



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

“PROYECTO DE ALUMBRADO PARA UN CAMPO DE FUTBOL SOCCER”

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO ELECTRICISTA

CABRERA CALLADO BORIS ARIEL

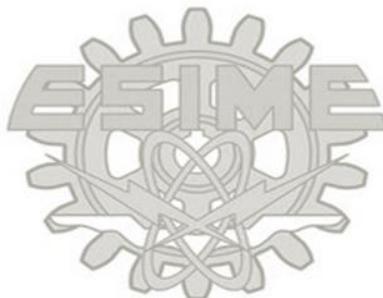
BERNAL PICHARDO DANIEL ALEJANDRO

ASESOR TECNICO: VILLAR YÉPEZ JOSÉ ARNULFO

ASESOR METODOLOGICO: YEBRA MORON PEDRO

ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

UNIDAD ZACATENCO



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELECTRICA
UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

TEMA DE TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
POR LA OPCIÓN DE TITULACIÓN
DEBERA(N) DESARROLLAR

INGENIERO ELECTRICISTA
TESIS COLECTIVA Y EXAMEN ORAL INDIVIDUAL
BORIS ARIEL CABRERA CALLADO
DANIEL ALEJANDRO BERNAL PICHARDO

“PROYECTO DE ALUMBRADO PARA UN CAMPO DE FUTBOL SOCCER.”

OBJETIVO DEL TEMA

PRESENTAR LOS ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO DE ALUMBRADO DE UN CAMPO DE FUTBOL SOCCER, CUMPLIENDO CON LOS REQUERIMIENTOS DE LOS NIVELES DE ILUMINACIÓN.

PUNTOS A DESARROLLAR:

- INTRODUCCIÓN.
- GENERALIDADES TÉCNICAS DE LOS NIVELES DE ALUMBRADO.
- APLICACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.
- ANÁLISIS COMPARATIVO DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN.
- MEMORIA DE CÁLCULO DEL PROYECTO DEL CAMPO DE FUTBOL SOCCER.
- COTIZACIÓN DEL PROYECTO DE INSTALACIÓN DEL ALUMBRADO DEL CAMPO DE FUTBOL SOCCER.
- CONCLUSIONES.

MÉXICO D.F., A 29 DE OCTUBRE DEL 2013.

ASESORES


ING. JOSÉ ARNULFO VILLAR YEPEZ


ING. PEDRO YEBRA MORÓN


ING. CESAR DAVID RAMÍREZ ORTIZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE INGENIERÍA ELÉCTRICA


JEFATURA DE
INGENIERIA ELECTRICA

AGRADECIMIENTO:

A TODAS AQUELLAS PERSONAS QUE HAN INFLUIDO DE MANERA DIRECTA EN MI DESARROLLO COMO PERSONA MORAL, COMO SER HUMANO, COMO ESTUDIANTE, QUE GRACIAS A SU APOYO, CONSEJOS, TOLERANCIA DE AQUELLOS MALOS RATOS QUE LES HICE PASAR, AMIGOS, PROFESORES, PERO MUY EN ESPECIAL A MI FAMILIA, A MI PADRE Y A MI MADRE QUE, CON TANTO ESFUERZO, CON TANTA DEDICACION A BASE DE TANTO SACRIFICIO ME HAN PROPORCIONADO LOS MEDIOS PARA QUE YO PUDIERA ESTUDIAR UNA CARRERA PROFESIONAL Y QUE EN ESTOS MOMENTOS LOGRE TERMINAR MIS ESTUDIOS DE NIVEL SUPERIOR Y ME ESTE TITULANDO COMO INGENIERO ELECTRICISTA EN LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL, SIMPLEMENTE MUCHAS GRACIAS POR TODO.

JUSTIFICACIÓN:

En el estado de México, en un pueblo llamado Papalotla se encuentran las instalaciones de un equipo de futbol soccer llamado Cobijeros de Chiconcuac que representa a esta comunidad, y en la Unidad Deportiva Papalotla se encuentra un campo empastado para practicar futbol soccer en el cual se realizan los partidos del club de tercera y segunda división profesional, ya que la gente que habita esta región son personas muy aficionadas a este deporte con el presente proyecto se pretende iluminar esta cancha para que la gente pueda asistir a los partidos y de igual manera pueda practicar este deporte por las noches.

Debido a que esta campo no cuenta con iluminación los partidos de dicho equipo se realizan por la mañana, lo cual implica que poca gente asista a los encuentros de su equipo, por el motivo de que la población sale a trabajar por las mañanas y solo están desocupadas por la tarde, por esta situación se requiere realizar un sistema de iluminación para que los encuentros de futbol puedan realizarse por la noche y que más gente asista a los juegos, lo que implicara mayores ganancias para el club y el deportivo, de igual manera se busca atraer la atención de turistas que hará que la economía de Chiconcuac crezca.

Por tal motivo a petición del club y de la misma gente que habita esta región surgió la idea y la necesidad de iluminar de una forma eficiente, segura y practica esta cancha de futbol para que a las personas de esta comunidad les sirva de esparcimiento familiar.

OBJETIVOS:

Objetivo del tema:

-Presentar los aspectos técnicos para la elaboración del proyecto de alumbrado de un campo de futbol soccer, cumpliendo con los requerimientos de los niveles de iluminación.

Objetivo general:

-Realizar un proyecto de iluminación para un campo de futbol soccer de nivel profesional.

Objetivos específicos:

-Elaborar un proyecto de alumbrado realizando los cálculos necesarios utilizando el método de los lúmenes medios.

-Realizar una comparación entre 3 diferentes tipos de lámpara y así seleccionar la mejor lámpara para realizar la iluminación de este espacio.

-Buscar una solución económicamente rentable como resultado de la selección de la mejor lámpara.

-Iluminar el campo de futbol realizando la obra eléctrica y recomendaciones para su mantenimiento.

-Que la iluminación proporcionada por la lámpara seleccionada sea la adecuada.

-Que el deporte que se practique se pueda realizar de una manera cómoda y segura para los usuarios gracias al nivel de iluminación.

-Hacer de esta área una zona atractiva para el esparcimiento familiar.

ÍNDICE:

INTRODUCCION.....7

CAPITULO 1. GENERALIDADES TECNICAS DE LOS NIVELES DE ALUMBRADO

1.1 FUNCIÓN DEL ALUMBRADO.....8

1.2 REQUERIMIENTOS DEL ALUMBRADO.....8-9

1.3 CRITERIOS PARA LA ILUMINACIÓN.....9-14

CAPITULO 2. APLICACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.

2.1 ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS.....15-23

2.2 TIPOS DE REFLECTORES PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....23-25

2.3 DISEÑOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.....25-29

2.4 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES
DE ALUMBRADO.....29-32

**CAPITULO 3. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN
LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.**

3.1 LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO.....33-35

3.2 LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS..... 35-39

3.3 LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO..... 39-43

3.4 TABLA COMPARATIVA DE LOS DATOS TÉCNICOS DE LAS TRES LÁMPARAS.....43

**CAPITULO 4. MEMORIA DE CALCULO DEL PROYECTO DEL CAMPO DE FUTBOL
SOCCER.**

4.1 DIMENSIONES DEL CAMPO.....44

4.2 CÁLCULOS.....45-80

4.3 DIAGRAMAS Y PLANOS.....81-87

**CAPITULO 5. COTIZACION DEL PROYECTO DE INSTALACION DEL ALUMBRADO DEL
CAMPO DE FUTBOL SOCCER.**

.....88-90

CONCLUSIONES

.....91

BIBLIOGRAFIA

.....92

INTRODUCCIÓN:

La iluminación hoy en día juega un papel importante en el desarrollo de las sociedades, ya que sin ella no se podrían realizar actividades primordiales, ni se podrían apreciar los objetos por un efecto de reflexión entre los objetos y la luz de día fenómeno bien capturado por la visión humana.

La iluminación artificial nos permite realizar actividades en lugares oscuros donde la luz de día no alcanza a llegar y que la luz emitida por la luna durante la noche no es suficiente para llevar a cabo actividades nocturnas.

Por tal motivo el hombre en su pensamiento, necesidad e ingenio creo la lámpara incandescente y con el paso del tiempo y de las necesidades del ser humano se han ido desarrollando y perfeccionando nuevas lámpara que proporcionen una mejor iluminación, que sean más eficientes y ahorradoras de energía.

En cuanto al aspecto de iluminación deportiva existen muy diversos y variados tipos de iluminación dependiendo de las dimensiones del inmueble a iluminar, si es abierto o cerrado, el tipo de deporte que se practica, nivel de competencia y número de espectadores etc.

En el presente proyecto se comparan diferentes tipos de lámparas para iluminar un campo de futbol soccer, se analizaran sus características técnicas para poder elegir la más apta para iluminar el campo deportivo propuesto, que se encuentra en un espacio al aire libre y que se puedan realizar actividades nocturnas en dicho espacio, y que la iluminación proporcionada por la luminaria seleccionada sea la más adecuada bajo ciertas condiciones.

La calidad del alumbrado influye de manera directa en el rendimiento visual, concentración, seguridad y el bienestar de ser humano en el trabajo. Por lo tanto, el alumbrado debe ser diseñado de modo que cumpla con las condiciones particulares de cada caso.

En el alumbrado para locales deportivos se 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.

CAPITULO 1. GENERALIDADES TECNICAS DE LOS NIVELES DE ALUMBRADO.

La calidad del alumbrado influye en el rendimiento visual, concentración, seguridad en el trabajo, y en el bienestar del ser humano. Por lo tanto, el alumbrado debe ser diseñado de modo que cumpla con las funciones particulares de cada caso.

1.1 FUNCIÓN DEL ALUMBRADO.

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, nos dice en su objetivo:

“Establecer los requerimientos de iluminación en las áreas de los centros de trabajo, para que se cuente con la cantidad de iluminación requerida para cada actividad visual, a fin de proveer un ambiente seguro y saludable en la realización de las tareas que desarrollen los trabajadores.”

El objetivo de iluminar instalaciones deportivas ya sean interiores o exteriores es ofrecer un ambiente adecuado para la práctica y disfrute de actividades deportivas por parte de jugadores y público. Lógicamente, las exigencias variarán según el tipo de instalación (recreo, entrenamiento o competición) y el nivel de competencia (amateur, profesional o retransmisión por televisión).

La norma DGE 017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 3 subtema 3.4 Locales deportivos nos dice:

“En alumbrado de locales deportivos se 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.”

1.2 REQUERIMIENTOS DEL ALUMBRADO.

Al diseñar la iluminación de una instalación deportiva se deben tener en cuenta los requisitos y el confort de los siguientes usuarios: deportistas o jugadores, jueces o árbitros, espectadores y medios de comunicación.

Los jugadores (deportistas) y árbitros (jueces) deben poder observar claramente todo lo que sucede en el área de juego para poder realizar la actividad deportiva en las mejores condiciones posibles.

Los espectadores deben poder seguir la actividad de los deportistas y la acción del deporte realizando el menor esfuerzo.

El entorno de visión debe ser agradable, lo que significa que no sólo se debe poder ver la pista o área de juego, sino también los alrededores inmediatos. La iluminación debe ayudar al espectador a ingresar a la instalación deportiva y salir de ella de forma segura. Este aspecto de seguridad es muy importante para el público.

Para la cobertura televisiva, la iluminación debe proporcionar condiciones que aseguren una buena calidad de imagen de color, tanto para las imágenes generales del juego, como para los primeros planos de espectadores y deportistas.

La norma DGE 017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 4 Requerimientos del alumbrado subtema 4.1 nos dice:

“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”.

1.3 CRITERIOS PARA LA ILUMINACIÓN.

- Nivel de iluminación.

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, nos dice en su objetivo:

“Cantidad de flujo luminoso por unidad de área medido en un plano de trabajo donde se desarrollan actividades, expresada en luxes”.

- Uniformidad de iluminancia.

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, nos dice en su objetivo:

“Es la relación de flujo luminoso incidente en una superficie por unidad de área, expresada en luxes”.

Es importante una buena uniformidad de iluminancia en los planos horizontales y verticales. Evita problemas de adaptación para jugadores y espectadores de visión. Si la uniformidad no es suficientemente buena, existe la posibilidad (especialmente con cámaras de televisión) de que una pelota o jugador no se vea claramente en ciertas posiciones del campo.

- Deslumbramiento.

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo, nos dice en su objetivo:

“Es cualquier brillo que produce molestia y que provoca interferencia a la visión o fatiga visual”.

- Limitación del deslumbramiento.

El deslumbramiento, que ocurre si un área de brillo molesto se aproxima o penetra en el campo de visión, produce un efecto molesto en la visión de los deportistas y espectadores.

El deslumbramiento se puede minimizar prestando cuidadosa atención en la elección de los proyectores o luminarias, y asegurándose que los mismos estén bien enfocados, teniendo en cuenta las principales direcciones de visión.

La norma DGE017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 4.4 Limitación del deslumbramiento subtema 4.4.1 nos dice:

“El deslumbramiento puede ser originado por lámparas o luminarias (deslumbramiento directo) o por la reflexión de una luminancia elevada sobre superficies brillantes (deslumbramiento reflejado).

Las lámparas con luminancia elevada, lámparas incandescentes y lámparas de descarga a alta presión, deben en lo posible ser apantalladas”.

Limitación del Deslumbramiento Directo depende de:

La luminancia de las fuentes de luz

La superficie aparente de estas fuentes

La posición de las fuentes de luz en el campo visual

Los grados de reflexión de las superficies que limitan el recinto y del mobiliario del recinto.

- Incidencia de la luz y efecto de sombra.

Es la capacidad de la iluminación para revelar formas y texturas.

-Dirección de incidencia de la Luz y Efecto de Sombra.

Es particularmente importante para proporcionar una visión general de los deportistas, jugadores, pelota u otros elementos, y espectadores que se encuentran en el área donde se desarrolla la actividad deportiva o cerca de la

misma. La eficacia del modelado depende de las direcciones desde las cuales proviene la luz y el número y tipo de fuentes utilizadas.

La norma DGE017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 4.5 nos dice:

“Si el alumbrado tiene como función permitir un apropiado reconocimiento de los objetos y estructuras de superficies iluminadas, se requiere un adecuado efecto de sombra.

El alumbrado difuso da origen a una ausencia de sombras, produciéndose un efecto subjetivamente desagradable, el cual es tan indeseable como las sombras profundas y los límites de sombra claramente definidos.

Pueden evitarse las sombras profundas, con una disposición apropiada de varias luminarias, con una distribución de intensidad luminosa no demasiado interrelacionada”.

- Apariencia del color y reproducción del color

La apariencia de color de la luz: Esta es la impresión de color de todo el medio creada por la lámpara.

La reproducción del color de la luz: Esta es la habilidad de la luz para reproducir los colores de los objetos.

-Color de Luz o temperatura del color

La norma DGE 017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores o campos deportivos en su capítulo 4.7 nos dice:

Los colores de luz usados para propósitos de alumbrado general pueden ser divididos en tres grupos:

Temperaturas del color menores de 3300°K:

Color de luz blanco cálido (o cálido) (bc).

Temperaturas del color entre 3300 – 5000° K:

Color de luz blanco neutro (o intermedio) (bn)

Temperaturas del color mayores de 5000° K:

Color de luz blanco luz del día (o frío) (bd)

-Reproducción del Color

La norma DGE017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 4.7.2 nos dice:

“Los requerimientos de producción del color, pueden cumplirse mediante la selección de lámparas con adecuadas propiedades de reproducción del color”.

La buena percepción del color es importante en la mayoría de deportes, y aunque se acepta determinada distorsión debida a la luz artificial, la misma no debe ser tanta como para producir problemas de discriminación en el color (entre colores parcialmente distorsionados).

Tanto la apariencia del color como la reproducción del color de la luz emitida por las lámparas dependen de la distribución de la energía espectral de la luz que emiten. Una indicación de la apariencia del color de una lámpara se puede obtener desde su temperatura de color correlativa, medida en Kelvin (K). A menor temperatura de color, más cálida es la impresión de color de la luz; a mayor temperatura de color, más fría o más azulada es la impresión de color de la luz.

Los requerimientos de calidad del alumbrado se incrementan con la dificultad de la tarea visual.

-Tareas Visuales

La magnitud del contraste de la luminancia y del color.

La magnitud de los principales elementos estructurales.

La velocidad a la cual estos componentes tienen que ser percibidos.

La duración de la tarea visual.

La confiabilidad de reconocimiento deseado.

-Distribución de Luminancias en el Campo Visual

La norma DGE017-AL-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 4.3 nos dice:

“La distribución de luminancias en el campo visual debe ser balanceada a fin de proveer buenas condiciones de visibilidad y por razones psicofísicas”.

Los siguientes aspectos son de particular importancia para la distribución de luminancia:

a) Los grados de reflexión deben ser seleccionados de modo de obtener una relación de luminancia entre el campo de trabajo y los alrededores, con la finalidad de mejorar el rendimiento visual.

Debe mantenerse una relación uniforme de iluminación para el plano de trabajo horizontal en el recinto usada para una actividad particular, a fin de obtener una distribución balanceada de luminancia.

b) El tipo de alumbrado, los grados de reflexión y el color de grandes superficies en el campo visual, deben ser seleccionados de modo de producir una distribución de luminancia agradable en el recinto. Las luminancias insuficientes y también las diferencias de color insuficientes, producen una impresión monótona en el recinto.

c) Se puede llevar a cabo una adecuada iluminación de las superficies que limitan el recinto y un alumbrado eficiente, con grados medios de reflexión

d) Los valores de luminancia excesiva en el campo visual pueden aumentar el deslumbramiento, a fin de evitar el deslumbramiento directo la luminancia de superficies visibles iluminadas no debe exceder determinados valores límites.

