipo eléctrico que se ha seleccionado cumple con las características suficientes para iluminación de exteriores, teniendo en cuenta su potencia, flujo luminoso, temperatura de calor, vida media.

Condori Choque, Fidel Elvis. 2015. En el Proyecto de Investigación “Calculo y Diseño De Iluminación Del Campo Deportivo De Futbol De La UANCV Mediante Software Aplicativo”. El autor realizó el cálculo y diseño del Sistema de iluminación del campo deportivo de la UANCV para establecer un sistema ideal de acuerdo a las normas nacionales e internacionales. El proyecto es 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.

2.2. Desarrollo de la temática correspondiente al tema investigado

2.2.1. Lámparas y Luminarias

Las lámparas son dispositivos que soportan o emiten luz artificial. Describiremos en este capítulo, aquellas que para poder iluminar, requieren de la energía eléctrica, mientras que las luminarias son aparatos que sirven para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas, y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y proteger las lámparas y para conectarlas al circuito de alimentación.

A. Vida útil de las lámparas en general

- La vida útil de una lámpara está determinada por la temperatura que alcanza el filamento al realizar su labor de iluminación. A mayor temperatura, mayor flujo luminoso y mayor velocidad de evaporación del material que compone el filamento.
- A medida que las partículas del filamento se evaporan la pared del bombillo se va ennegreciendo lo cual reduce el flujo luminoso que pasa a través del vidrio. Esta misma evaporación del componente del filamento (wolframio) produce una reducción de la corriente eléctrica, temperatura y flujo eléctrico. La reducción del wolframio seguirá ocurriendo hasta que se rompa el filamento, fenómeno que se conoce como Depreciación Luminosa.

Según las condiciones de uso de las lámparas, existen diferentes parámetros para asignarles su vida útil.

- Vida individual son las horas transcurridas hasta que una lámpara se daña, en unas condiciones determinadas.
- Vida promedio en unas condiciones determinadas, es el tiempo en el que la mitad de un lote de lámparas presenta fallos.
- Vida útil son el número de horas estimadas, tras las cuales por motivos de economía y eficiencia luminosa, es preferible sustituir las lámparas de una instalación que mantenerlas.

El valor de la vida útil es de suma importancia ya que ayuda a determinar los períodos de reposición de las lámparas.

Otros factores que influyen en la vida útil de las lámparas, son la calidad de la tensión de la red y el número de encendidos y apagados que presente.

Tabla 1: Vida promedio de las lámparas según su tipo

TIPO DE LAMPARA	VIDA PROMEDIO (Horas)
Incandescentes	1000
Halógenas	2000-4000
Fluorescentes	7500-12000
Mezcladores	9000
Mercurio a alta presión	25000
Haluros metálicos	11000
Sodio a baja presión	8000 – 12000
Sodio a alta presión	8000 – 12000
LEDs	>50000

Fuente: Silix 2008

B. Tipos de Lámparas y Balastos más comunes

a. Lámparas Incandescentes

Características: su principio de funcionamiento se basa en el calentamiento de un alambre (filamento), el cual, a altas temperaturas emite una radiación que se genera en el campo visible del espectro. Es la fuente de luz más antigua y con la que se obtiene la mejor reproducción de los colores, con una luz muy cercana a la luz del sol.

Ventajas: Económicas y facilidad de instalación.

Desventajas: corta vida y baja eficiencia luminosa (alto desperdicio de la energía en calor).

b. Lámpara incandescente halógena de tungsteno

Características: su principio de funcionamiento se basa en el calentamiento de un alambre (filamento), a diferencia de las lámparas incandescentes normales, esta posee Halogenuro en la ampolla, factor que ayuda a conservar el filamento y por ende, a prolongar su vida útil.

Ventajas: económicas, facilidad de instalación, menor tamaño, alto flujo luminoso, color cálido de su luz, buena reproducción del color, no pierden intensidad de luz con las horas de trabajo.

Desventajas: baja eficiencia luminosa (alto desperdicio de la energía en calor), emiten radiaciones ultravioleta.

c. Lámparas de descarga

Características: la luz se produce al convertir la radiación ultravioleta de la descarga del sodio en radiación visible por medio de un polvo fluorescente en la superficie interna de la lámpara. La luz producida por este tipo de lámpara es de color amarilla.

Ventajas: alta eficiencia luminosa y larga vida

Desventajas: pobre reproducción del color. Después de apagada la lámpara, se debe esperar 15 minutos para encenderla nuevamente. Al cabo de 15 minutos después de encendida la bombilla, esta alcanza sus valores nominales.

d. Lámpara de sodio de alta presión

Características: la diferencia de este tipo de lámpara con las lámparas de sodio de baja presión, radica en las diferencias de presiones en el tubo de descarga que como su nombre lo indica es más alta en las lámparas de sodio de alta presión.

El exceso de sodio en el tubo de descarga, da como resultado un vapor saturado que sumado a los excesos de mercurio y xenón mejoran las condiciones de color y temperatura.

Ventajas: alta eficiencia luminosa y larga vida

Desventajas: pobre reproducción del color

e. Lámpara de mercurio de baja presión

Características: en este tipo de lámparas la luz es producida por los polvos fluorescentes emitidos, gracias a la energía ultravioleta de la descarga de mercurio.