- Iluminación horizontal

El área iluminada donde se desarrolla la actividad deportiva es la parte principal del campo de visión de los deportistas y los espectadores, por lo tanto, la iluminación en este plano horizontal al nivel del suelo sirve principalmente para establecer el estado de adaptación de la visión. Debido a eso, y debido a que el área de juego iluminada sirve como fondo visual, es importante que el mismo tenga una adecuada iluminación horizontal para conseguir crear el contraste correcto con el fondo.

También es importante la iluminación horizontal en las áreas de circulación, como por ejemplo la iluminación anti-pánico que se utiliza en caso de producirse un fallo en el sistema de iluminación normal, para asegurar el movimiento de los espectadores al ingresar y al salir del campo deportivo.

-Iluminacion vertical

Es importante que exista un contraste suficiente a través del cuerpo del deportista para identificarlo. Esto se obtiene sólo si alcanza luz suficiente a los planos verticales, ya que esta iluminación es esencial para reconocer objetos.

La iluminación vertical se caracteriza por la magnitud y la dirección. Para los deportistas, es importante una iluminación vertical desde todas las posiciones, mientras que para los espectadores y las cámaras que ocupan una posición determinada, se debe considerar sólo la iluminación vertical hacia dichas

posiciones. En el caso de las cámaras con distintas posiciones, se debe tener en cuenta la iluminancia vertical sobre los cuatro planos laterales del campo.

En la práctica, la iluminancia vertical requerida para deportistas y espectadores se obtiene automáticamente si se cumplen los requisitos de iluminancia horizontal. Por lo tanto, en la práctica, la iluminancia vertical, que se debe medir a una altura de 1'5 metros sobre el área de juego, es sólo un criterio de diseño cuando se considera la cobertura televisiva, ya que tiene una influencia mayor en la calidad de imagen.

La iluminancia vertical no sólo debe asegurar el reconocimiento de un deportista o la calidad de imagen, sino que los espectadores y deportistas puedan seguir fácilmente una pelota, aro, etc., que vuela sobre el campo de juego.

CAPITULO 2. APLICACIONES PARA EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.

Se debe tener en cuenta las necesidades y requerimientos de todos los involucrados que hagan uso de la iluminación, con el fin de satisfacer todas sus expectativas, así como brindarles comodidad visual. Entonces con el objetivo de brindar un ambiente adecuado en las instalaciones deportivas ya sean interiores o exteriores para la práctica y disfrute de las actividades deportivas por parte de los deportistas y los espectadores.

Lógicamente las exigencias varían según el tipo de instalación, deporte y nivel de competición (amateur profesional o retransmisión por TV etc.).

2.1 ILUMINACIÓN RECOMENDADA PARA LOCALES DEPORTIVOS.

Los niveles de iluminación en México recomendables para áreas deportivas están establecidos de acuerdo a las reuniones entre la Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación A.C. y la Illuminating Engineering Society (Sociedad de Ingeniería e Iluminación), cabe destacar que estas reuniones fueron realizadas en el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL EDIFICIO 2 DE LA ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA UNIDAD PROFESIONAL ZACATENCO, en las cuales estuvieron presentes los representantes de distintas instituciones, dependencias oficiales y compañías interesadas en la buena iluminación.

Donde nos dice que, la primera columna lleva como encabezado I.E.S 99% y está formado por los niveles de iluminación determinados por la teoría del Dr. Hr. Blakcwell, publicados por el I.E.S Lightin Handbook edición de 1959, con las dos siguientes características: un 99% de rendimiento visual y 5 asimilaciones por segundo. Entendiéndose por asimilaciones por segundo, el promedio de percepciones visuales que puede hacer una persona a un objeto por segundo.

La segunda columna S.M.I.I 95 %, está formada por los niveles de iluminación con rendimiento visual de 95 % y otras 5 asimilaciones por segundo. Esta columna se determino por medio de 1 divisor de conversión, que fue encontrado después de hacer interpolaciones entre curvas dadas por el Dr. Blackwell, para 3 asimilaciones por segundo y para 10 asimilaciones por segundo, usando como parámetro valores de brillantez (B) expresados en footlambers y rendimientos visuales en porcinito.

De estos factores se sacaron los valores apropiados de brillantes (B) para cada tarea visual, teniendo ya estos valores se sacó como dividendo común el valor de (B) para 99% de rendimiento visual y como divisores los valores de (B) para rendimiento visual requerido, en esta caso se acordó un 95 % de rendimiento visual, para recomendar como valor mínimo en actividades que ocasionalmente

se realizan bajo iluminación artificial, con lo que se baja la iluminación a valores aplicables en forma económica en México, sin que se provoque con ello niveles de iluminación que causarían cansancio visual a las personas que trabajen en estos locales y que desarrollan una determinada tarea visual y que al mismo tiempo no bajen mucho esos valores ya que de hacerse así la eficiencia del personal bajaría de manera proporcional que los rendimientos visuales.

El factor de conversión es de 1.75

En los casos en que el valor de S.M.I.I 95% y el de I.E.S 99% sean iguales quiere decir que es valor mínimo recomendable.

La siguiente tabla es un extracto de la publicación de los Niveles de Iluminación Recomendados en México que en su capítulo 7 ALUMBRADO PARA ÁREAS DEPORTIVAS nos especifica el nivel de iluminación recomendable que debe tener una cancha de futbol soccer.

7. ALUMBRADO DE AREAS DEPORTIVAS	I.E.S S.M.I.I. LUXES
ALBERCA Iluminacion general desde la planta alta Bajo el agua: Exterior Interior	100
ARQUERIA Blanco Torneo Recreativo Linea de tiro Torneo Recreativo	100 50 100 50
BADMINTON Torneo Club	300 200

Recreativo	100	
BASEBALL	Jardines	Cuadro
Ligas mayores	1000	1500
Ligas AA y AAA	500	750
Ligas A y B	300	500
Ligas C y D	200	300
Ligas semiprofesionales y regionales	150	200
Liga menor (clase I y clase II)	300	400
Sobre asientos, durante juego	20	
Sobre asientos antes y depues de juegos	50	
BASKETBALL		
Uiversidad y profesional	500	
Dentro de colegios y secunadrias con espectadores	300	
Sin expectadores	200	
Recreativo exterior	100	
BILLARES (sobre mesa)		
Torneo	500	
Recreativo	300	
Area ganeral	100	
BOLICHES		
Mesas:		
Torneo	200	
Recreativo	100	
Pinos:		
Torneo	500	
Recreativo	300	

BOX O LUCHA (ring)	
Campeonato	5000
Profesional	2000
Amateur	1000
En asientos durante el encuentro	20
En asientos antes y después del encuentro	50
CARRERAS	
De motor (autos enanos y motocicletas)	200
Bicicletas	200
Caballos	200
Perros	300
CRÓQUET	
Torneo	100
Recreativo	50
FRONTENIS	
Profesional	1000
Aficionados	750
Sobre asientos	50
FRON-TON O CESTA	
Profesional	1500
Aficionados	1000
Sobre asientos	100
FRON-TON A MANO	
Torneo	300
Club	200
Recreativo	100

<p>FUTBOL SOCCER Y AMERICANO</p> <p>(Índice: Distancia de la línea de banda a fila mas alejada de los espectadores):</p> <p>Clase I más de 30m</p> <p>Clase II entre 15 y 30m</p> <p>Clase III entre 9 y 15m</p> <p>Clase IV menor de 9m</p> <p>La distancia que ay entre los espectadores y el campo de juego, es la primera consideración para determinar la clase y cantidad de alumbrado requerido, sin embargo en espectáculos de paga y televisados, la capacidad potencial de asientos de las gradas, es el factor determinante que debe tomarse en cuenta para lo cual se da la siguiente clasificación:</p> <p>Clase I para más de 30 mil espectadores</p> <p>Clase II de 10 000 a 30 000 espectadores</p> <p>Clase III de 5 000 a 10 000 espectadores</p> <p>Clase IV menos de 5 000 espectadores</p>	<p>1000</p> <p>500</p> <p>300</p> <p>200</p>
<p>GIMNASIOS (refiere a deportes específicos enumerados de manera separada)</p> <p>Exhibición encuentros</p> <p>Para recreación y ejercicio general</p> <p>Asambleas</p> <p>Bailes</p> <p>Regaderas y vestidores</p>	<p>300</p> <p>200</p> <p>100</p> <p>50</p> <p>100</p>
<p>GOLF, CAMPOS DE PRACTICA</p> <p>Iluminación general sobre los "Tees"</p> <p>A 185 m</p> <p>Practica en los "greens"</p>	<p>100</p> <p>50</p> <p>100</p>

HOCKEY SOBRE HIELO	
Universitario o profesional	500
Liga amateur	200
Recreativo	100
PATINAJE	
Pista para patines de rueda	50
Pistas para patinar sobre hielo (interior o exterior)	50
Laguna estanque o área inundada	10
PING PONG	
Torneo	500
Club	300
Recreativo	200
PLAYAS	
En tierra	10
A 50m de la orilla del mar	30
PLAZA DE TOROS	
En el ruedo	1000
Pasillos, túneles, palcos y gradas.	50
SHUFFLE BORRAD	
Torneo	100
Recreativo	50
SKIES, RAMPA DE PRACTICA	
	5
SOFTBALL	
Profesional y de campeonato	Jardines Cuadro 300 500

Semi-profesional	200	300
Ligas industriales	150	200
Recreativo	75	100
TENIS		
Torneo	300	
Club	200	
Recreativo	100	

Tabla 1. Niveles de iluminación para áreas deportivas.

De la tabla anterior nos dice que para elegir el nivel de iluminación recomendado para una cancha de futbol soccer los factores mas importantes que se deben tomar en consideración son la distancia en metros de la línea de banda hacia la última fila del público, el número de espectadores y si el evento es transmitido por Tv. Como podemos observar la información encerrada en el cuadro rojo nos indica que para una distancia menor de 9 m de la línea de banda hacia la última fila de las gradas se recomienda un nivel de iluminación de 200 luxes y que entra dentro de la clasificación IV que nos indica el número de espectadores.

Basándonos en la norma DGE-017-AI-1-1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 9 iluminación recomendada para locales deportivos nos dice:

En la Tabla 2 siguiente se dan valores mínimos y recomendaciones a considerarse en una instalación de alumbrado, referentes a la iluminación nominal, a la uniformidad, y al tipo de lámpara correspondientes a locales y reuniones deportivas ubicadas al exterior e interior.

Columna 1: Tipo de local deportivo o deporte.

Si un deporte en particular no figura en la Tabla 2, se considerarán aplicables las recomendaciones dadas para un deporte similar.

Columna 2: Iluminación nominal horizontal E_h

Para los diferentes tipos de deportes se dan en la Tabla 2 los niveles de iluminación nominal horizontal recomendados. El nivel de iluminación nominal horizontal E_h es el valor medio recomendado de la iluminación sobre el campo deportivo. A fin de que la iluminación nominal para las condiciones promedio de operación de las instalaciones de alumbrado se mantenga, el valor de la iluminación nominal recomendado se debe afectar por el factor de mantenimiento.

El nivel de iluminación medio no debe ser menor que 0.8 veces la iluminación nominal. El plano de medida para la iluminación nominal debe estar a 1 m sobre el campo deportivo. Para cada tipo de deporte se dan los valores de iluminación nominal horizontal para entrenamiento y competencia. Los mayores valores para las competencias toman en consideración también las exigencias de visibilidad de los espectadores.

En la Tabla 2 se dan valores cuando se presentan distancias considerables entre el observador y el deportista.

Columna 3: Uniformidad.

En la Tabla 2 se dan los límites para la uniformidad puntual del nivel de iluminación horizontal $G_h = E_h \min / E_h$, sobre los campos deportivos.

Columna 4: Selección de las lámparas

A fin de facilitar la selección de la fuente de luz más conveniente, se dan en la columna 4 de la Tabla 2, las lámparas apropiadas.

Las propiedades de reproducción del color de las lámparas deben corresponder en el caso de instalaciones para competencias, por lo menos al grado 3. Para instalaciones de entretenimiento pueden ser usadas también las lámparas de los grados 3 y 4.

En recintos con ventanas deben usarse lámparas de colores de luz blanco neutro; en recintos sin ventanas y en las instalaciones al aire libre pueden ser usadas lámparas de colores de luz blanco cálido.

Símbolos de los tipos de lámparas:

a = Lámparas incandescentes y lámparas incandescentes halógenas.

b = Lámparas fluorescentes.

c = Lámparas de vapor de mercurio.

d = Lámparas de vapor de metal halógeno.

e = Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

Columna 5: Observaciones

Para cada tipo de deporte se dan las recomendaciones respectivas en la columna 5 de la Tabla 2:

1	2		3		4		5
	Iluminación Nominal horizontal		Uniformidad $G_{u^0} = E_{min}/E_a$		Tipo de lámpara		
	Entrenamiento Lux	Competencia Lux	Entrenamiento Lux	Competencia	Entrenamiento Lux	Competencia	
Tipo de local deportivo o deporte							Observaciones
Fútbol, atletismo (exterior) Distancia del espectador al deportista hasta: 120 m 160 m 200 m	100 - - -	- 200 300 500	1:3 - - -	- 1:2 1:1.5 1:1.5	a,c,d,e - - -	- a,d a,d a,d	<p><u>Al exterior</u> Disposición de las lámparas a lo largo de los lados fuera del campo deportivo La altura de las fuentes de luz se deben fijar tomando en consideración la distribución de la iluminación.</p> <p><u>Al Interior</u> Techo claro con un grado de reflexión mayor a 0.70, es exigible. Para los límites de deslumbramiento se debe considerar el punto 4.4 para las instalaciones se debe seleccionar la clase de calidad.</p>

Tabla 2. Iluminación recomendada para locales deportivos.

De la tabla anterior tomamos como referencia para la iluminación de nuestro campo de fútbol soccer el valor de 200lux debido a que la distancia que existe entre nuestra línea de banda del campo hacia los espectadores es menor de 120m.

2.2 TIPOS DE REFLECTORES PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Los proyectores se clasifican de acuerdo a su distribución de luz:

Proyectores circulares.

Existen dos tipos de proyectores circulares empleados en la iluminación deportiva por proyección:

- a) Con un haz simétrico en forma cónica. Pueden tener un haz estrecho o un haz ancho.
- b) Con un haz levemente asimétrico en el plano vertical. Pueden tener un haz estrecho, mediano, ancho y muy ancho.

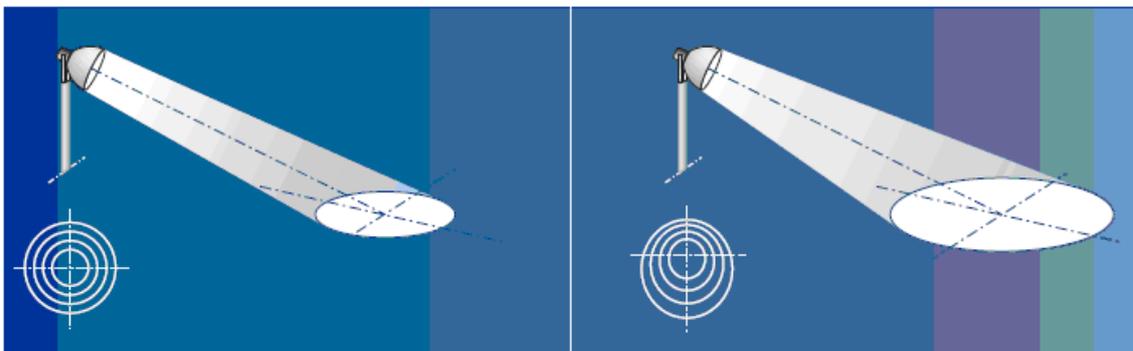


Figura 1. Proyectores circulares.

Los proyectores circulares requieren el uso de una fuente de luz más o menos concentrada, tal como un tubo de descarga corto de una lámpara de descarga

de alta intensidad. Cuando no se enfoca verticalmente hacia abajo, el haz cónico emite un modelado de luz elíptica o casi elíptica sobre el campo (Figura 1).

Proyectores rectangulares.

Existen dos tipos:

- a) Con distribución de luz simétrica en los planos horizontales y verticales. En el plano horizontal el haz es ancho, mientras que en el plano vertical puede ser ancho o estrecho.
- b) Con distribución de luz simétrica en el plano horizontal y distribución de luz asimétrica en el plano vertical. El haz horizontal es ancho.

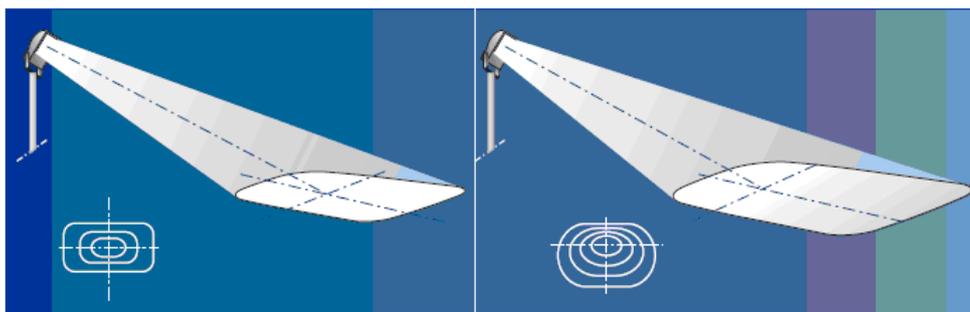


Figura 2. Proyectores rectangulares.

Los proyectores rectangulares se utilizan junto con fuentes lineales tales como lámparas de descarga y halógenas.

El haz con forma de abanico produce sobre el área donde se practica la actividad deportiva un modelo de luz muy trapezoidal (Figura 2).

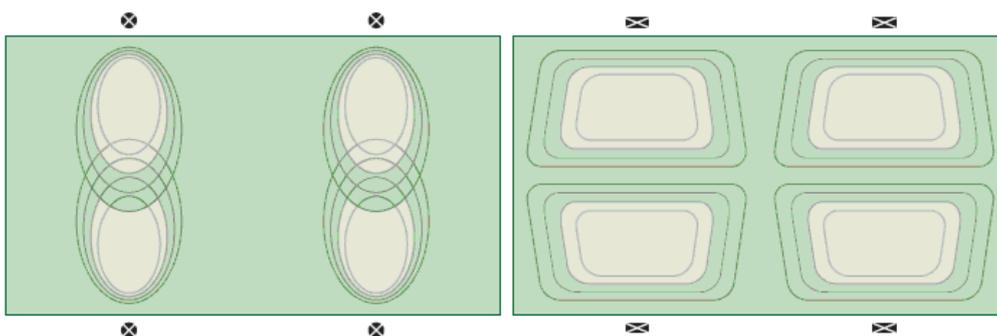


Figura 3. Proyección de los reflectores sobre el terreno de juego.

Cuando los proyectores rectangulares se montan en forma no muy separada sobre los lados de un área deportiva (disposición normal para un área pequeña) ofrecen dos ventajas sobre la unidad circular: la distribución de luz es más uniforme y el desperdicio de luz es menor (Figura 3). El proyector circular, sin embargo, es más eficiente que la unidad rectangular cuando se utiliza en las cuatro esquinas, disposición diagonal (Figura 4), siempre y cuando se utilicen varias unidades por columna.

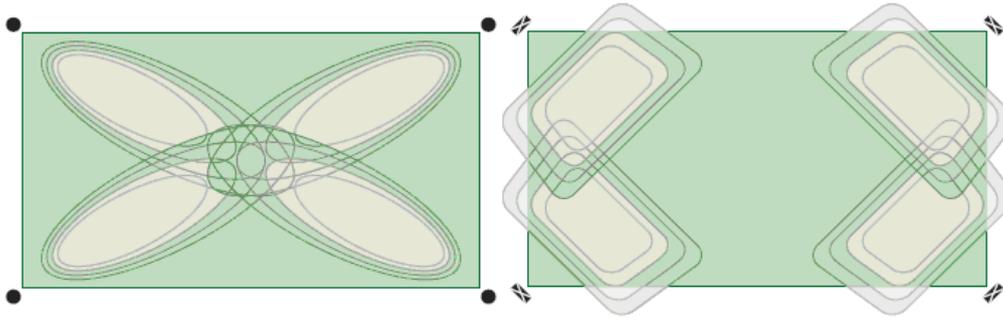


Figura 4. Proyección de los reflectores sobre el terreno de juego.

Para todos los tipos de proyectores rectangulares simétricos se puede utilizar un dispositivo de apantallamiento especial, siempre que el proyector esté enfocado en una dirección que produzca deslumbramiento. Dichos proyectores están diseñados de manera tal que la intensidad máxima no está en el centro del haz, sino que se desplaza hacia un lado. La disminución de la intensidad luminosa en cada lado del eje del haz está dispuesta de manera tal que cuando enfoca en un punto determinado sobre la superficie, produce una iluminancia horizontal más o menos uniforme.

Para limitar el deslumbramiento, las intensidades disminuyen rápidamente desde cierto ángulo de incidencia de luz, haciendo que la distribución de luz sea todavía más asimétrica.

Cuando el deslumbramiento pueda producir una molestia importante a las personas que se encuentran fuera del área donde se practica la actividad deportiva, las intensidades luminosas fuera del haz actual deben ser lo más bajas posibles.

Para esta aplicación se recomienda un proyector que pueda distribuir la luz totalmente debajo del plano horizontal.

2.3 DISEÑOS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN.

Las siguientes descripciones de sistemas de alumbrado por proyección reflejan en gran medida las condiciones que son necesarias para el fútbol o juegos similares, pero generalmente serán satisfactorias cuando otros acontecimientos tengan lugar en el estadio.

Sistema de iluminación lateral

Un sistema de iluminación lateral usando 4 grupos de proyectores en cada lado del campo se observa en la mitad superior de la Figura 5. La mitad inferior muestra el diseño para 3 grupos de proyectores.



Figura 5. Diseños para postes por banda.

Los proyectores rectangulares simétricos o asimétricos (que dan un haz en forma de abanico) se usan para la mayoría de los proyectos de iluminación lateral.

La altura de montaje para los postes recomendada se deduce de la Figura 6, siendo medidos los ángulos característicos desde la línea longitudinal del centro del campo y la línea de banda.

Este ángulo es importante que está dentro de un margen que sea mayor a 20° y menor de 30° esto se hace con el fin de evitar problemas de deslumbramiento que dificulten el normal desarrollo del juego, especialmente en deportes donde hay que mirar hacia arriba, conviene tomar medidas como instalar luminarias

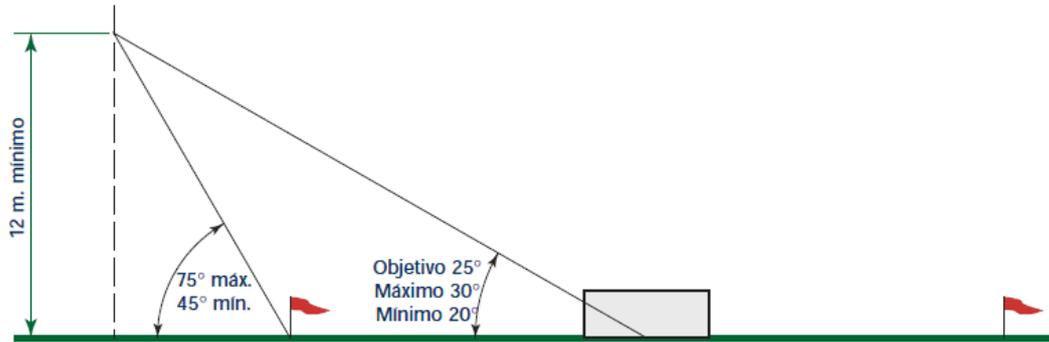


Figura 6. Altura de montaje de los postes.

Apantalladas, reducir el número de puntos de luz agrupando los proyectores o evitar colocarlos perpendicularmente a la línea de visión principal.

Se debe elegir un número apropiado de proyectores para cada torre, las iluminancias que pueden ser proporcionadas van desde los valores bajos adecuados para campos de entrenamiento, hasta valores altos, necesarios para la retransmisión por T.V. La iluminancia en planos verticales sobre el área de juego es aproximadamente igual que la de los planos horizontales. El modelado es relativamente insignificante, y pueden verse claramente múltiples sombras. Es necesario un apuntamiento cuidadoso para evitar un deslumbramiento inadecuado.

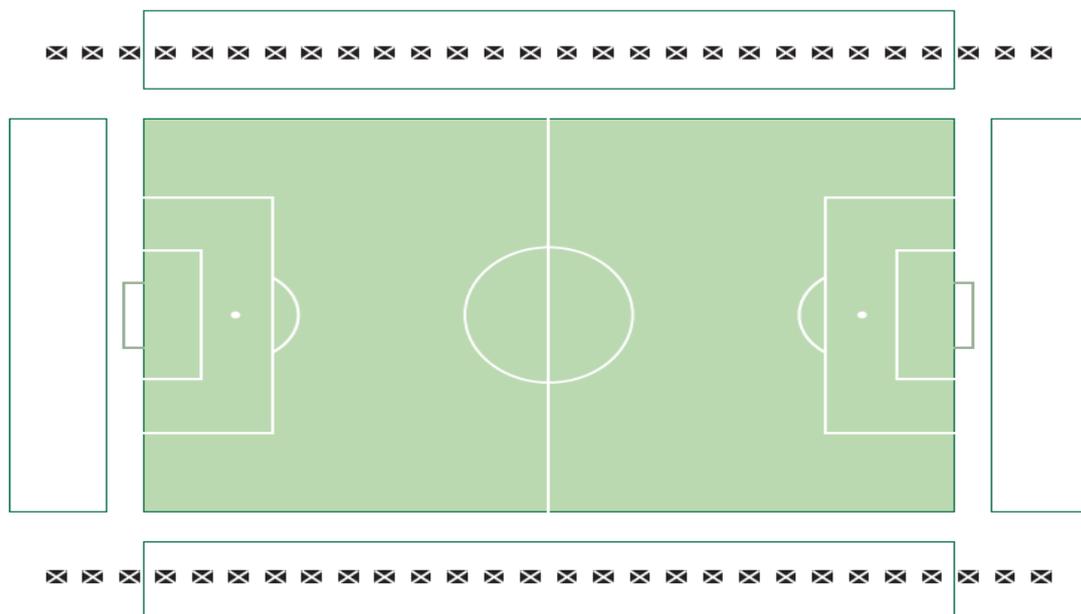


Figura 7. Diseño de iluminación necesaria para T.V.

La Figura 7 muestra el diseño de un sistema de proyectores laterales para lado del campo proporcionando la alta iluminancia necesaria para la T.V. Las alturas de montaje de los proyectores están definidas por los ángulos dados en la Figura 6. La línea de proyectores debería extenderse preferentemente más allá

de las líneas de gol para mantener una uniformidad de iluminancia razonable, especialmente en las áreas, y proporcionar luz sobre los jugadores para que sean vistos desde detrás de las porterías. Sin embargo, en la práctica esta extensión puede que no sea posible. Entonces, el amortiguamiento en iluminancia hacia las líneas de las porterías debería ser restringido por reducción del espacio de los proyectores hacia el final de las líneas o por el apuntamiento de los proyectores finales hacia fuera.

Donde los proyectores son montados en los techos de las gradas, la distancia de compensación puede que no sea suficientemente grande para proporcionar adecuada iluminancia vertical en la línea de banda más cercana. Entonces se necesitarán proyectores extra y deberían ser montados bajo el techo a la distancia de compensación necesaria.

Sistema de torres en córner.

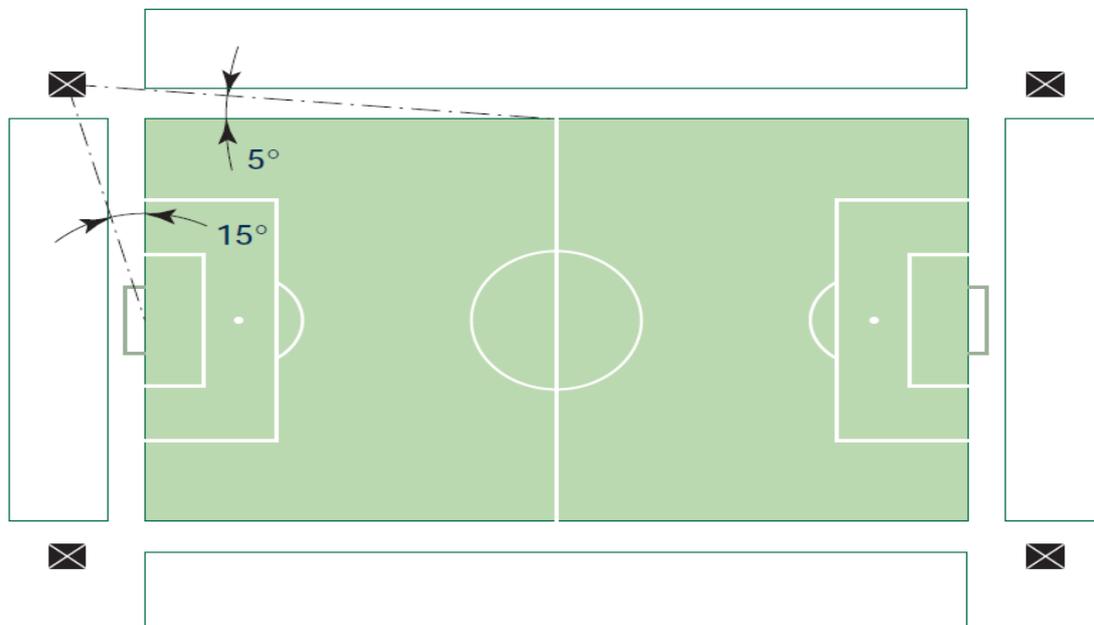


Figura 8. Diseño de postes en los córner.

El diseño usado para 4 torres en los córners es el observado en la Figura 8; las alturas recomendadas para la torre son deducidas de la Figura 6. Normalmente son usados proyectores tipo circular simétrico que dan un haz simétrico. Los haces individuales pueden unirse para llenar lo que, desde la estructura superior, es visto como un área de juego de forma no rectangular y así permite un diseño de iluminancia adecuado para ser aumentado sobre el campo. Las compensaciones angulares de 5° y 15° respectivamente desde el centro de la línea de banda y la zona de gol proporcionan adecuadas ubicaciones para las torres. En la práctica, la ubicación de la torre es mandada más a menudo por la disposición del lugar que por los requisitos de la iluminación ideal.

Los grandes estadios, y especialmente aquellos con pistas fuera del campo de juego, son difíciles de iluminar suficientemente desde las 4 esquinas. Serían necesarias torres muy altas para cumplir con los requisitos angulares de la Figura 6, y el deslumbramiento desde los proyectores de largo alcance que serían necesarios, probablemente sería excesivo. Por estas razones, se prefiere el sistema de 6 torres visto en Figura 9. La altura de la torre está definida desde el centro de la mitad del campo y aproximadamente 2 veces tantos proyectores agrupados en las torres centrales como en la de las esquinas. Los ángulos de apuntamiento son agudos y el deslumbramiento puede controlarse con bastante facilidad.

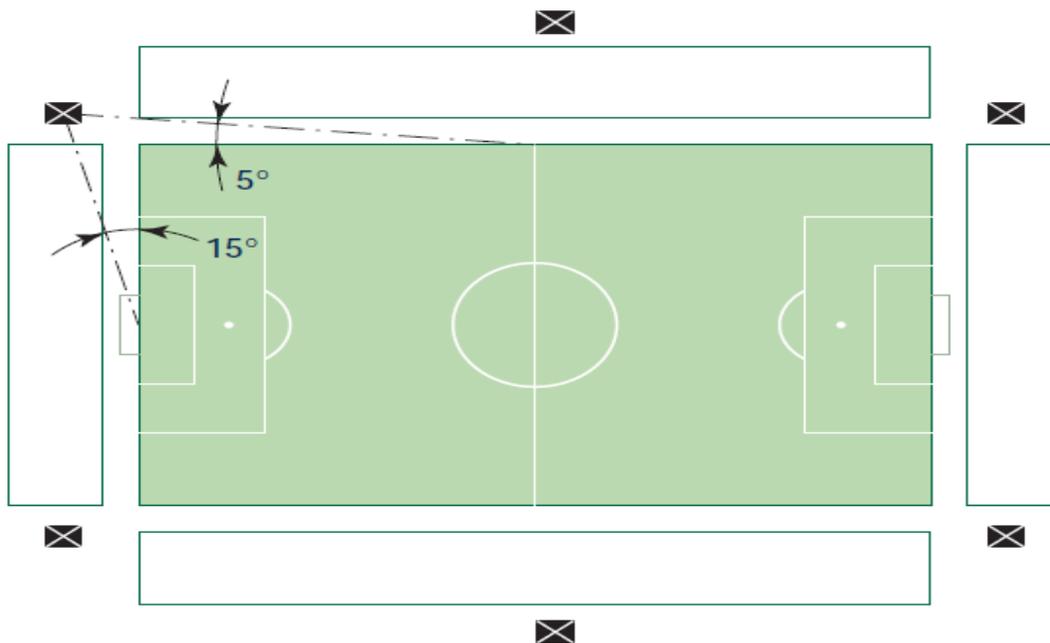


Figura 9. Diseño de postes en córner para campos con pista de atletismo.

Nota: Es importante recordar que no siempre las especificaciones o las normas, se pueden cumplir al pie de la letra ya que los espacios del medio que interviene en el entorno donde se trabaja (como por ejemplo cuestiones de espacio), son factores determinantes que se deben tomar en cuenta y obligan a realizar cambios en lo que se planea o se tiene contemplado realizar.

2.4 RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.

Mantenimiento se refiere a las acciones preventivas encaminadas a lograr en todo momento, que las instalaciones de alumbrado se encuentren en las mejores condiciones de operación para que brinden el mejor servicio de iluminación para el cual fueron instaladas.

Ensuciamiento de luminarias

Las luminarias se ensucian como consecuencia de estar inmersas en un ambiente contaminado. Hay que tener en cuenta que las causas del proceso de pérdidas de la luz es debido al ensuciamiento por depósito de polvo o partículas en suspensión en el aire sobre las superficies interiores del bloque óptico y ataque químico o físico de las superficies interiores del citado bloque por ello el grado de hermeticidad de la humedad resulta fundamental.