Ventajas: Mayor eficiencia luminosa que las lámparas incandescentes normales. Bajo consumo energético. Larga vida de funcionamiento

Desventajas: alto costo. Baja reproducción del color, la tonalidad del color de la luz emitida es fría.

f. Lámpara de mercurio de alta presión

Características: la luz es producida en este tipo de lámparas dentro de un tubo de descarga en el cual se encuentra una cantidad de mercurio y un relleno de gas inerte que asiste el encendido. Como producto de esta descarga se produce una parte de la radiación visible del espectro como luz pero otra parte es emitida en la región ultravioleta. Esta última radiación UV es convertida en radiación visible por medio de un polvo fluorescente que cubre la ampolla en su interior.

Ventajas: Larga vida útil. Buena eficiencia luminosa (3 veces más eficiente que las lámparas incandescentes).

Desventajas: Mala reproducción del color. Alto costo, comparado con las lámparas de sodio. Necesitan tiempo de enfriamiento para reencender en caliente.

C. LED (light emitting Diode)

Sus siglas en español traducen, diodo emisor de luz.

Este tipo de semiconductores fue creado a principios de la década de los sesenta (60) y pertenecen a la familia de los diodos.

Este tipo de luminarias son de estado sólido, no poseen partes frágiles o movedizas y pueden durar por décadas.

Este tipo de luces pueden poseer más eficiencia luminosa que las lámparas comunes. Los primeros LED que se comercializaron fueron rojos, los cuales se usaban como dispositivos de encendido y apagado en dispositivos electrónicos. Posteriormente se fueron comercializando LED de diferentes colores como rojo y verde y más o menos en el año 1989 una empresa norteamericana insertó en el mercado un nuevo tipo de luz LED azul. De la combinación de estos colores surge la ahora utilizada y comercial luz LED blanca.

Hoy en día por las relaciones de costo -eficiencia ha hecho que este tipo de lámparas este revolucionando el mercado de la iluminación. Las luces LED blancas son los suficientemente eficientes para ser aplicadas a todo tipo de sistemas de iluminación tanto de interior como de exterior.

El diodo emisor de luz, más comúnmente llamado LED, usa menos energía que las demás tipos de lámparas, tienen mayor vida útil y una de las cosas más importantes es que no dejan residuos de mercurio que dañan la capa de ozono como lo hacen las luces incandescentes (O'Donell, Sandoval & Paukste, 2013).

a. Principio de funcionamiento

Las luces LED usan un tipo especial de diodo, el cual al ser atravesado por energía eléctrica desprende un tipo de luz.

Una explicación más científica consiste en que cuando la corriente atraviesa a través de un diodo semiconductor, esta inyecta huecos y electrones en las regiones p y n. Las regiones tipo p (positivo) y n (negativo) se refieren a dos tipos de materiales semiconductores alterados que permiten que la energía fluya en una dirección siempre que el material tipo p este a una tensión superior a la n. Esta combinación de electrones y huecos son las encargadas de generar la luz. Dependiendo de la intensidad del paso de corriente hace que las recombinaciones entre electrones y huecos produzca un tipo de luz.

El color que va a tener el LED lo determina el tipo de material del que está hecho.

b. Características de los LED

Los diodos emisores de luz se caracterizan por su larga duración, bajo consumo energético y resistencia a los impactos.

El color de la luz se mantiene constante ya que son luces reguladas. Permiten dirigir la luz con exactitud ya que poseen una fuente de luz puntual. Su encendido es inmediato, por esta razón son usadas en escenas de luz dinámicas y no requiere enfriamiento para un posterior reencendido.

El campo de aplicaciones para este tipo de luz es muy alto, va desde iluminación interior hasta iluminación exterior. Este tipo de iluminación se está constituyendo como una mejor alternativa de iluminación frente a las fuentes de iluminación convencionales.

Uno de los `problemas de los bombillos convencionales es que al ser constituidos por vidrio estos son muy susceptibles a ser dañados, por el contrario las lámparas LED están constituidas por una resina especial (epoxi resin) más sólida y resistente que el vidrio.

c. Factores externos que influyen en el funcionamiento de los LED

La temperatura del ambiente puede afectar el funcionamiento de las lámparas LED en su totalidad, ya que un sobrecalentamiento puede ocasionar fallos en la misma.

d. Partes de los LED

Los LED poseen una lente hecha de una resina especial, esta puede ser clara o difusa. Esta resina encapsula el LED y a su vez provee un control óptico ya que evita las reflexiones en la superficie del semiconductor e incrementa el flujo luminoso.

e. Ventajas y desventajas

Desventajas

El precio es sin duda alguna una de las desventajas principales del LED, ya que su precio es comparativamente alto con respecto al resto de las lámparas existentes en el mercado.

Ventajas

- No posee ni filamentos ni electrodos como lo hacen las lámparas incandescentes y de descarga que son susceptibles a romperse o quemarse.
- Con el transcurso del tiempo el rendimiento de estas lámparas ha crecido por encima de 40%. A su vez, los costos han disminuido en un 20%
- Bajo consumo energético.

- Baja temperatura de funcionamiento ya que la tensión con la que este sistema se alimenta es muy baja, por lo tanto consume menos energía y la temperatura de funcionamiento es mínima.
- Alta rapidez de respuesta.
- Larga vida aproximadamente de 100.000 horas.

2.2.2. Parámetros que intervienen en el cálculo de la iluminación

Los parámetros que intervienen en el cálculo de la iluminación se numeran a continuación.