Depreciación de las lámparas

A lo largo de la vida de la instalación de alumbrado, disminuye el nivel de iluminación obtenido debido también a la depreciación de flujo luminoso emitido por la lámpara, lo cual se expresa en el punto de la memoria referente a las lámparas utilizadas.

Deterioro de los soportes

Debido al ataque de los agentes atmosféricos, lluvia, heladas, humedad, etc. Las chapas de los soportes se deterioran, pudiendo dar lugar, debido fundamentalmente a la oxidación, a su caída o desprendimiento.

Limpieza de luminarias

Los reflectores de aluminio de las lámparas se limpiarán como un detergente de base acida, diluido en agua. Se deberá frotar suavemente la superficie de reflector con un paño empapado con agua, hasta eliminar la suciedad depositada en el reflector y se dejara secar.

Los cierres de vidrio de las luminarias se deberán limpiar con un detergente diluido en agua, frotando hasta eliminar la suciedad enjuagando posteriormente con agua abundante. Previo al secado deberá aplicarse posteriormente un producto antiadherente que repela el polvo y la humedad.

Los cierres de plásticos se limpiarán con una mezcla cien por cien de alcohol isopropílico y agua, la cual se dejara actuar durante unos minutos (2 o 3), y posteriormente se aclara con agua abundante, secándolos convenientemente.

La limpieza de las partes metálicas se efectuara con un producto soluble en agua con inhibidor de óxido, frotando suavemente con un paño adecuado o esponja y procediendo después a secarlos muy suave con un trapo limpio y seco.

Reposición de lámparas

Las lámparas de una instalación de alumbrado deben ser sustituidas por causas fundamentales, o bien por haberse averiado dejando de funcionar, lo que implica una reposición puntual y corresponde a conservación o porque, aunque, sigan en funcionamiento el flujo luminoso emitido por las lámparas se

ha reducido o desaparecido en una proporción tan importante que ya no resulta rentable mantenerlas en servicio, lo que implica una reposición masiva y corresponde a mantenimiento.

Soportes

Cuando los soportes no están galvanizados, es muy importante pintarlos periódicamente, debiendo alternar tratamientos de simples pinturas de acabado y tratamientos, especialmente en zonas oxidadas, y de aplicación de una capa de protección de anti óxido.

Los periodos de actuación en cada caso dependerán del estado inicial del soporte y de las recomendaciones del fabricante de pintura.

Los soportes galvanizados y postes de hormigón, normalmente solo precisaran pinturas con motivos estéticos. Se deberá tener en cuenta que la pintura utilizada tenga un buen grado de adherencia con la superficie tratada.

Programación de la conservación.

Tomando en cuenta que la conservación tiene objeto de la detección y reparación de las averías eléctricas y mecánicas de las instalaciones de alumbrado público, la programación será atender de la mejor forma posible dichas instalaciones, procedimiento a efectuar las reparaciones en el menor tiempo y realizando como mínimo 1 vez al año.

La norma DGE017-AL-1-1982, norma de alumbrado de interiores y campos deportivos en su capítulo 6 nos dice en cuanto al mantenimiento de las instalaciones de alumbrado:

El valor de la iluminación se reduce continuamente debido a la edad y ensuciamiento de las lámparas y luminarias y también a consecuencia del ensuciamiento de las superficies que limitan el recinto y de las superficies de los accesorios. Por consiguiente la iluminación en los puestos de trabajo debe ser evaluada regularmente.

La instalación requiere mantenimiento, si la iluminación media en puestos de trabajo baja a menos de 0.8 En, o a menos de 0.6 En el puesto de trabajo más desfavorable desde el punto de vista de tecnología de alumbrado.

Si las luminarias y lámparas se instalan de modo que sean fácil y seguramente accesibles, se facilita el mantenimiento de la instalación de alumbrado.

Algunas veces puede ser más económico realizar el reemplazo de grupos de lámparas de una instalación después de un periodo determinado y al mismo tiempo llevar a cabo la limpieza necesaria.

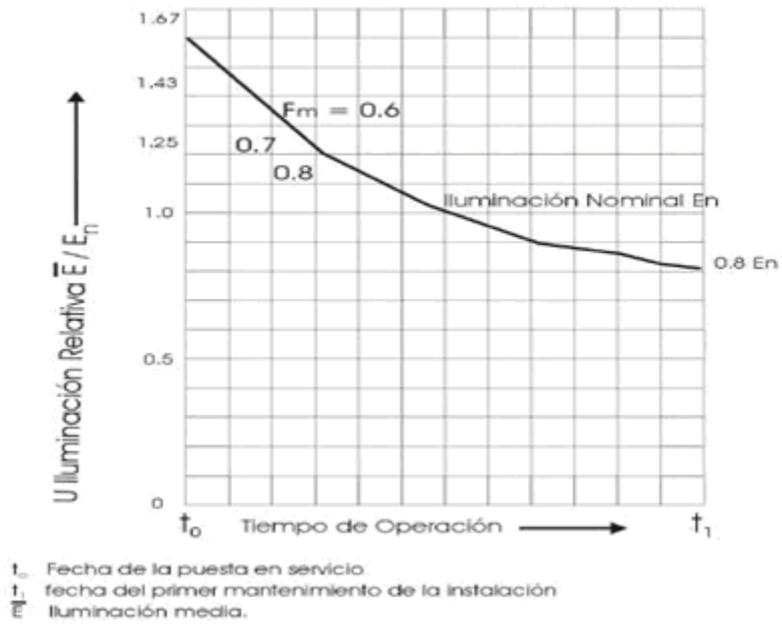


Figura 10. Iluminación relativa como una función del tiempo de operación.

CAPITULO 3. ANALISIS COMPARATIVO DE LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.

En este capítulo veremos el funcionamiento de las lámparas propuestas para el sistema de iluminación que se utilizara en el campo de futbol soccer, es importante mencionar que se pueden utilizar lámparas de alta tecnología, pero un factor que se debe tomar en cuenta con respecto a estas lámparas es que la mayoría son tecnologías extranjeras y cuesta mucho trabajo conseguirlas en el mercado comercial; por ejemplo en caso de que alguna se fundiera o se necesitara de un reemplazo urgente sería casi imposible conseguirlo por cuestiones de tiempo y económicas, por tal motivo se prefirió utilizar lámparas más sencillas pero que siguen siendo aplicables a este tipo de proyectos porque han seguido evolucionando de acuerdo a las necesidades que se han presentado a través del tiempo y por lo mencionado anteriormente son económicamente rentables y fáciles de conseguir en el mercado actual, estas lámparas son:

Vapor de mercurio de 1000 w

Aditivos metálicos de 1000 w

Vapor de sodio de alta presión 1000 w

Como podemos ver todas las lámparas son de 1000w esto se hace con el fin de poder demostrar tomando como principal factor para realizar la comparación de las lámparas los watts que consumen y de ahí poder hacer el comparativo en cuanto a vida en horas, eficiencia y cromaticidad considerando estos como los factores más importantes para seleccionar la lámpara que mejor se ajuste a las necesidades de iluminación para nuestro campo deportivo.

3.1 LÁMPARA DE VAPOR DE MERCURIO

Las lámparas de vapor de mercurio de alta presión consisten en un tubo de descarga de cuarzo relleno de vapor de mercurio, el cual tiene dos electrodos principales y uno auxiliar para facilitar el arranque. Los modelos más habituales de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 220 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas inerte contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales. A continuación se inicia un periodo transitorio de unos cuatro minutos, caracterizado porque la luz pasa de un tono violeta a blanco azulado, en el que se produce la vaporización del mercurio y un incremento progresivo de la presión del vapor y el flujo luminoso

hasta alcanzar los valores normales. Si en estos momentos se apagara la lámpara no sería posible su reencendido hasta que se enfriara, puesto que la alta presión del mercurio haría necesaria una tensión de ruptura muy alta.

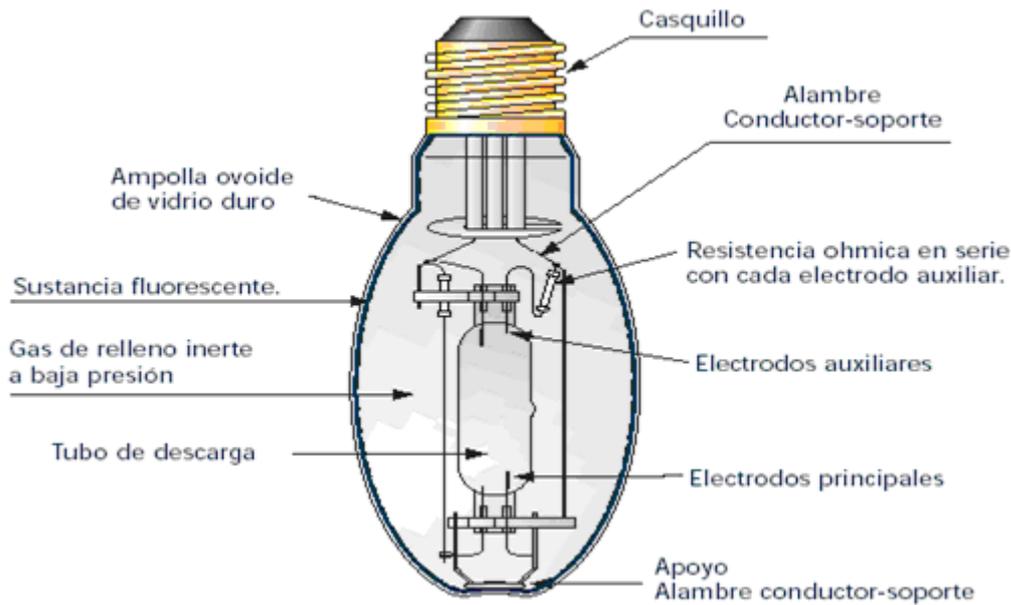


Figura 11. Partes de la lámpara de vapor de mercurio

La luz que emite es color azul verdoso, no contiene radiaciones rojas. Para resolver este problema se acostumbra añadir sustancias fluorescentes. De esta manera se mejoran las características cromáticas de la lámpara, si añadimos en el tubo de descarga yoduros metálicos (sodio, talio, indio...) se consigue mejorar considerablemente la capacidad de reproducir el color de la lámpara de vapor de mercurio. Cada una de estas sustancias aporta nuevas líneas al espectro (por ejemplo amarillo el sodio, verde el talio y rojo y azul el indio).

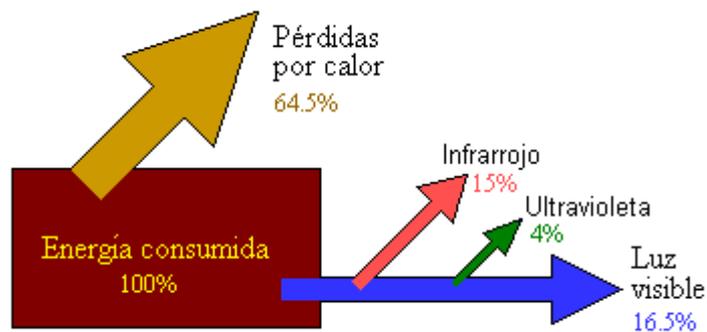


Figura 12. Balance energetico de la lampara de vapor de mercurio

También están disponibles las bombillas completamente transparentes las cuales iluminan bien en zonas donde no se requiera estrictamente una exacta reproducción de los colores. La temperatura de color se mueve entre 3500 y 4500 K con índices de rendimiento en color de 40 a 45 normalmente.

Una de las características de estas lámparas es que tienen una vida útil muy larga, ya que rinde las 25000 horas de vida aunque la depreciación lumínica es considerable. La eficacia oscila entre 40 y 60 lm/W y aumenta con la potencia, aunque para una misma potencia es posible incrementar la eficacia añadiendo un recubrimiento de polvos fosforescentes que conviertan la luz ultravioleta en visible. Existen casos en los que en este tipo de lámparas los polvos fluorescentes han desaparecido por el paso de muchos años y sin embargo la lámpara continúa encendida.

Estas lámparas han sido usadas principalmente para iluminar avenidas principales, carreteras, autopistas, parques, naves industriales y lugares poco accesibles ya que el periodo de mantenimiento es muy largo. Actualmente, las lámparas de aditivos metálicos (o Lámpara de haluro metálico), particularmente, las que encienden por pulso o pulse start, proveen mejores características a lo largo de su vida útil.

DATOS DE LAMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/ WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS
100	AZUL-VERDOSO	4,400	24,000	44	0.82	MOGUL	BT-25	19.10
175	AZUL-VERDOSO	8,500		49	0.89		E-28	21.00
250	AZUL-VERDOSO	12,775		51	0.84		E-28	21.00
400	AZUL-VERDOSO	23,000		58	0.86		BT-37	29.20
1000	AZUL-VERDOSO	63,000		63	0.77		BT-56	39.00

Tabla 3. Tipos de lamparas de vapor de mercurio.

3.2 LÁMPARA DE ADITIVOS METÁLICOS.

Las lámparas de haluro metálico, también conocidas como lámparas de aditivos metálicos, lámparas de halogenuros metálicos, lámparas de mercurio halogenado o METAL ARC, son lámparas de descarga de alta presión, del grupo de las lámparas llamadas HID (High Intensity Discharge). Son generalmente de alta potencia y con una buena reproducción de colores, además de la luz ultravioleta. Originalmente fueron creadas en los años 1960 para el uso industrial de estas, pero hoy se suelen aplicar tanto en la industria como en el hogar.

Usos

Son de uso industrial tanto como de uso doméstico. Generalmente se le suele usar en estaciones de combustible, plazas y alumbrado público. También se le suele usar en la iluminación de acuarios. Por su amplio espectro de colores, se suele usar en lugares donde se requiere una buena reproducción de colores, como estaciones de televisión y campos deportivos.

Funcionamiento

Como otras lámparas de descarga de gas eléctrica, por ejemplo las lámparas de vapor de mercurio (muy similares a la de haluro metálico), la luz se genera pasando un arco eléctrico a través de una mezcla de gases. En una lámpara de haluro metálico, el tubo compacto donde se forma el arco contiene una mezcla de argón, mercurio y una variedad de haluros metálicos. Las mezclas de haluros metálicos afecta la naturaleza de la luz producida, variando correlacionada mente la temperatura del color y su intensidad (por ejemplo, que la luz producida sea azulada o rojiza). El gas argón se ioniza fácilmente, facultando el paso del arco voltaico pulsante a través de dos electrodos, cuando se le aplica un cierto voltaje a la lámpara. El calor generado por el arco eléctrico vaporiza el mercurio y los haluros metálicos, produciendo luz a medida que la temperatura y la presión aumentan. Como las otras lámparas de descarga eléctrica, las lámparas de haluro metálico requieren un equipo auxiliar para proporcionar el voltaje apropiado para comenzar el encendido y regular el flujo de electricidad para mantener la lámpara encendida.

Componentes

Los principales componentes de la lámpara de haluro metálico son los siguientes. Tienen una base metálica (veces una en cada extremo), que permita la conexión eléctrica. La lámpara es recubierta con un cristal protector externo (llamado bulbo) que protege los componentes internos de la lámpara (a veces también es dotado de un filtro de radiación ultravioleta, provocada por el vapor de mercurio). Dentro de la cubierta de cristal, se encuentran una serie de soportes y alambres de plomo que sostienen el tubo de cuarzo fundido (donde se forma el arco voltaico y la luz), y a su vez este se encaja en los electrodos de tungsteno. Dentro del tubo de cuarzo fundido, además del mercurio, contiene yoduros, bromuros de diferentes metales y un gas noble. La composición de los metales usados define el color y la temperatura de la luz producida por la lámpara.

Los resultados de estas aportaciones son una temperatura de color de 3000 a 6000 K dependiendo de los yoduros añadidos y un rendimiento del color de entre 65 y 85. La eficiencia de estas lámparas ronda entre los 60 y 100 lm/W y el tiempo de vida de estas lámparas va desde las 10.000 a 22.000 hr. Tienen un periodo de encendido de unos diez minutos, que es el tiempo necesario hasta que se estabiliza la descarga. Para su funcionamiento es necesario un

dispositivo especial de encendido, puesto que las tensiones de arranque son muy elevadas (1500-5000 V).

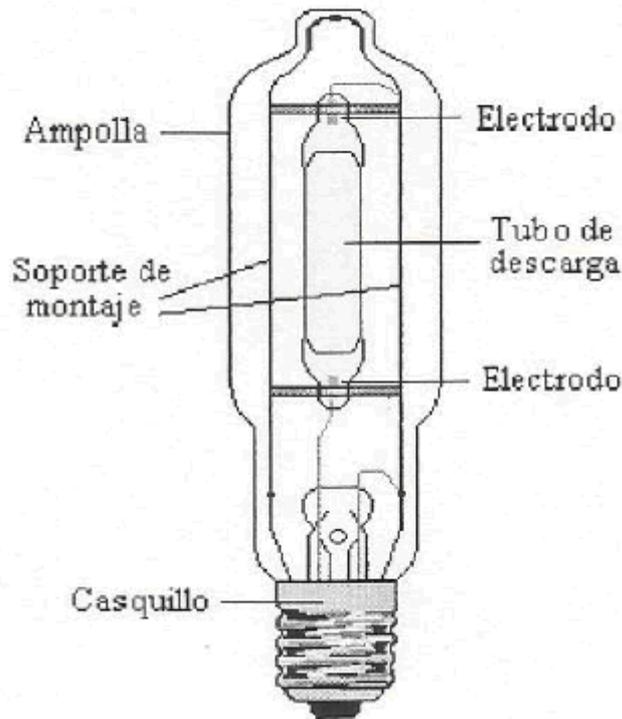


Figura 13. Partes de una lámpara de aditivos metalicos.