A. Flujo luminoso

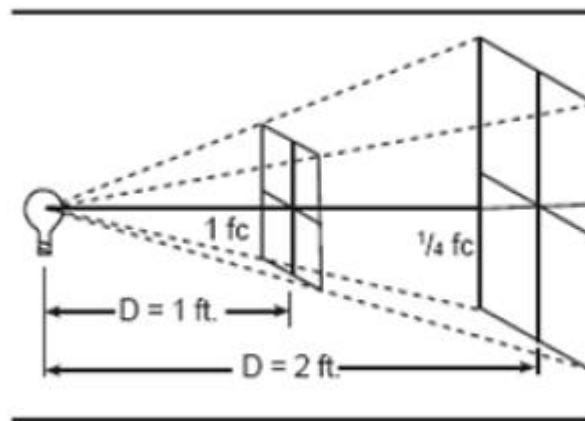
El flujo luminoso es la cantidad de luz que fluye en un determinado tiempo y es medido en lúmenes. Es una medida del total de la luz emitida por una fuente y es comúnmente usada para determinar la salida total del flujo luminoso de una lámpara.

Intensidad luminosa

La candela es la unidad de intensidad (I) y es análoga a la presión en un sistema hidráulico. A veces es llamada candlepower (potencia en candelas) y describe la cantidad de luz (lúmenes) en una unidad de ángulo sólido. Esta unidad de ángulo sólido se llama Steradian.

Se observará en la figura 1 que mientras la luz se aleja de la fuente, el ángulo sólido cubre un área más y más grande; pero el ángulo permanece igual, así como la cantidad de luz que contiene. Por lo tanto, la intensidad en una dirección dada es constante independientemente de la distancia.

Figura 1: Gráfica de intensidad luminosa



Fuente: Holophane. Principios de iluminación, p. 5.

B. Iluminancia (E)

La iluminancia es la cantidad de luz que incide en la unidad de área y es medida en Footcandles (pies candela) o luxes. Es definida por la intensidad (I) en candelas, dirigida hacia un punto P, dividida por el cuadrado de la distancia (D) de la fuente (luminaria) a la superficie a iluminar.

$$E = \frac{I}{D^2} (2)$$

Donde:

E = Iluminancia

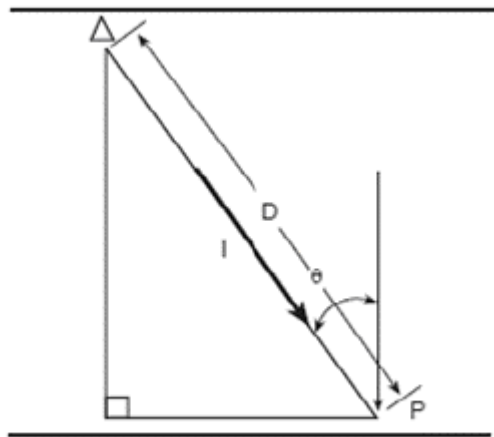
I = intensidad en candelas

D = distancia de la luminaria a la superficie a iluminar

A medida que el área cubierta por un ángulo sólido dado, se hace más grande por el incremento de la distancia desde la fuente, el flujo de luz permanece constante. La densidad de iluminación de la luz en la superficie disminuye, tanto como el inverso de la distancia al cuadrado. Esta fórmula es válida sólo si la superficie receptora es perpendicular a la dirección de la fuente.

Si la luz incide en otro ángulo, la fórmula se transforma en:

Figura 2: Iluminancia que incide sobre un área



Fuente: Holophane. Principios de iluminación, p. 5.

$$E = I \cos \varnothing / D^2$$

Donde:

E = iluminación en Footcandles (fc) o luxes

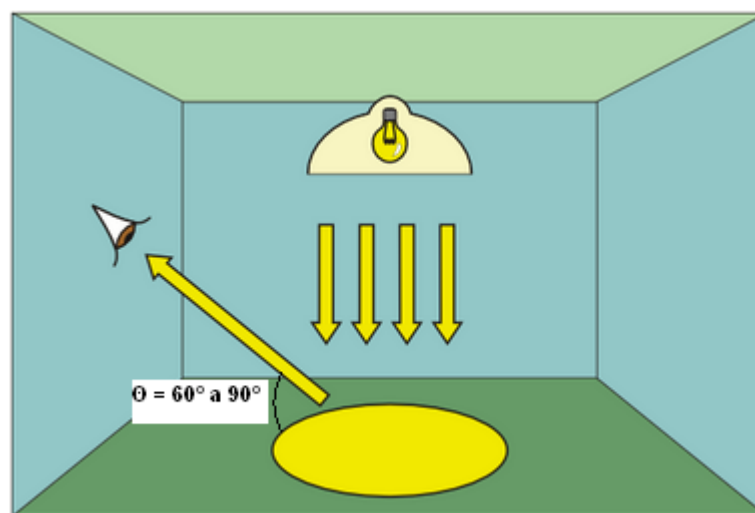
I = intensidad en candelas (cd) hacia el punto P D = distancia en pies o metros

Ø = ángulo de incidencia

C. Luminancia (L)

La luminancia, frecuentemente llamada brillantez, es el nombre dado a lo que vemos. La brillantez es una sensación subjetiva que varía de muy tenue u oscuro a muy brillante. De una forma objetiva, se refiere a ella como la intensidad en una dirección dada dividida por un área proyectada tal como la ve un observador. Se hace referencia a la luminancia de dos maneras, ya sea relacionada a una luminaria o a una superficie. La luminancia directa o brillantez de las luminarias a varios ángulos de visión es un factor primordial en la evaluación de confort visual de una instalación que use estas luminarias. En general, es deseable minimizar la brillantez de luminarias con la altura de montaje, en los ángulos verticales de 60° a 90° como lo muestra la figura 3. Cuando la intensidad está en candelas, y el área proyectada está en metros, la unidad de luminancia es candelas por metro cuadrado (cd/m^2).

Figura 3: Luminancia o brillantes



Fuente: Halophane. Principios de iluminación, p. 6.

D. Exitancia (M)

Es frecuente calcular la cantidad de luz reflejada en las superficies del cuarto; muchas de estas superficies son difusas y como resultado el término correcto a usar es Exitancia (M), donde:

Exitancia = iluminancia x factor de reflexión

$$M = E \times p$$

Donde:

E = Iluminancia en Footcandles o luxes.

p = Es el factor de reflexión de la superficie expresado como la fracción de luz reflejada sobre la luz incidente.

M = Es la Exitancia resultante en Footcandles o luxes.

E. Cálculo Lumínico

Potencia en los Ambientes

En esta parte del proyecto calcularemos la Potencia de las luminarias, en cada ambiente. La fórmula que utilizaremos aquí es la siguiente:

$$\text{Pot luminarias} = P * N^{\circ}\text{luminarias} * N^{\circ}\text{equipos} * f_u$$

Donde:

- P : Es la potencia de los fluorescentes (Watts), es este caso será la potencia de los LEDs
- f_u : Factor de utilización de las luminarias.

Cálculo de Instalación de Alumbrados

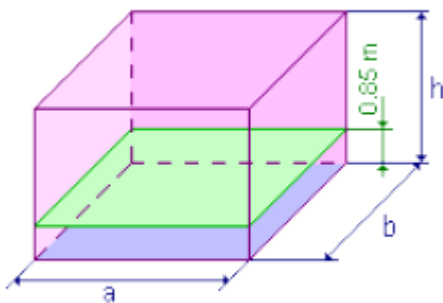
En el cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores a menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de lúmenes. Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

a. Método de los Lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general, se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

Pasos a seguir en Método de Lúmenes

Paso 1: Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m; en nuestro caso los cálculos se realizarán con esa altura de mesa de trabajo.

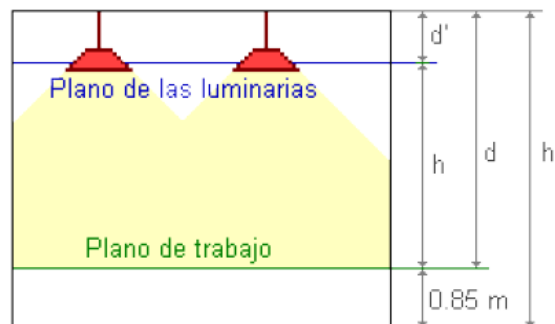


Paso 2: Determinar el nivel de iluminancia media. Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local.

Paso 3: Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, LED, etc.) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar; en este caso el diseño se está realizando para luminaria LED.

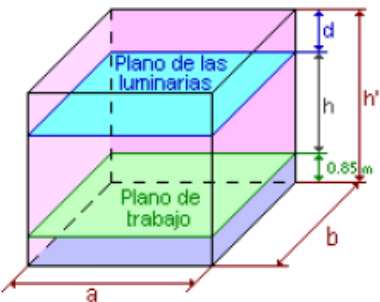
Paso 4: Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

Paso 5: Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



	Altura de la luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas.)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo= $23 \cdot (h' - 0.85)$ Óptimo= $45 \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx 14 \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx 34 \cdot (h' - 0.85)$

Paso 6: Calcular el índice del local (k) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

	Sistema de iluminación	Índice del local
	Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
	Iluminación indirecta y semi indirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Donde k es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

Paso 7: Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

Superficies	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Paredes	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

Paso 8: Determinar el factor de utilización (η , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Coeficientes de utilización														
Índice del local k	SUELO	30						10						0
	TECHO	70			50			70			50			0
	PARED	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	0
	60	37	30	25	35	30	26	34	29	26	33	28	25	22
	80	42	36	31	40	34	31	37	34	30	37	33	30	26
	100	45	40	36	43	38	35	42	37	34	40	36	34	30
	150	52	47	43	49	45	42	47	43	40	45	42	40	36
	200	56	51	46	52	49	46	49	47	44	48	45	43	40
	250	58	54	51	54	51	49	51	48	47	49	48	46	42
	300	60	56	54	56	53	51	52	50	49	51	49	47	44
	400	61	59	57	57	55	54	53	52	51	52	51	50	46
	500	63	60	59	58	57	55	54	53	52	53	52	51	47

Paso 9: Determinar el factor de mantenimiento (f_m) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento (f_m)
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Cálculos

a. Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\phi T = E \cdot S \cdot \eta \cdot f_m$$

Donde:

ϕT : Es el flujo luminoso total.

E: Es la iluminancia media deseada.

S: Es la superficie del plano de trabajo.