Otros tipos tienen el tubo donde se forma el arco de alúmina (Oxido de aluminio Al_2O_3) en vez de cuarzo fundido, como las lámparas de vapor de sodio. Usualmente estos son llamados haluro metálico de cerámica o CMH (del inglés Ceramic Metal Halide). Algunas lámparas son recubiertas internamente con fósforo para difundir la luz.

Balastos

Las lámparas de haluro metálico requieren balastos para regular el flujo continuo del arco y proporcionar el voltaje apropiado a la lámpara. Algunas lámparas grandes contienen un electrodo especial de encendido para generar el arco cuando la lámpara es encendida, generando un parpadeo leve al momento del encendido. Las lámparas más pequeñas no requieren un electrodo de encendido, y en lugar de este utilizan un circuito especial de encendido, que se encuentra dentro del balastro, generando un pulso de alto voltaje entre los electrodos de funcionamiento.

En el caso de los balastos electrónicos, algunos están disponibles para las lámparas de haluro metálico. La ventaja de estos balastos es que tienen un control más preciso y exacto de la potencia, proporcionando un color más consistente y una vida más larga de la lámpara. En algunos casos se dice que

los balastos electrónicos incrementan la eficiencia de la lámpara, reduciendo el consumo eléctrico, pero hay excepciones, por ejemplo las lámparas de alta frecuencia (High Output) o muy alta frecuencia (Very High Output) donde el rendimiento no aumenta con el uso de balastos electrónicos.

Las excelentes prestaciones cromáticas la hacen adecuada entre otras lámparas para la iluminación de instalaciones deportivas, para retransmisiones de TV, estudios de cine, proyectores, etc.

DATOS DE LAMPARAS DE ADITIVOS METALICOS

WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICIENCIA LUMENES/WATTS	FACTOR DE DEPRECIACION (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD EN CENTIMETROS
70	CLARO	5,200	15,000V - 10,000H	74	0.81	E-26	ED-17	14.60
70	FOSFORADO	4,800	15,000V - 10,000H	74	0.75	E-26	ED-17	14.60
100	CLARO	7,800	10,000V - 7,500H	78	0.75	E-26	ED-17	14.60
100	FOSFORADO	8,000	15,000V - 10,000H	78	0.73	E-26	ED-17	14.60
175	CLARO	14,000	10,000V - 7,500H	80	0.77	MOGUL	BT-28	21.10
175	FOSFORADO	13,000	10,000V - 7,500H	80	0.73		BT-28	21.10
250	CLARO	22,000 V-20,000H	10,000	82	0.83		BT-28	21.10
250	FOSFORADO	22,000 V-20,000H	10,000	82	0.78		BT-28	21.10
400	CLARO	36,000 V-32,000H	20,000V - 15,000H	90	0.75		BT-37	29.20
400	FOSFORADO	36,000 V-32,000H	20,000V - 15,000H	90	0.72		BT-37	29.20
400	CLARO	40,000	20,000	100	0.80		BT-37	29.20*
1000	BLANCO DE LUJO	19,000 V-197,800H	12,000V - 9,000H	110	0.80		BT-56	39.00
1000	FOSFORADO	105,000 V-100,000H	12,000V - 9,000H	105	0.78		BT-56	39.00
1500	CLARO	155,000	3,000	103	0.92		BT-56	39.00*
1500	CLARO	86,000 V-180,000H	3,000	103	0.92		BT-56	39.00**

Tabla 4. Tipos de lámparas de aditivos metálicos.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
70	Claro	3000	6300	10000	90	0.91	RX75	Tubular	11.420	Base horizontal
70	Claro	4200	5700	10000	81	0.91	RX7s	Tubular	11.420	
150	Claro	4200	13400	10000	89	0.85	RX75	Tubular	13.200	
150	Claro	3000	13500	10000	90	0.85	RX7s	Tubular	13.200	

Tabla 5. Lámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico, 2 bases.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
70	Claro	3150	5200	7500 V 6000 H	74	0.79	E-26	E-17	13.80	Universal
100	Claro	3150	8500	7500 V 6000 H	85	0.79	E-26	E-17	13.80	

Tabla 6. Lámparas de halogenuros metálicos con quemador cerámico elipsoidal.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
250	Claro	4200	23000	10000	92	0.65	E-40-OR	BT-28	22.40	Base horizontal
400	Claro	4200	39000	20000	98	0.64	E-40-OR	BT-37	27.70	
400	Claro	4000	41000	20000	102	0.67	E-40-OR	BT-37	27.70	Base arriba

Tabla 7. Lámparas de super aditivos metálicos.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
360	Claro	4000	36000 V, 30000 H	20000 V, 15000 H	100 V, 83 H	0.67 V, 0.63 H	E-40	BT-37	27.70	Universal
360	Fosforado	3600	36000 V, 30000 H	20000 V, 15000 H	100 V, 83 H	0.67 V, 0.63 H	E-40	BT-37	27.70	

Tabla 8. Lámparas de aditivos metálicos ahorradoras de energía.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
70	Claro	3000	5200	15000 V, 10000 H	74	0.75	E-26	ED-17	13.80	Universal
100	Claro	3000	8500	15000 V, 10000 H	85	0.75	E-26	ED-17	13.80	
150	Claro	3000	13300	15000 V, 10000 H	89	0.75	E-26	ED-17	13.80	
250	Claro	4000	23000	10000	92	0.73	E-40OR	BT-28	22.40	Base arriba
400	Claro	3800	38000	10000	95	0.66	E-40	BT-37	27.70	

Tabla 9. Lámparas de aditivos metálicos con protección en el quemador.

3.3 LÁMPARA DE VAPOR DE SODIO

La lámpara de vapor de sodio es un tipo de lámpara de descarga de gas que usa vapor de sodio para producir luz. Son una de las fuentes de iluminación más eficientes, ya que proporcionan gran cantidad de lúmenes por vatio. El color de la luz que producen es amarilla brillante.

Tipos

Se divide en dos tipos:

Vapor de sodio a baja presión (SBP): La radiación emitida es de color amarillo, la eficacia de estas lámparas es muy elevada entre 160 y 180 lm/W. Otras ventajas que ofrece es que permite una gran comodidad y agudeza visual, además de una buena percepción de contrastes. Por contrario, su mono cromatismo hace que la reproducción de colores y el rendimiento en color sean muy malos haciendo imposible distinguir los colores de los objetos.

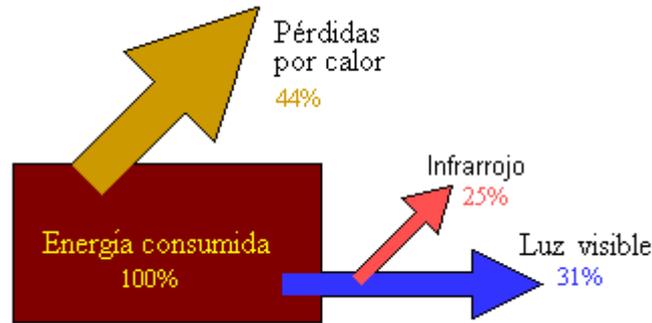


Figura 14. balance energetico de uan lampara de vapor de sodio.

La vida media de estas lámparas es muy elevada, de unas 15000 horas y la depreciación de flujo luminoso que sufren a lo largo de su vida es muy baja por lo que su vida útil es de entre 6000 y 8000 horas. En cuanto al final de su vida útil, este se produce por agotamiento de la sustancia emisora de electrones como ocurre en otras lámparas de descarga. Aunque también se puede producir por deterioro del tubo de descarga o de la ampolla exterior.

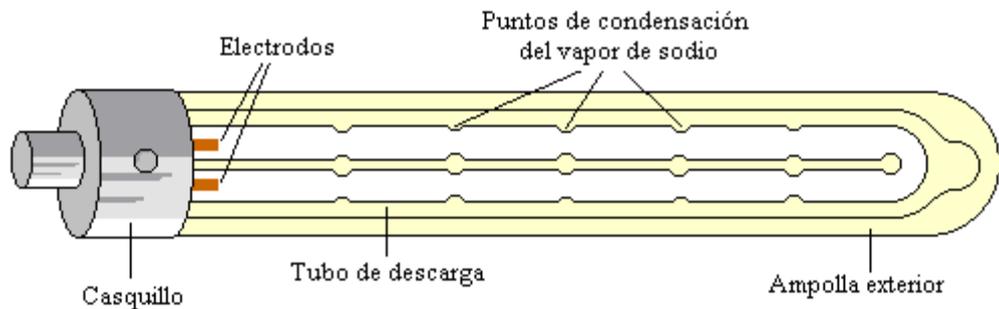


Figura 15. Partes de la lámpara de vapor de sodio de baja presión.

En estas lámparas el tubo de descarga tiene forma de U para disminuir las pérdidas por calor y reducir el tamaño de la lámpara. Está elaborado de materiales muy resistentes pues el sodio es muy corrosivo y se le practican unas pequeñas hendiduras para facilitar la concentración del sodio y que se vaporice a la temperatura menor posible. El tubo está encerrado en una ampolla en la que se ha practicado el vacío con objeto de aumentar el aislamiento térmico. De esta manera se ayuda a mantener la elevada temperatura de funcionamiento necesaria en la pared del tubo que es de 270 °C.

El tiempo de arranque de una lámpara de este tipo es de unos diez minutos. Es el tiempo necesario desde que se inicia la descarga en el tubo en una mezcla de gases inertes (neón y argón) hasta que se vaporiza todo el sodio y

comienza a emitir luz. Físicamente esto se corresponde al pasar de una luz roja (propia del neón) a la amarilla (característica del sodio). Se procede así para reducir la tensión de encendido.

Vapor de sodio a alta presión (SAP): La lámpara de vapor de sodio a alta presión es una de las más utilizadas en el alumbrado público, tienen un rendimiento en color ($T_{color} = 2100 \text{ K}$) y capacidad para reproducir los colores mucho mejores que la de las lámparas a baja presión (IRC = 25, aunque hay modelos de 65 y 80), aunque no tanto como para iluminar algo que requiera excelente reproducción cromática, ya que esto se consigue a base de sacrificar eficacia; aunque su valor que ronda los 130 lm/W sigue siendo un valor alto comparado con los de otros tipos de lámparas.



Figura 16. Balance energético de una lámpara de vapor de sodio de alta presión.

Características

El foco de vapor de sodio está compuesto de un tubo de descarga de cerámica translúcida, esto con el fin de soportar la alta corrosión del sodio y las altas temperaturas que se generan; en los extremos tiene dos electrodos que suministran la tensión eléctrica necesaria para que el vapor de sodio encienda. Para operar estas lámparas se requiere de un balastro y uno o dos condensadores para el arranque. Para su encendido requiere alrededor de 9-10 minutos y para el reencendido de 4-5 minutos.

Las condiciones de funcionamiento son muy exigentes debido a las altas temperaturas ($1000 \text{ }^{\circ}\text{C}$), la presión y las agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está

rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve, entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento.

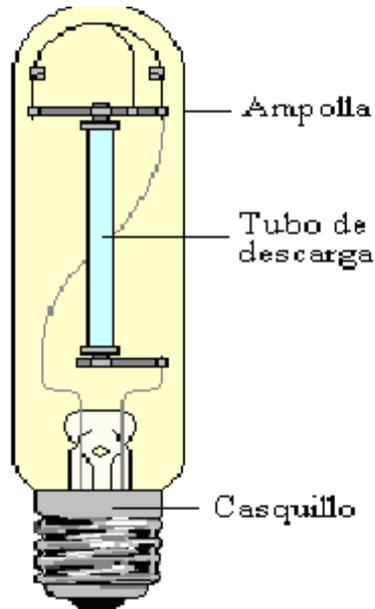


Figura 17. Partes de una lámpara de vapor de sodio de alta presión.

Usos

Si bien son de elevado rendimiento luminoso, el hecho de tener una luz monocromática hace que sus aplicaciones se vean reducidas. Se usa preferentemente en alumbrado vial: rutas, autopistas, muelles, depósitos, etc., también se utiliza con fines decorativos. También se utiliza para hacer florar las plantas de marihuana (porque su espectro lumínico es el ideal).

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
35	Claro	2000	2250	24000	64	0.90	E-26	ED-17	13.80	Universal
50	Claro	2000	4000	24000	80	0.90	E-26	ED-17	13.80	
70	Claro	2000	6300	24000	90	0.90	E-26	ED-17	18.90	
70	Claro	2000	6300	24000	90	0.90	E-40	ED-23.5	18.90	
100	Claro	2000	9500	24000	95	0.90	E-26	ED-17	13.80	
100	Claro	2000	9500	24000	95	0.90	E-40	ED-23.5	18.90	
150	Claro	2000	16000	24000	107	0.90	E-26	ED-17	13.80	
150	Claro	2000	16000	24000	107	0.90	E-40	ED-23.5	18.90	
250	Claro	2100	28500	24000	114	0.90	E-40	ED-18	24.00	
400	Claro	2100	50000	24000	125	0.90	E-40	ED-18	24.00	
1000	Claro	2100	130000	24000	130	0.90	E-40	E-25	38.50	

Tabla 10. Lámparas de vapor de sodio de alta presión.

WATTS	ACABADO	TEMP. DE COLOR	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	POSICIÓN DE FUNCIONAMIENTO
18	Claro	1800	1800	12000	100	1.00	By22d	T54(T-17)	21.60	Base vertical a base horizontal
35	Claro	1800	4800	12000	137	1.00	By22d	T54(T-17)	31.00	
55	Claro	1800	8100	12000	147	1.00	By22d	T54(T-17)	42.30	
90	Claro	1800	13500	12000	150	1.00	By22d	T68(T-22)	52.80	Base horizontal
135	Claro	1800	22500	12000	167	1.00	By22d	T68(T-22)	77.50	
180	Claro	1800	33000	12000	183	1.00	By22d	T68(T-22)	112.00	

Tabla 11. Lámparas de vapor de sodio de baja presión.

3.4 TABLA COMPARATIVA DE LOS VALORES DE LAS TRES LAMPARAS

En la tabla siguiente (TABLA 12) se muestran las características mas importantes de cada una de las lámparas del presente estudio, para que de esa manera se pueda seleccionar la mejor, la que cumpla de la mejor manera con los parámetros como: cromaticidad, vida en horas, lúmenes temperatura del color etc. Etc. Entre los más importantes para poder seleccionar la mas eficiente que cubra con las necesidades de nuestro proyecto.

LAMPARA	WATTS	ACABADO	LUMENES INICIALES	VIDE EN HORAS	EFICIENCIA Lm /W	FACTOR DE DEPRECIACION LL D	TEMP DEL COLOR K	BASE	BULBO	LONGITUD cm	POSICION DE FUNCIONAMIENTO
VAPOR DE MERCURIO	1000	AZUL-VERDOSO	63000	24000	63	.77	3500 a 4500	MOGUL	BT-56	39.00	UNIVERSAL
ADITIVOS METALICOS	1000	BLANCO DE LUJO	110000V 107000H	12000V 9000H	110	.80	3000 a 6000	MOGUL	BT-56	39.00	UNIVERSAL
VAPOR DE SODIO	1000	AMARILLO	130000	24000	130	.90	2100	E-40	E-25	38.50	UNIVERSAL

TABLA 12. COMPARACION DE LOS VALORES DE LAS TRES LAMPARAS

NOTA:

V = POSICIÓN DE LA LÁMPARA DE FORMA VERTICAL

H = POSICIÓN DE LA LÁMPARA DE FORMA HORIZONTAL

CAPITULO 4: MEMORIA DE CÁLCULO DEL PROYECTO DEL CAMPO DE FUTBOL SOCCER.

4.1 DIMENSIONES DEL CAMPO

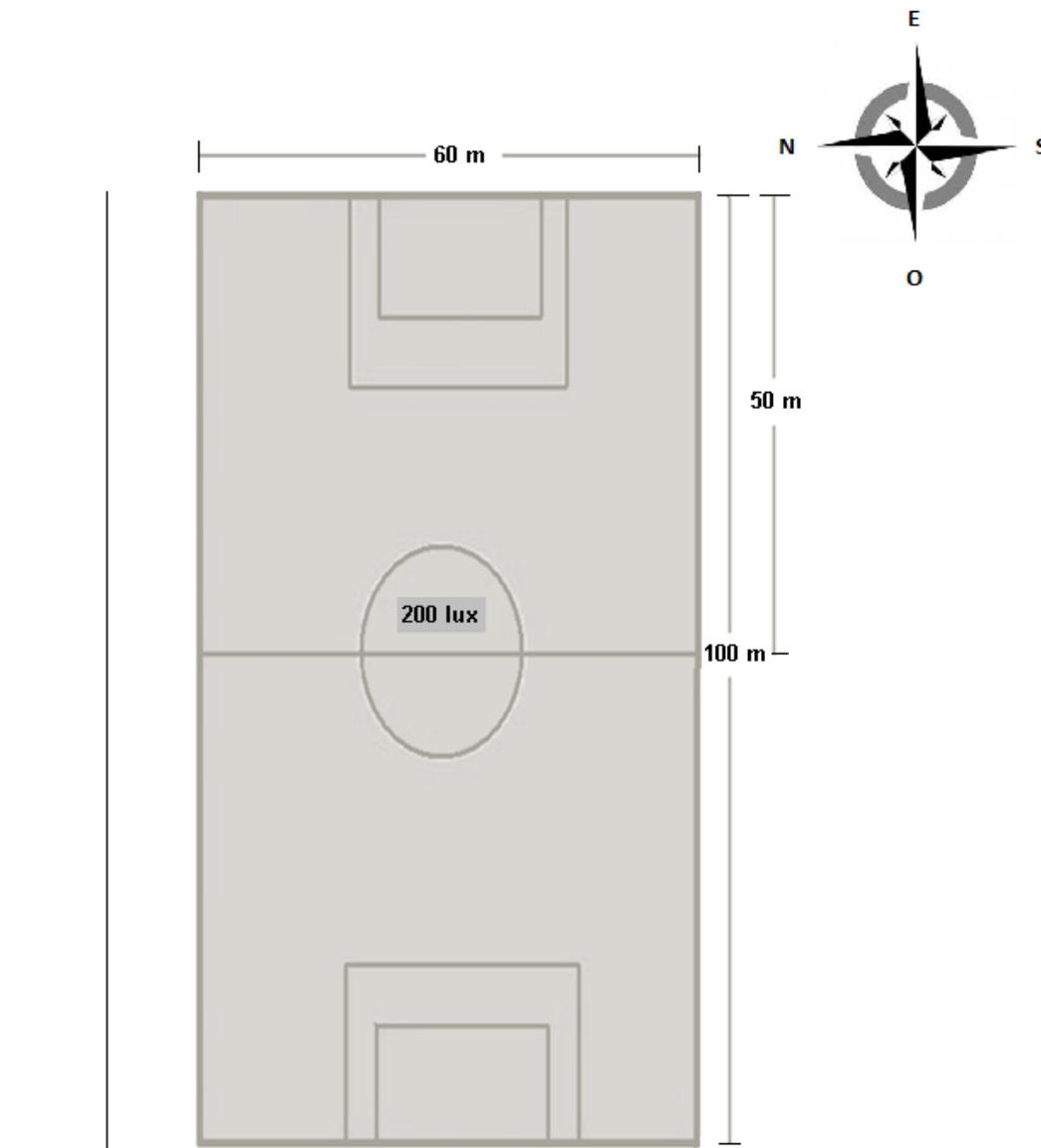
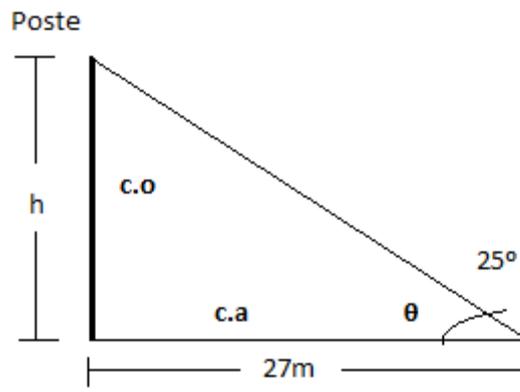


Figura 18. Dimensiones del campo a iluminar.

4.2 MEMORIA DE CÁLCULOS:

ILUMINACION PARA LA CANCHA

Primero se calculara la altura a la que deben estar colocadas nuestras lámparas, donde tenemos que el c.o será la altura del poste, c.a conocemos la distancia que es de 27m la mitad de la cancha a lo ancho y el ángulo que de acuerdo a lo descrito en la figura 6 no debe ser menor a 20° ni mayor a 30° con respecto al plano de visión del ojo humano, esto se hace con el fin de evitar el deslumbramiento a la hora de estar practicando la actividad para el cual está destinado este espacio.



Conocemos el ángulo teta, el cateto adyacente y desconocemos el cateto opuesto que es la altura a la que deben estar nuestras lámparas, por tal motivo mediante realizamos el siguiente Cálculo:

$$\text{tang } \theta = \text{cateto opuesto} / \text{cateto adyacente}$$

∴

$$\text{c.o} = \text{tang } \theta (\text{c.a})$$

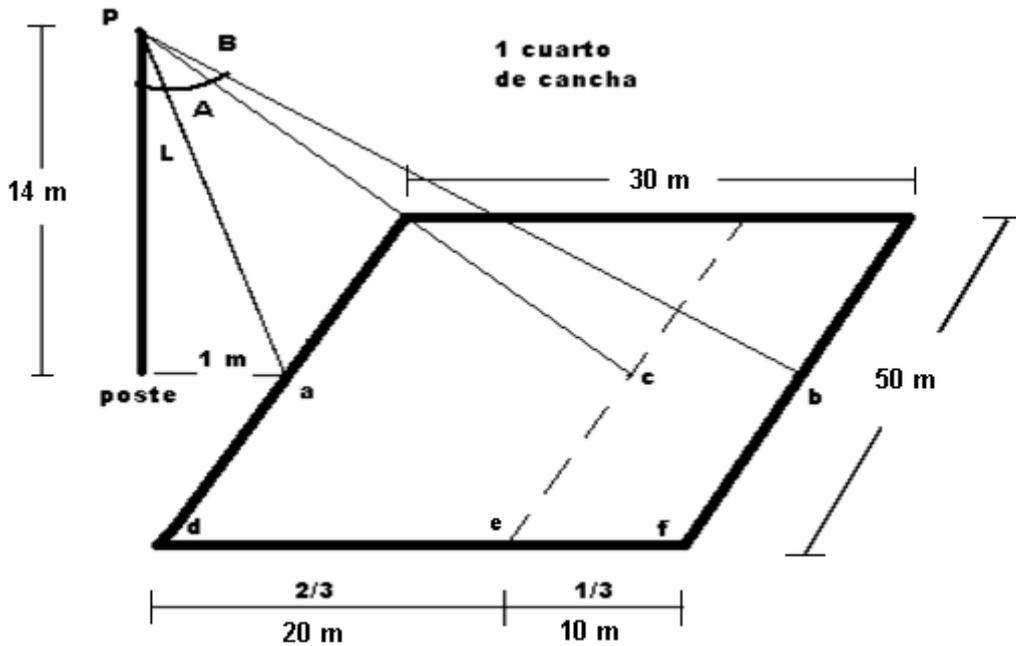
sustitullendo valores

$$\text{c.o} = \text{tang } (25) * 30 = 13.98 = 14 \text{ m}$$

Y esto nos da altura mínima que deben tener nuestras lámparas para evitar el deslumbramiento. Se recomienda que no se utilice medidas fraccionarias por ese motivo la altura de los postes será de 14m.

Ahora se divide la cancha en 4 partes ya que se colocaran 4 postes y cada poste contendrá un número de luminarias para iluminar cada cuarto de cancha.

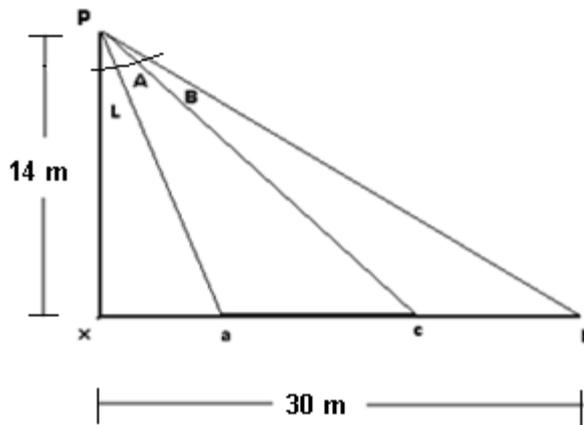
Sabiendo que el poste medirá 14m, se hace incidir el haz de luz a $\frac{2}{3}$ de $\frac{1}{4}$ de cancha y se procede a realizar los cálculos.



Al hacer incidir el haz de luz a $\frac{2}{3}$ permite que la iluminación sea más uniforme y se aproveche lo mejor posible.

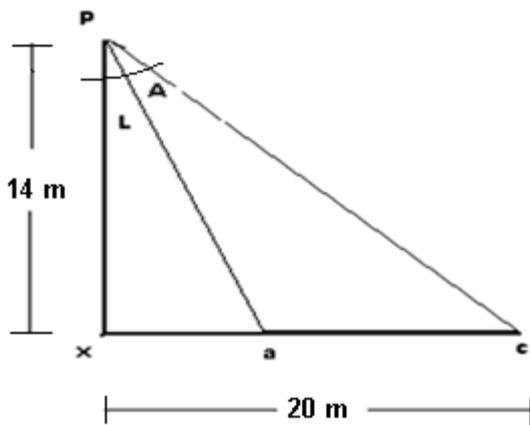
Se calculan los ángulos A, B y L, esto se hace con el fin de que estos ángulos son importantes para en nuestro calculo de luminarias para saber que tanto abarca la iluminación de las lámpara el área que se iluminara.

De igual forma se utiliza la siguiente figura un triángulo rectángulo para el cálculo, en el cual conocemos el c.o, el c.a y lo que deseamos conocer es el ángulo total que forman la suma del los ángulos A, B y L.



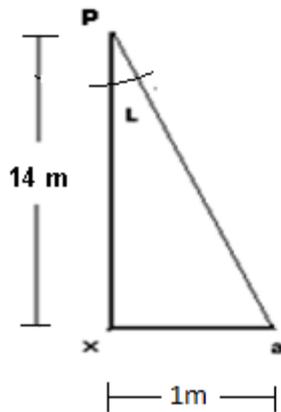
$$\begin{aligned} \text{tg}^{-1}(A+B+L) &= 30 / 14 \therefore \\ (A+B+L) &= \text{tg}^{-1}(30 / 14) = \\ (A+B+L) &= 64.98^\circ \end{aligned}$$

En la siguiente Figura se realiza el cálculo para conocer el ángulo que forman los ángulos A y L.



$$\begin{aligned} \text{tg}^{-1}(A+L) &= 20 / 14 = \\ (A+L) &= \text{tg}^{-1}(20 / 14) = \\ (A+L) &= 55.00^\circ \end{aligned}$$

La figura Siguiente muestra el cálculo solo del ángulo L.



$$\text{Tg-1 } (L) = (1/14) \therefore$$

$$(L) = \text{tg}^{-1} (1/14) =$$

$$L = 4.08^\circ$$

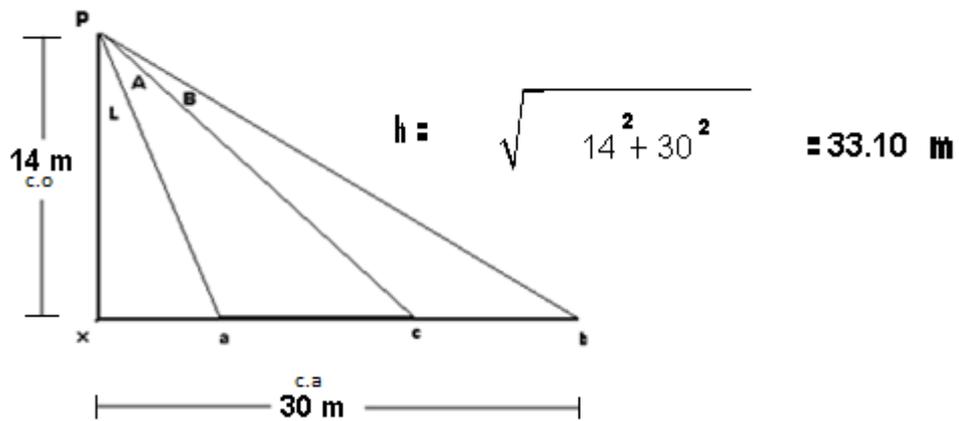
Ángulos A y B, estos ángulos son importantes para de nuestro calculo ya que son los ángulos en los que se ara incidir nuestra iluminación dentro de 1 cuarto de cancha.

$$\underline{A = (L + A) - (L) = 55.00^\circ - 4.08^\circ = 50.92^\circ}$$

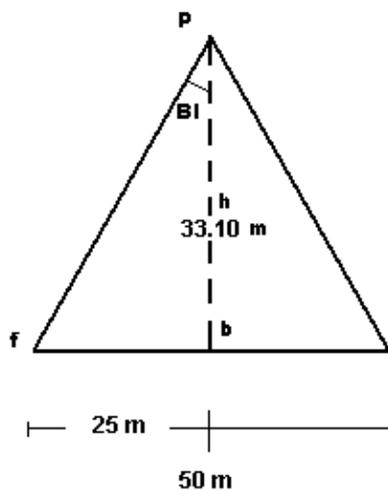
$$\underline{B = (L + A + B) - (L + A) = 64.98^\circ - 55.00^\circ = 9.98^\circ}$$

Ahora se calcularan los ángulos laterales, que se refiere al área que iluminara a lo ancho para 1 cuarto de cancha a lo ancho.

Para este cálculo necesitamos, para el plano P, b, x conocemos cateto opuesto, cateto adyacente y requerimos conocer la hipotenusa, lo cual realizamos de la siguiente manera:



Obteniendo que la hipotenusa tiene una distancia de 33.10 m, calculamos el ángulo B lateral (Bl) en el plano P, b, d mediante la siguiente ecuación:



$$\text{tg-1 Bl} = (25 / 33.10) \therefore$$

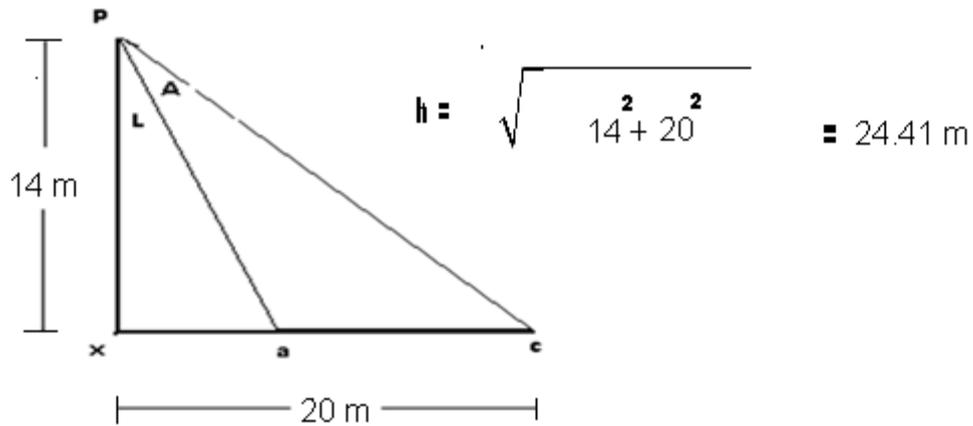
$$\text{Bl} = \text{tg-1} (25 / 33.10) =$$

$$\text{Bl} = 37.06^\circ$$

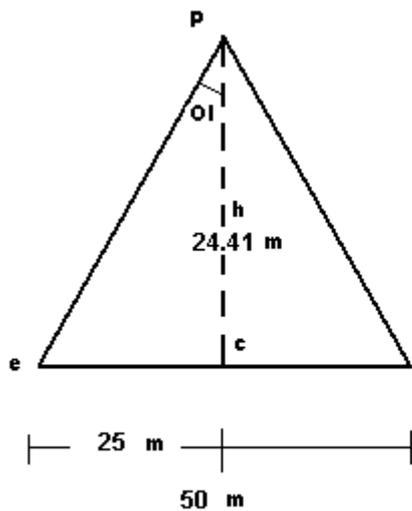
Como nuestra figura es simétrica este ángulo se multiplica por 2 para obtener el ángulo total para los 43m ya que solo se hizo el cálculo para la mitad, esto es:

$$37.06 * 2 = 74.12^\circ$$

Ahora se hace lo mismo para el plano P, c, x primero se obtiene el valor de la hipotenusa.



Obteniendo el valor de h, calculamos el ángulo O lateral (Ol) en el plano P, c, e:



$$\text{Tg-1 } Ol = (25 / 24.41) \therefore$$

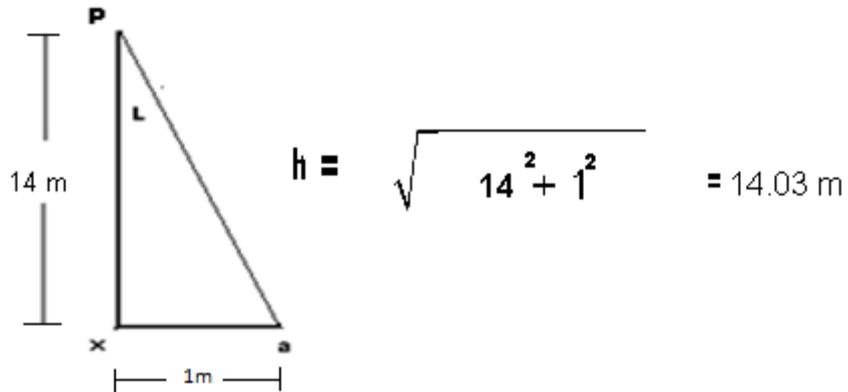
$$Ol = \text{tg-1 } (25 / 24.41) =$$

$$Ol = 45.68^\circ$$

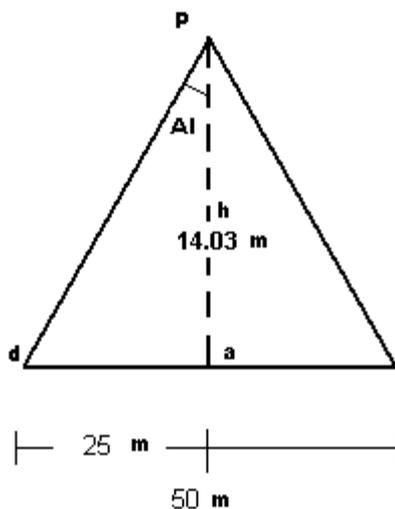
De igual forma se multiplica por 2 para saber el ángulo total sobre nuestra superficie:

$$45.68 * 2 = 91.36^\circ$$

Este plano P, a, x se encuentra fuera del campo ya que de la línea de banda asía afuera que es de 1m de distancia, pero la iluminación es igual de importante.