η : Es el factor de utilización.

f_m : Es el factor de mantenimiento.

b. Cálculo del número de luminarias.

$$N = \phi T \cdot n \cdot \phi_L$$

Dónde:

N: es el número de luminarias

ϕT : es el flujo luminoso total

ϕ_L : es el flujo luminoso de una lámpara

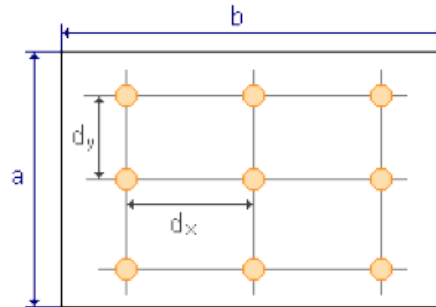
N: es el número de lámparas por luminaria

Emplazamiento de las Luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

$N_{\text{largo}} = N_{\text{ancho}} \cdot (\text{largo ancho})$

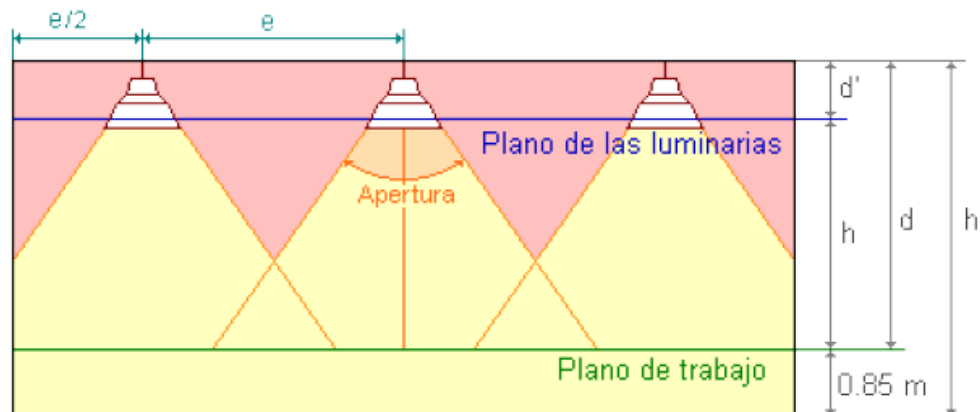
$N_{\text{ancho}} = N_{\text{total largo}} \cdot \text{ancho}$



La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura de haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

Veámoslo mejor con un dibujo:



Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma

manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla (normalmente la mitad de la distancia). Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia maxima entre luminaria
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 – 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semiextensiva	4 – 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
Distancia pared –luminaria: $e/2$		

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

2.3. Definición Conceptual de la Terminología Empleada

Deslumbramiento: sensación molesta que dificulta la visión cuando la luz que llega a los ojos es demasiado intensa.

Eficiencia Luminosa: es el cociente entre el flujo luminoso (φ) y la potencia consumida (W). A mayor eficiencia luminosa mejor es la lámpara y menor consumo energético tendrá. Las unidades son lm/W.

Flujo Luminoso: es la potencia en watt (emitida en forma de radiación luminosa, a la cual el ojo humano es sensible. es simbolizada por ϕ y su unidad es el lumen.

La relación entre la potencia emitida (w) y los lúmenes se denomina equivalente luminoso de la energía.

Iluminancia: se define por el flujo luminoso recibido por una superficie. La iluminancia es simbolizada por E y su unidad es el Lux (lx) que equivale a lm/m².

Intensidad Luminosa: se define como el flujo luminoso emitido por unidad de ángulo sólido en una dirección determinada. La intensidad luminosa se simboliza por (I) y su unidad es la candela (cd).

Lámparas: son aquellos aparatos encargados de generar luz.

Luminancia: corresponde a la relación entre la intensidad luminosa y la superficie aparente vista por el ojo humano. Es en pocas palabras la luz que percibimos se simboliza por L y sus unidades son cd/m².

Luminarias: son aparatos que tienen como función soportar, proteger y alojar la lámpara. También tiene como función dirigir y concentrar el flujo luminoso.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo y Diseño de Investigación

El diseño para el presente estudio está clasificado de la siguiente manera: No-Experimental, Prospectivo-Transversal

- **No-Experimental**, porque no se manipulan deliberadamente variables, se observa fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para luego analizarlos.
- **Prospectivo**, porque intenta predecir un posible escenario futuro.
- **Transversal**, porque se limita a la toma de datos en un único momento de tiempo

3.2 Población y muestra

La muestra para el trabajo de investigación es igual a la población, viene dada por los ambientes del Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

3.3 Formulación de la hipótesis

Mediante el diseño de un Sistema de Iluminación LED es una alternativa de eficiencia energética para uso de iluminación deportiva en el Coliseo Multiusos en el Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

3.4 Variables-Operacionalización

Para probar el estudio de investigación se determinaron dos variables para la Operacionalización:

Variable Única: Diseño del Sistema de Iluminación LED

Tabla 2: Operacionalización de variables				
Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Instrumentos	Indicadores
Variable Única Diseño del Sistema de Iluminación LED	Consiste en la acción de brindar el servicio de iluminación LED a una determinada zona	Es el conjunto de acciones y recursos destinados a resolver las enormes brechas existentes en infraestructura entre las zonas iluminadas con iluminación LED y así reducir el consumo de energía	Ficha de Observación	Lux Lúmenes Tensión Amperios

Fuente: Elaboración propia

3.5 Métodos y técnicas de investigación

3.5.1 Método de investigación

Guías de observación: mediante guías de observación se analizó el trabajo de investigación a realizar.

3.5.2 Técnicas de investigación

Las técnicas a ser utilizadas están en función a las etapas del proceso de desarrollo del proyecto.

Técnica de recolección de datos

Observación: están orientadas a obtener información sobre las características del Campo Deportivo Coliseo Multiusos En El Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

3.6 Descripción de los instrumentos utilizados

En nuestro trabajo de investigación se utilizó:

Ficha de Observación: sirvió para obtener las diferentes características del Campo Deportivo Coliseo Multiusos En El Complejo Qhapac Ñan – Cajamarca.

3.7 Análisis estadístico e interpretación de datos

Los datos obtenidos para el desarrollo del presente trabajo son los elementos que se sometieron a estudio, análisis e interpretación. La interpretación de datos es una de las etapas más importantes, porque se proyecta en las conclusiones.

La información que se obtuvo para el desarrollo del presente proyecto se presenta en forma de tablas y gráfico de barras, utilizando el MS Excel 2010, gracias a ello se ha podido determinar y dar posibles respuestas al problema planteado.

CAPITULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Determinar el nivel de iluminación de alta calidad para escenarios deportivos asegurando buenas condiciones para la práctica de los deportes.

Para determinar el nivel de iluminación requerido por el campo deportivo a iluminar se ha recurrido a la norma DGE 017-AI-1/1982: NORMA DE ALUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS, que especifica que en alumbrado de locales deportivos debe procurar buenas condiciones de visibilidad para los deportistas, árbitros y espectadores. Los deportistas deben reconocer en forma rápida y segura los pequeños objetos en cada tipo de deporte, y los espectadores deben poder observar los sucesos sin necesidad de esforzarse. Así mismo indica que los requerimientos del alumbrado se basan en los siguientes criterios de ingeniería de alumbrado:

- Nivel de iluminación;
- Distribución de la iluminancia;
- Limitación del deslumbramiento;
- Dirección de incidencia de la luz y efecto de sombra;
- Color de luz y reproducción del color.

Una instalación de alumbrado puede satisfacer los requerimientos para los cuales está destinada, sólo si cumple con todos los criterios de calidad. Se puede dar más importancia a uno u otro criterio, dependiendo de la naturaleza y dificultad de la tarea visual, o del tipo de recinto.

Los valores de iluminación nominal para recintos y campos deportivos son:

20/30/50/75/100/200/300/400/500/750/1000/1500/2000/3000/5000/7500/10,000lx.

La iluminación nominal asignada a un tipo particular de recinto o a una actividad particular, está basada en la dificultad de la tarea visual. Se asume que el efecto de la iluminación sobre el rendimiento visual no es afectado por el deslumbramiento directo y reflejado, por la reducción del contraste, ni por la reproducción del color y color de luz inapropiados.

Para el presente caso se tomará los siguientes valores:

Nivel de Iluminación: 750 Lux

Color de Luz: Blanco Luz del día

4.2. Selección de los equipos que se utilizaran en la iluminación LED del Campo Deportivo

Para cumplir con los niveles de iluminación del Campo Deportivo, se utilizarán las siguientes luminarias:

OMNIBlast GEN2 se ha diseñado para proporcionar una combinación imbatible de rendimiento y flexibilidad para la iluminación de instalaciones deportivas y otras áreas en las que se necesiten paquetes lumínicos elevados. Es el sustituto ideal para lámparas de descarga de 800 W, 1.000 W, 1.500 W y 2.000 W.

Garantiza los niveles elevados de iluminación (horizontal y vertical) necesarios para cumplir los requisitos de federaciones deportivas y retransmisión televisiva. Para

mejorar la experiencia in situ y las imágenes televisadas, OMNIBlast garantiza un control perfecto de los deslumbramientos y elevados índices de reproducción del cromática (CRI) y de consistencia de iluminación televisiva (TLCI >85+), además de una iluminación sin parpadeos para alcanzar la perfección en retransmisiones en alta definición y repeticiones a cámara superlenta.


OMNIBlast GEN2 incorpora una tecnología de refrigeración patentada que maximiza la vida útil y la emisión lumínica.

El concepto modular de unidades ópticas, que permite agrupar 1, 2 o 3 módulos en la misma horquilla, y los motores LED de altas prestaciones LensoFlexR3, BlastFlexTM y ReFlexoTM, consiguen que OMNIBlast GEN2 proporcione una amplia gama de distribuciones fotométricas y paquetes lumínicos para cumplir con los requisitos de la zona a iluminar.

Proporciona un control perfecto del deslumbramiento con unidades ópticas específicas y accesorios externos como cubiertas y para lúmenes. Las cajas de auxiliares se pueden instalar de forma remota (hasta 200 m) o sobre una amplia gama de horquillas. OMNIBlast GEN2 está disponible con LED estandar en blanco cálido (3.000 K), neutro (4.000 K) y frío (5.700 K, la CCT de referencia para la industria de las videocámaras). Los LED en blanco frío ofrecen un CRI mayor y, por tanto, son especialmente adecuados para imágenes en ultra alta definición de 4K.