Ahora calculamos el ángulo alfa lateral (Al):



$$\text{Tg-1 Al} = (25 / 14.03) \therefore$$

$$\text{Al} = \text{tg-1} (25 / 14.03) =$$

$$\text{Al} = 60.69^\circ$$

Esto se hace con el fin de saber que tanto abre el ángulo y abarca el has luminoso de la luminaria.

Con el objetivo de comparar los 3 diferentes tipos de lámparas que analizaremos, utilizaremos sus curvas para conocer la más apta para nuestro sistema de iluminación.

Pasaremos a realizar un análisis comparativo de la iluminación que emite cada tipo de lámpara para nuestro sistema de iluminación del campo deportivo y así poder elegir las más eficiente que se adapte a las condiciones de trabajo.

LAMPARA DE VAPOR DE MERCURIO.

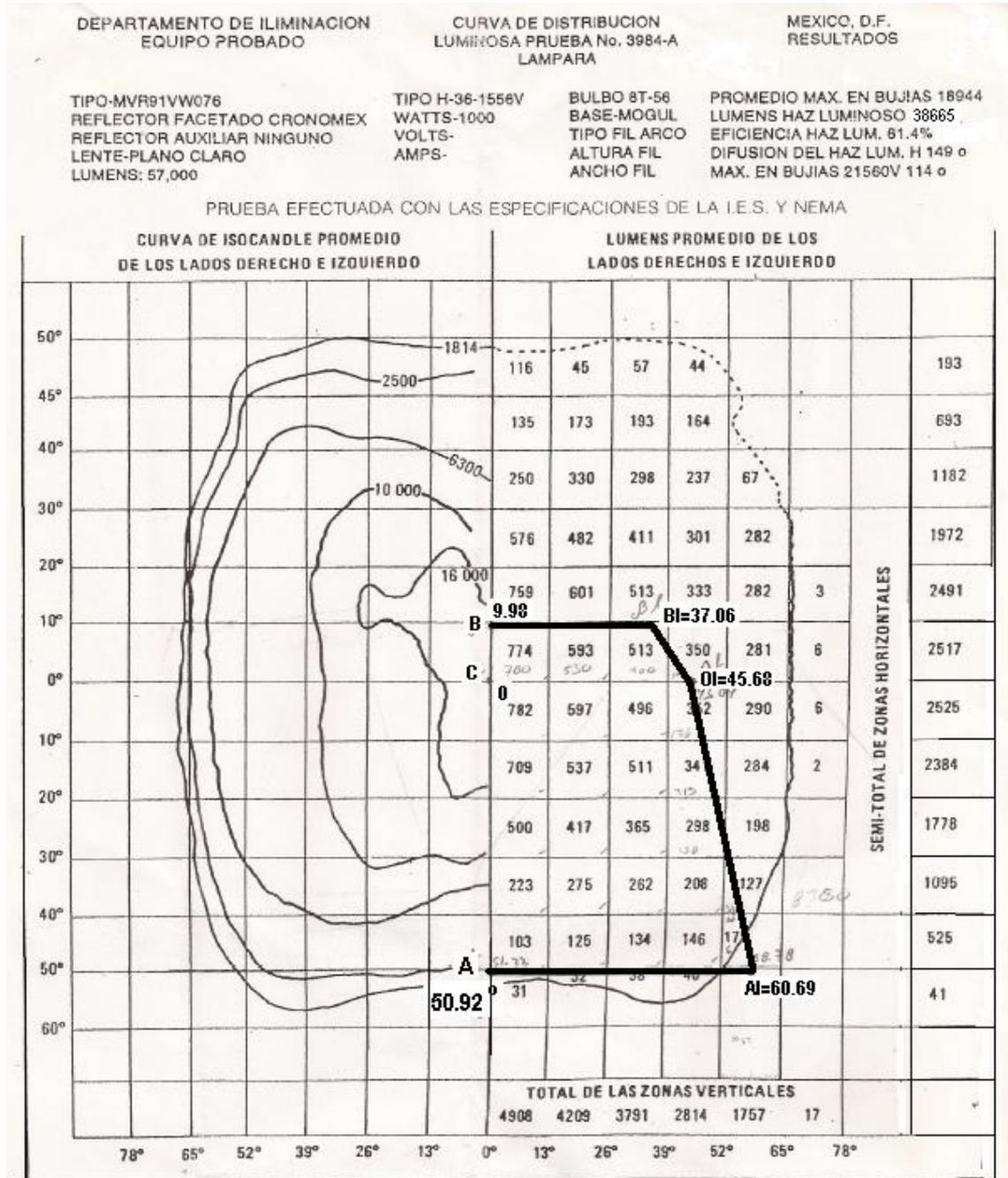


Figura 19. Curva de especificaciones del fabricante. Reflector para lámpara de vapor de mercurio.

Ahora se calculan los lúmenes promedio que entrega el reflector facetado Cronomex con la lámpara de vapor de mercurio 1000w. Sabiendo que esta lámpara entrega un haz luminoso del reflector 38665 lúmenes.

De la curva de distribución luminosa se obtienen los lúmenes promedio del haz de luz que emite el reflector, se suman los valores que quedan dentro de la figura trazada y se obtienen los lúmenes en el área.

700+530+400+50=	1680 lumen
782+597+496+176=	2051 lumen
709+537+511+215 =	1972 lumen
500+417+365+250 =	1532 lumen
223+275+262+208+30 =	998 lumen
103+125+134+146+6=	514 lumen
1+1+1+1=	4 lumen
TOTAL	8751 lumen

Ahora el total de lumen se multiplica por 2 para tener los lúmenes totales ya que en la grafica solo se tomaron en cuenta los del lado izquierdo pero como la figura es simétrica se toma el mismo valor de lado derecho.

$$Z = 8751 \times 2 = 17502 \text{ LUMEN TOTALES}$$

Calculo del coeficiente de utilización:

$$C.U = (\text{lumen en el área} / \text{lumen del haz}) = 17502 / 38665 = 0.45$$

Se calcula el factor de mantenimiento (datos de las hojas de especificaciones)

$$F.M = LDD \times LLD \times \text{FACTOR DE REFLECTOR}$$

$$F.M = 0.88 \times 0.78 \times 0.97 = 0.66$$

Finalmente se calcula el número de reflectores:

$$\# \text{REFLECTORES} = ((\text{LUXES})(\text{ÁREA})) / ((\text{LUMEN DEL HAZ})(C.U)(F.M)) =$$

$$\# \text{REFLECTORES} = ((200)(1500)) / ((38665)(0.45)(0.66)) =$$

$$26.12 = 26 \text{ REFLECTORES.}$$

LAMPARA DE ADITIVOS METALICOS.

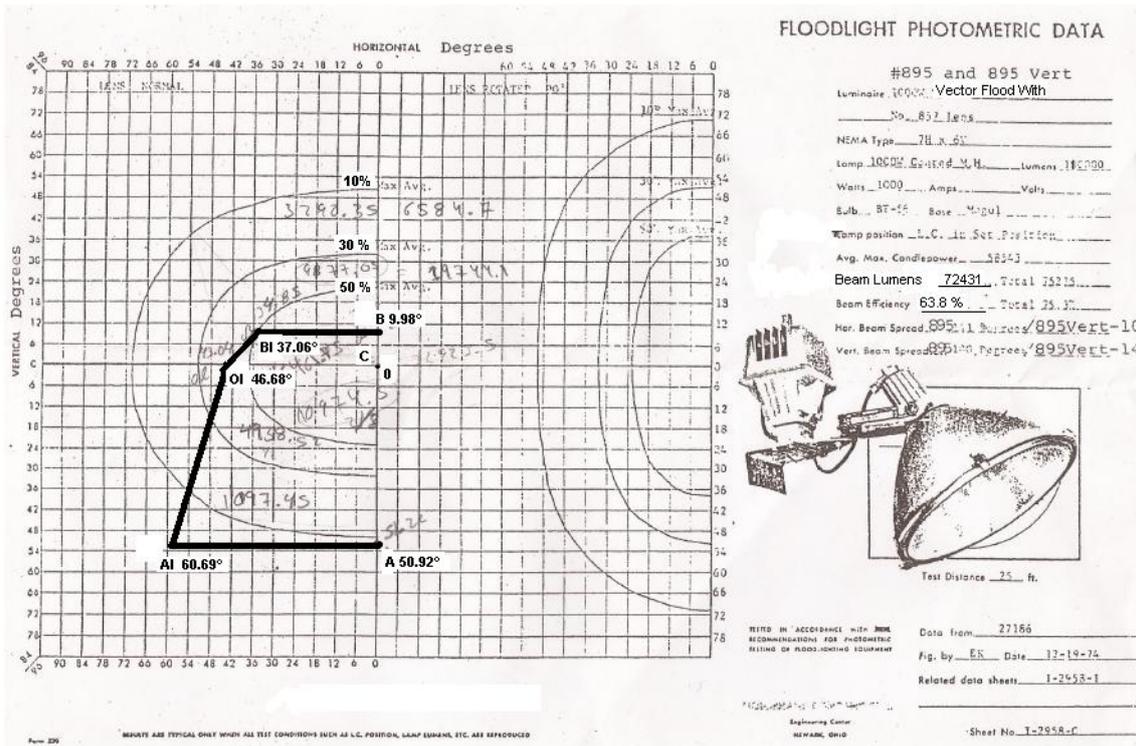


Figura 20. curva de especificaciones del fabricante. Reflector para lampara de aditivos metalicos.

Ahora se calculan los lúmenes promedio que entrega el reflector Vector Flood With con la lámpara de aditivos metálicos 1000w. Sabiendo que esta lámpara entrega un haz luminoso del reflector 72431 lúmenes.

De la curva de distribución luminosa se obtienen los lúmenes promedio del haz de luz que emite el reflector, se suman los valores que quedan dentro de la figura trazada y se obtienen los lúmenes en el área.

$$72431 \times .5 = 36215.5$$

$$36215.5 / 3 = 12071.83 \text{ lumen}$$

$$12071.83 \times 2 = 24143.66 \text{ lumen}$$

$$72431 \times .3 = 21729.3 \text{ lumen}$$

$$21729.3 / 2 = 10864.65 \text{ lumen}$$

$$72431 \times 0.1 = 7243.1 \text{ lumen}$$

$$7243.1 / 3 = 2414.36 \text{ lumen}$$

$$\text{TOTAL} = 37422.67 \text{ lumen}$$

Calculo del coeficiente de utilización:

$$C.U = (\text{lumen en el área} / \text{lumen del haz}) = 37422.67 / 72431.7 = .51$$

Se calcula el factor de mantenimiento (datos de las hojas de especificaciones)

$$F.M = LDD \times LLD \times \text{FACTOR DE REFLECTOR}$$

$$F.M = 0.88 \times 0.88 \times 0.97 = 0.75$$

Finalmente se calcula el número de reflectores:

$$\# \text{REFLECTORES} = ((\text{LUXES}) (\text{AREA})) / ((\text{LUMEN DEL HAZ}) (C.U) (F.M)) =$$

$$\# \text{REFLECTORES} = ((200) (1500)) / ((72431.7) (.51) (0.75)) =$$

$$= 10.82 = 11 \text{ REFLECTORES.}$$

LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION.

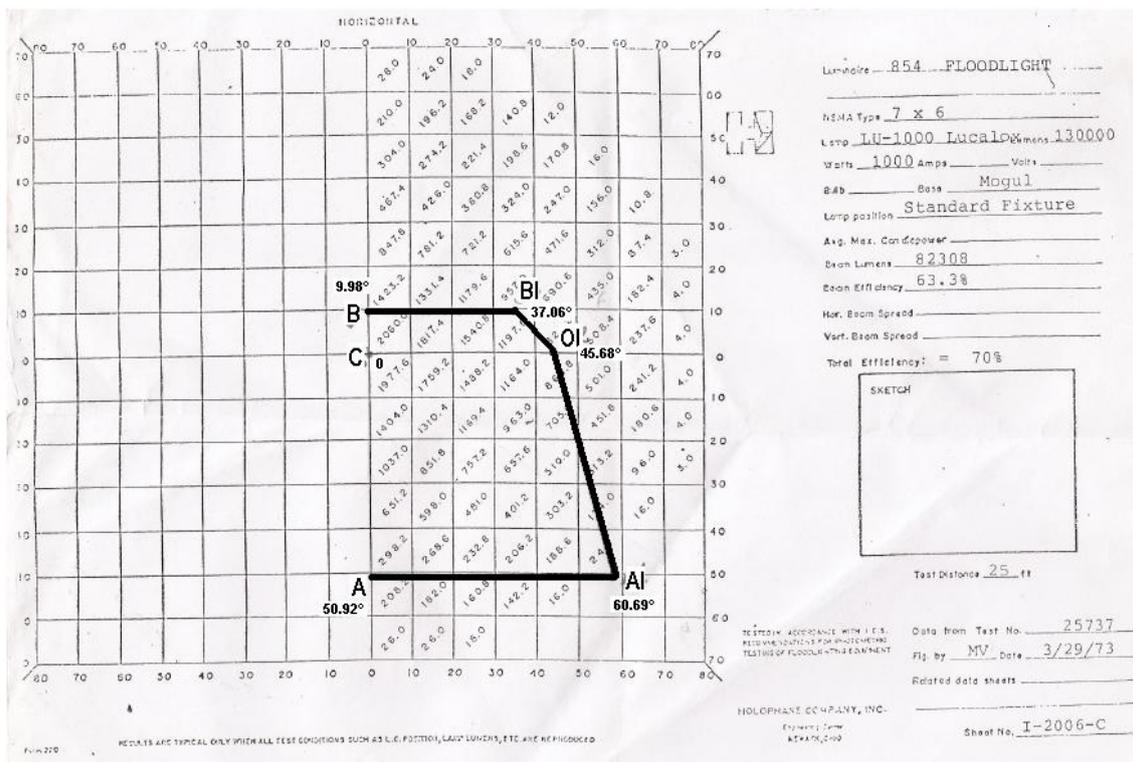


Figura 21. Curva de especificaciones del fabricante. Reflector para lámpara de vapor de sodio.

Ahora se calculan los lúmenes promedio que entrega el reflector Floodlight con la lámpara de vapor de sodio 1000w. Sabiendo que esta lámpara entrega un haz luminoso del reflector 82308 lúmenes.

De la curva de distribución luminosa se obtienen los lúmenes promedio del haz de luz que emite el reflector, se suman los valores que quedan dentro de la figura trazada y se obtienen los lumen en el área.

- 2000+1780+1450+130 = 5360 lumen
- 1977.6+1759.2+1488.2+1164+500 = 6889 lumen
- 1404+1310.4+1169.4+963+600 = 5446.8 lumen
- 1037+851.8+752.2+657.6+510+80 = 3888.6 lumen
- 651.2+598+481+401+303.2+80 = 2514.4 lumen
- 298.2+268.6+232.8+206.2+188.6+16= 1210.4 lumen
- 20+18+14+12= 64 lumen
- TOTAL= 25373.2 lumen

Ahora el total de lumen se multiplica por 2 para tener los lúmenes totales ya que en la grafica solo se tomaron en cuenta los del lado izquierdo pero como la figura es simétrica se toma el mismo valor de lado derecho.

$$Z = 25373.2 \times 2 = 50746.4 \text{ LUMEN TOTALES}$$

Calculo del coeficiente de utilización:

$$C.U = (\text{lumen en el área} / \text{lumen del haz}) = 50746.4 / 82308 = 0.61$$

Se calcula el factor de mantenimiento (datos de las hojas de especificaciones)

$$F.M = LDD \times LLD \times \text{FACTOR DE REFLECTOR}$$

$$F.M = 0.90 \times 0.80 \times 0.97 = 0.69$$

Finalmente se calcula el número de reflectores:

$$\# \text{REFLECTORES} = ((\text{LUXES}) (\text{ÁREA})) / ((\text{LUMEN DEL HAZ}) (C.U) (F.M)) =$$

$$\# \text{REFLECTORES} = ((200) (1500)) / ((82308) (0.61) (0.69)) =$$

$$8.65 = 9 \text{ REFLECTORES.}$$

ILUMINACION DE GRADAS, VESTIDORES Y BAÑOS.

CALCULOS:

WATTS	TIPO	TEMP. DE COLOR	ACABADO	I.R.C.	LÚMENES INICIALES	VIDA EN HORAS	EFICACIA LÚMENES /WATT	FACTOR DE DEPRECIACIÓN (L.L.D.)	BASE	BULBO	LONGITUD (cm)	ENCENDIDO	BALASTRO
24	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
24	Lineal/HO	4000	B. frío	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
24	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	2000	16000	83	0.93	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	4000	B. frío	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
39	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	3500	16000	90	0.93	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	4000	B. frío	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
54	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	5000	16000	93	0.94	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	3000	B. cálido	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	4000	B. frío	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
80	Lineal/HO	6000	Luz de día	85	7000	16000	88	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	3000	B. cálido	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	4000	B. frío	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
14	Lineal	6000	Luz de día	82	1350	20000	96	0.90	G-5	T-5	54.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	3000	B. cálido	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	4000	B. frío	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
21	Lineal	6000	Luz de día	82	2100	20000	100	0.90	G-5	T-5	84.9	Rápido	Electrónico
25	Lineal	3000	B. cálido	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
28	Lineal	4000	B. frío	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
28	Lineal	6000	Luz de día	82	2900	20000	104	0.93	G-5	T-5	114.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	3000	B. cálido	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	4000	B. frío	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico
35	Lineal	6000	Luz de día	82	3650	20000	104	0.93	G-5	T-5	144.9	Rápido	Electrónico

Tabla 13. Lámparas fluorescentes tipo T-5.