En siguiente figura podemos apreciar las características de las luminarias:

Figura 4: Características de la Luminarias OMNIBlast

OMNIBlast GEN2 CARACTERÍSTICAS		Schröder 	
INFORMACIÓN GENERAL		INFORMACIÓN ELÉCTRICA	
Altura de instalación recomendada	8 m a 50 m 260 a 1650	Clase eléctrica	Clase I UE - Clase 1 EE. UU.
Driver incluido	No	Tensión nominal	230-400 V – 50-60 Hz 120-277 V – 50-60 Hz 347-480 V – 50-60 Hz
Marca CE	Sí	Factor de potencia	> 90% a plena carga
Certificado ENEC	Sí	Protección contra sobretensiones	Rango 230-400 V: 10 kV Rango 120-277 V: 20 kV Rango 347-480 V: 20 kV
Certificado UL	Sí	Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 55015:2013/A1:2015, EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8, -11:2014, EN 61000-3-2, -3:2013
Conformidad con RoHS	Sí	Opciones de control	Sin regulación, DMX-RDM o 0-10 V
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)	INFORMACIÓN ÓPTICA	
CARCASA Y ACABADO		Temperatura de color de los LED	3.000 K (blanco cálido) 4.000 K (blanco neutro) 5.700 K (blanco frío) RGB-blanco frío Blanco ajustable
Carcasa	Aluminio inyectado a alta presión	Índice de reproducción cromática (CRI)	> 70 (blanco neutro o frío) > 80 (blanco cálido) > 90 (blanco neutro o frío)
Óptica	Lentes de silicio o reflectores de aluminio	CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO	
Protector	Vidrio o policarbonato	Rango de temperatura de funcionamiento (Ta)	-30 °C a +55 °C (°) -22 °F a 131 °F (°)
Acabado de la carcasa	Recubrimiento de polvo de poliéster		
Color	Gris luminoso RAL 7040 Cualquier otro color RAL bajo pedido		
Grado de hermeticidad de la unidad óptica	IP 66		
Grado de hermeticidad de la caja de auxiliares	IP 66 (caja de auxiliares) o IP 65 (armario de auxiliares)		
Resistencia a los impactos	IK 09 (vidrio) / IK 10 (policarbonato)		
Pruebas de vibración	ANSI C 136-31 - 3G y IEC 68-2-6 - 1.5G		
Prueba de lanzamiento de balón	DIN 18032-3:1997-04		

Fuente: OMNIBlast

En el Anexo 1, presentamos el catálogo de dichas luminarias.

4.3. Cálculos de iluminación apoyados del software de iluminación normada

Para realizar los cálculos de iluminación se ha hecho uso del SOFTWARE ULYSSE 3.

Cuyos cálculos lo presentamos en el Anexo 2.

4.4. Realizar el Metrado, Presupuesto y la elaboración de planos para la ejecución del proyecto

El Metrado y Presupuesto que involucra la Iluminación LED del Coliseo Multiusos es el siguiente:

Tabla 3: Metrado y Presupuesto del Tablero de Distribución TD-IL1

METRADO Y PRESUPUESTO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD-IL1					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.00	SUMINISTRO DE MATERIALES				13572,0
1.01	Inerruptor Termomagnetico 30 A	Und.	1	40	40,0
1.02	Inerruptor Termomagnetico 15 A	Und.	2	35	70,0
1.03	Interrutor Diferencial 15 A - 30mA	Und.	2	30	60,0
1.04	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182 Narrow beam	Und.	6	1200	7200,0
1.05	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184 Medium beam	Und.	5	1200	6000,0
1.06	Conductor LS0H-80 450/750 V 1x4 mm ²	m	100	1,78	178,0
1.07	Cinta Aislante 3M 1700	Und.	4	6	24,0
2.00	MONTAJE				2000,0
2.01	Montaje de Luminarias	Glb.	1		2000,0
3.00	TRANSPORTE				1000,0
3.01	Transporte	Glb.	1		1000,0
	COSTO DIRECTO				16572,0
	Gastos Generales y Utilidades				2485,8
	COSTO TOTAL				19057,8

Tabla 4: Metrado y Presupuesto del Tablero de Distribución TD-IL2

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.00	SUMINISTRO DE MATERIALES				13572,0
1.01	Inerruptor Termomagnetico 30 A	Und.	1	40	40,0
1.02	Inerruptor Termomagnetico 15 A	Und.	2	35	70,0
1.03	Interrutor Diferencial 15 A - 30mA	Und.	2	30	60,0
1.04	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182 Narrow beam	Und.	6	1200	7200,0
1.05	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184 Medium beam	Und.	5	1200	6000,0
1.06	Conductor LS0H-80 450/750 V 1x4 mm ²	m	100	1,78	178,0
1.07	Cinta Aislante 3M 1700	Und.	4	6	24,0
2.00	MONTAJE				2000,0
2.01	Montaje de Luminarias	Glb.	1		2000,0
3.00	TRANSPORTE				1000,0
3.01	Transporte	Glb.	1		1000,0
	COSTO DIRECTO				16572,0
	Gastos Generales y Utilidades				2485,8
	COSTO TOTAL				19057,8

Tabla 5: Metrado y Presupuesto del Tablero de Distribución TD-IL3

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.00	SUMINISTRO DE MATERIALES				13572,0
1.01	Inerruptor Termomagnetico 30 A	Und.	1	40	40,0
1.02	Inerruptor Termomagnetico 15 A	Und.	2	35	70,0
1.03	Interrutor Diferencial 15 A - 30mA	Und.	2	30	60,0
1.04	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182 Narrow beam	Und.	6	1200	7200,0
1.05	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184 Medium beam	Und.	5	1200	6000,0
1.06	Conductor LS0H-80 450/750 V 1x4 mm ²	m	100	1,78	178,0
1.07	Cinta Aislante 3M 1700	Und.	4	6	24,0
2.00	MONTAJE				2000,0
2.01	Montaje de Luminarias	Glb.	1		2000,0
3.00	TRANSPORTE				1000,0
3.01	Transporte	Glb.	1		1000,0
	COSTO DIRECTO				16572,0
	Gastos Generales y Utilidades				2485,8
	COSTO TOTAL				19057,8

Tabla 6: Metrado y Presupuesto del Tablero de Distribución TD-IL4

METRADO Y PRESUPUESTO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN TD-IL4					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO S/.	PRECIO TOTAL S/.
1.00	SUMINISTRO DE MATERIALES				13542,0
1.01	Inerruptor Termomagnetico 30 A	Und.	1	40	40,0
1.02	Inerruptor Termomagnetico 15 A	Und.	2	35	70,0
1.03	Interrutor Diferencial 15 A - 30mA	Und.	1	30	30,0
1.04	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182 Narrow beam	Und.	6	1200	7200,0
1.05	OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184 Medium beam	Und.	5	1200	6000,0
1.06	Conductor LS0H-80 450/750 V 1x4 mm ²	m	100	1,78	178,0
1.07	Cinta Aislante 3M 1700	Und.	4	6	24,0
2.00	MONTAJE				2000,0
2.01	Montaje de Luminarias	Glb.	1		2000,0
3.00	TRANSPORTE				1000,0
3.01	Transporte	Glb.	1		1000,0
	COSTO DIRECTO				16542,0
	Gastos Generales y Utilidades				2481,3
	COSTO TOTAL				19023,3

En la siguiente Tabla presentamos el Resumen del Presupuesto Total:

PRESUPUESTO TOTAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL S/.
1.00	SUMINISTRO DE MATERIALES	54288,00
2.00	MONTAJE	8000,00
3.00	TRANSPORTE	4000,00
	COSTO DIRECTO	66288,00
	GASTOS GENERALES Y UTILIDADES	9943,20
	COSTO TOTAL	76231,20

El Presupuesto Total para la implementación del Sistema de Iluminación LED del Coliseo Multifuncional asciende a S/.76 231,20.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De acuerdo al estudio realizado para el presente proyecto, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

- Los Niveles de Iluminación requerido por el Coliseo Multiusos es de 750 Lux, y el Color de Luz: Blanco Luz del día.
- Las luminarias a utilizar para la iluminación del Coliseo Multiusos son:

OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182
Narrow beam 380022

OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184
Medium beam 380032
- Para el cálculo de la iluminación del Coliseo Multiusos se ha recurrido al Software ULYSSE 3, que da como resultado:

04 baterías de luminarias que estarán constituidas por: 06 Luminarias OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5182 Narrow beam; 05 Luminarias OMNIBlast 1 72 LEDs 2000mA CW85 Flat, Glass Extra Clear, Smooth 5184 Medium beam 380032.

Todas las luminarias estarán montadas a una altura de 33 m.

- El Presupuesto Total para la implementación del Sistema de Iluminación LED del Coliseo Multifuncional asciende a S/.76 231,20.

6.2 Recomendaciones

- Para realizar un estudio de comparación de iluminación entre dos tecnologías de luminarias diferentes es necesario que esté basado en el mismo nivel de iluminación.
- Es conveniente solicitar al proveedor la ficha técnica o data que contenga las especificaciones de las lámparas LED a utilizar, y verificar los lúmenes que ofrece por cada una, ya que algunas lámparas LED presentan baja eficiencia lumínica.
- Luego de la instalación tomar mediciones con un luxómetro para verificar la iluminación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía

1. Alamo Llauce, R. (2013). Evaluación de la Iluminación del Estadio San Pedro de Mórrope. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
2. Benjumea Mesa, M. S. (2009). Propuesta para la implementación del Sistema "LED" para la iluminación pública en Antioquía. Medellín, Colombia: Escuela de Ingeniería de Antioquía.
3. Condori Choque, F. E. (2015). Cálculo y diseño de iluminación del campo deportivo de futbol de la UANCV mediante software aplicativo. Puno, Perú: Universidad Andrés Bello Cáceres.
4. Minas, M. d. (1988). NORMA DE ALUMBRADO DE ALUUMBRADO DE INTERIORES Y CAMPOS DEPORTIVOS. Lima, Perú: MEM.
5. O'Donnell, S. &. (2013). Fuentes Luminosas. Argentina: Universidad de la Plata.
6. Oliva, M. G. (2012). Estudio de Prefactibilidad para el Mejoramiento de la Iluminación del Edificio T-3 aplicando la Tecnología LED. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
7. Ponce Vera, I. M. (2010). Diseño de la Iluminación de la Unidad Deportiva del Municipio de Herran. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

ANEXOS

Anexo 01: Características de las luminarias a utilizar

Anexo 02: Cálculos de Iluminación

Anexo 03: Planos

Anexo 01: Características de las luminarias a utilizar

Anexo 02: Cálculos de Iluminación

Anexo 03: Planos