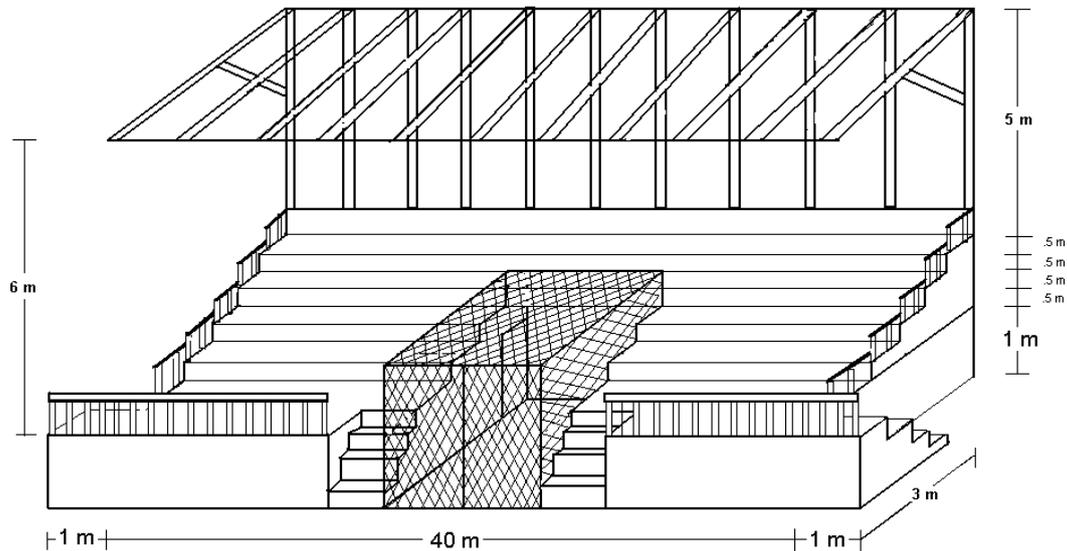


Figura 22. Gradas del estadio a iluminar.

DATOS GENERALES:

DIMENSIONES: LARGO: 40 m ANCHO: 3 m ALTURA: 6 m

ACABADO EN MUROS: CONCRETO PINTADA ACABADO EN TECHO: LAMINA

ACABADO EN PISO: CONCRETO 200 LUXES NIVEL LUMINOSO PROPUESTO:

LUMINARIO PROPUESTO #: 25 CATEGORIA: III TIPO DE LAMPARA: T-5

LUMENS DE LA LAMPARA: 2900 VIDA EN HORAS: 20 000 LUMENS DEL LUMINARIO: 5800

FACTOR DE DEPRECIACION DE LA LAMPARA L.L.D. = .93

Valor tomado de hoja de datos de la lámpara proporcionada por el fabricante (Tabla 13).

FACTOR DE DEPRECIACION DEL LUMINARIO L.D.D. =

Para obtener este valor se debe dividir la vida en hr de la lámpara entre las hr que estará prendida durante el día:

$$20000 / 4 = 6666.66 \text{ DIAS DE VIDA UTIL TENDRA LA LAMPARA}$$

De lo cual lo más recomendable es realizar una inspección cada 12 meses y basándonos en la siguiente figura obtendremos el valor de L.D.D. (FACTOR DE DEPRECIACION DEL LUMINARIO), se debe saber si el lugar donde estará colocado el luminario será MUY LIMPIO, LIMPIO, MEDIO, SUCIO O MUY SUCIO y a partir de ahí y el tiempo que se especificó para su revisión se obtendrá el valor interpretando la gráfica sabiendo que nuestro luminario pertenece a una categoría III:

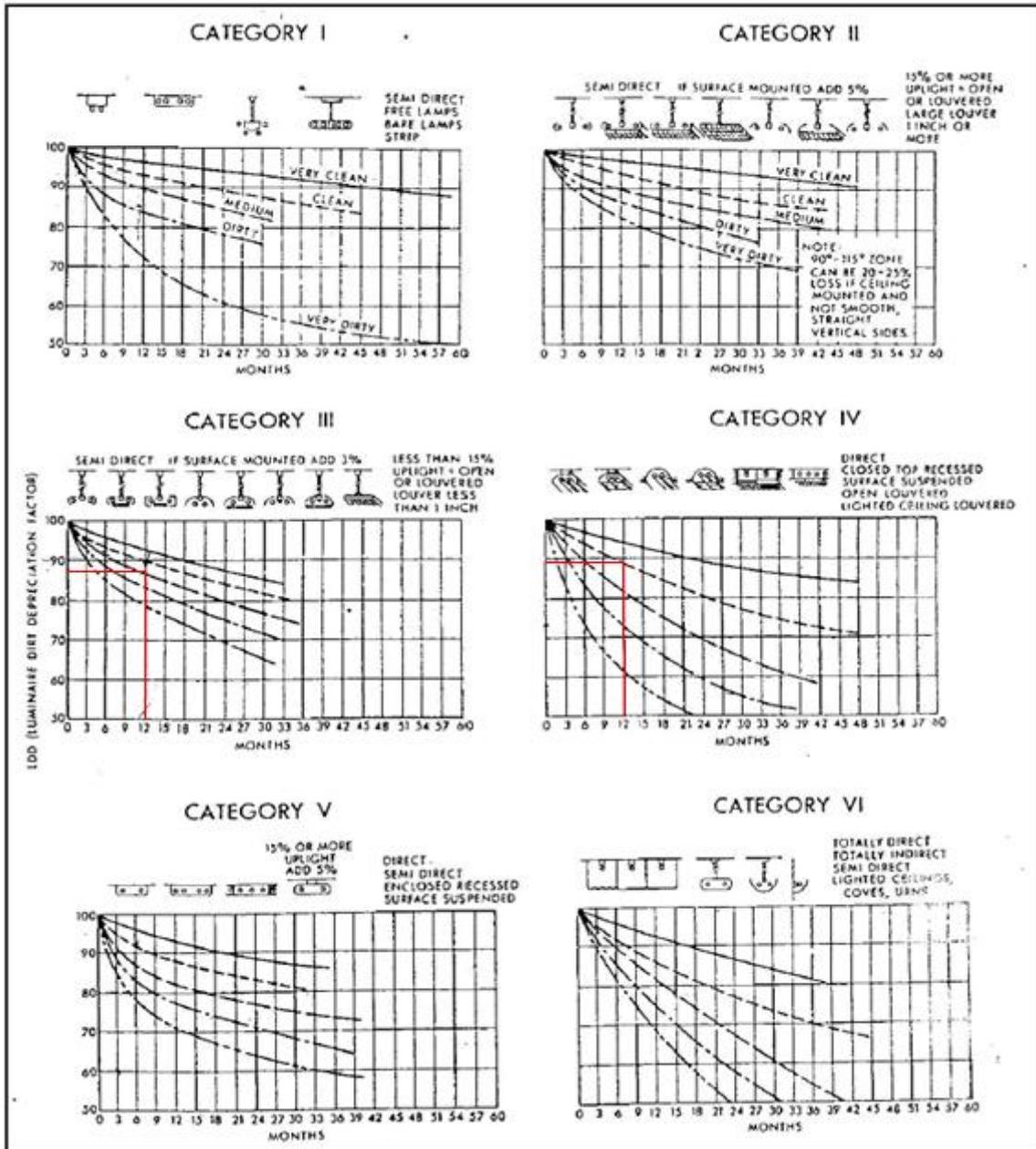


Figura 23. Factor de depreciación del luminario.

Interpretando la gráfica obtenemos que nuestro L.D.D. tiene un valor de:

FACTOR DE DEPRECIACION DEL LUMINARIO L.D.D. = .87

Posteriormente obtenemos el Factor de Mantenimiento:

$$F.M. = L.L.D. * L.D.D. = .93 * .87 = .80$$

TABLA DE REFLEXIONES APROXIMADAS		
1.- SUPERFICIES DE PINTURA		
TONO	COLOR	REFLEXION EN %
Muy claro	Blanco nuevo	88
	Blanco viejo	76
	Azul verde	76
	Crema	81
	Azul	65
	Miel	76
	Gris	83
Claro	Azul verde	72
	Crema	79
	Azul	55
	Miel	70
	Gris	73
Mediano	Azul verde	54
	Amarillo	65
	Miel	63
	Gris	61
Obscuro	Azul	8
	Amarillo	50
	Cafe	10
	Gris	25
	Verde	7
	Negro	3

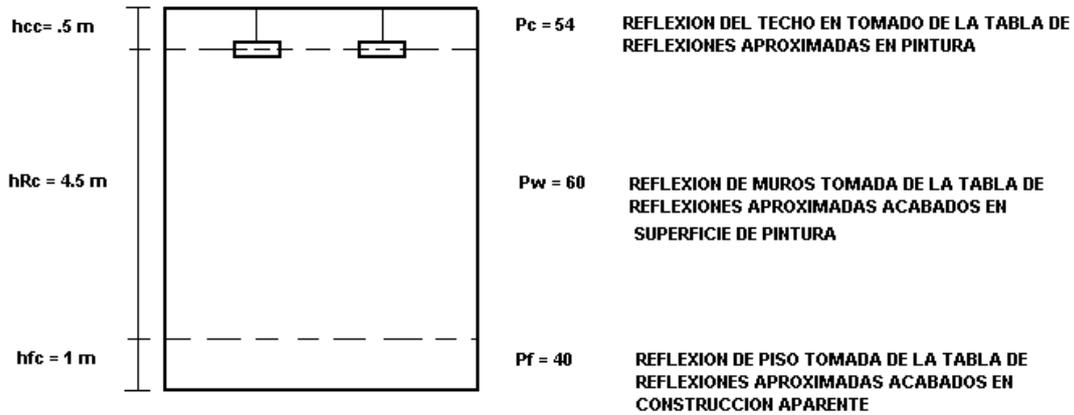
II. SUPERFICIES DE MADERA		III. ACABADOS METALICOS	
COLOR	REFLEXION EN %	COLOR	REFLEXION EN %
Maple	43	Blanco polarizado	70-85
Nogal	16	Esmalte horneado	
Caoba	12	Aluminio pulido	75
Pino	48	Aluminio mate	75
		Aluminio claro	79
		Aluminio claro	59

IV ACABADOS DE CONSTRUCCION APARENTES	
TIPO	REFLEXION EN %
Roca basáltica	18
Cantera clara	18
Tabique muy pulido	48
Tabique rojo vidriado	30
Tabique pulido	40
Tabique rojo barnizado	30
Cemento	27
Concreto	40
Mármol blanco	45
Vegetación	25
Asfalto limpio	7
Adoquín de roca ígnea	17
Grava	13
Pasto (verde oscuro)	6
Pizarra	8

Tabla 14. Reflexiones aproximadas

La tabla anterior nos da una referencia de los % de reflexiones que podemos encontrar en diferentes acabados para realizar una iluminación adecuada en el espacio que se requiera.

PASO 1: PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE UTILIZACION:



PASO 2: DETERMINAR LA CAVIDAD DE ZONA.

$$CR = (5 * (ALTURA) * (LARGO + ANCHO)) / (LARGO * ANCHO) =$$

FACTOR DE CAVIDAD DE TECHO

$$CCR = ((5) * (.5) * (3 + 40)) / (120) = .89$$

FACTOR DE CAVIDAD DE CUARTO =

$$RCR = ((5) * (4.5) * (43)) / (120) = 8.06$$

FACTOR DE CAVIDAD DE PISO

$$FCR = ((5) * (1) * (43)) / (120) = 1.79$$

PASO 3: OBTENER LAS REFLECTACIAS EFECTIVAS

Apoyándonos en la siguiente tabla obtendremos la REFLECTANCIA EFECTIVA EN TECHO (**Pcc**) Y REFLECTANCIA EFECTIVA EN PISO (**Pfc**):

Primero se localiza el valor de **Pc** (que es la primera fila) contra **Pw** (que es la segunda fila) y el factor **CCR** (que es la primera columna).

Y ahora se localiza el valor de **Pf** (igual se toma la primera fila) contra **Pw** (que es la segunda fila) y el factor **FCR** (igual se toma la primera columna)

Nota: si no aparecen los valores como tales se toman en cuenta los más aproximados.

Per Cent Effective Ceiling or Floor Cavity Reflectance for Various Reflectance Combinations

Per Cent Ceiling or Floor Reflectance <i>Techo y Piso</i>	90				80				70				50				30				10			
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	70	50	30	65	50	30	10	50	30	10
0	90	90	90	90	80	80	80	80	70	70	70	50	50	50	30	30	30	30	30	30	10	10	10	10
0.1	90	89	88	87	79	79	78	78	60	69	68	59	49	48	48	30	30	29	29	29	10	10	10	10
0.2	89	88	86	85	79	78	77	76	68	67	66	49	48	47	30	29	29	28	28	28	10	10	9	9
0.3	89	87	85	83	78	77	75	74	68	66	64	49	47	46	30	29	28	27	27	27	10	10	9	9
0.4	88	86	83	81	78	76	74	72	67	65	63	48	46	45	30	29	27	26	26	26	11	10	9	9
0.5	88	85	81	78	77	75	73	70	66	64	61	48	46	44	29	28	27	25	25	25	11	10	9	9
0.6	88	84	80	76	77	75	71	68	65	62	59	47	45	43	29	28	26	25	25	25	11	10	9	9
0.7	88	83	78	74	76	74	70	66	65	61	58	47	44	42	29	28	26	24	24	24	11	10	8	8
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	64	60	56	47	43	41	29	27	25	23	23	23	11	10	8	8
0.9	87	81	76	71	75	72	68	63	63	59	55	43	40	39	27	25	22	21	21	21	11	9	8	8
1.0	86	80	74	69	74	71	66	61	63	58	53	45	42	39	29	27	24	22	22	22	11	9	8	8
1.1	86	79	73	67	74	71	65	60	62	57	52	45	41	38	29	26	24	21	21	21	11	9	8	8
1.2	86	78	72	65	73	70	64	58	61	56	50	45	41	37	29	25	23	20	20	20	12	9	7	7
1.3	85	78	70	64	73	69	63	57	61	55	49	43	40	35	29	25	23	20	20	20	12	9	7	7
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	60	54	48	45	40	35	28	25	22	19	19	19	12	9	7	7
1.5	85	76	68	61	72	68	61	54	59	53	47	44	39	34	28	25	22	18	18	18	12	9	7	7
1.6	85	75	66	59	71	67	60	53	59	52	45	44	39	33	28	25	21	18	18	18	12	9	7	7
1.7	84	74	65	58	71	66	59	52	58	51	44	44	38	32	28	25	21	17	17	17	12	9	7	7
1.8	84	73	64	56	70	65	58	50	57	50	43	43	37	32	28	25	21	17	17	17	12	9	6	6
1.9	84	73	63	55	70	65	57	49	57	49	42	43	37	31	28	25	20	16	16	16	12	9	6	6
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	56	48	41	43	37	30	28	24	20	16	16	16	12	9	6	6
2.1	83	71	61	52	69	63	55	47	56	47	40	43	36	29	28	24	20	16	16	16	13	9	6	6
2.2	83	70	60	51	68	63	54	45	55	46	39	42	36	29	28	24	19	15	15	13	9	6	6	6
2.3	83	69	59	50	68	62	53	44	54	46	38	42	35	28	28	24	19	15	15	13	9	6	6	6
2.4	82	68	58	48	67	61	52	43	54	45	37	42	35	27	28	24	19	14	14	13	9	6	6	6
2.5	82	68	57	47	67	61	51	42	53	44	36	41	34	27	27	23	18	14	14	13	9	6	6	6
2.6	82	67	56	46	66	60	50	41	53	43	35	41	34	26	27	23	18	13	13	13	9	5	5	5
2.7	82	66	55	45	66	60	49	40	52	43	34	41	33	26	27	23	18	13	13	13	9	5	5	5
2.8	81	66	54	44	66	59	48	39	52	42	33	41	33	25	27	23	18	13	13	13	9	5	5	5
2.9	81	65	53	43	65	58	48	38	51	41	33	40	33	25	27	23	17	12	13	13	9	5	5	5
3.0	81	64	52	42	65	58	47	38	51	40	32	40	32	24	27	22	17	12	13	13	8	5	5	5
3.1	80	64	51	41	64	57	46	37	50	40	31	40	32	24	27	22	17	12	13	13	8	5	5	5
3.2	80	63	50	40	64	57	45	36	50	39	30	40	31	23	27	22	16	11	13	13	8	5	5	5
3.3	80	62	49	39	64	56	44	35	49	39	30	39	31	23	27	22	16	11	13	13	8	5	5	5
3.4	80	62	48	38	63	56	44	34	49	38	29	39	31	22	27	22	16	11	13	13	8	5	5	5
3.5	79	61	48	37	63	55	43	33	48	38	29	39	30	22	26	22	16	11	13	13	8	5	5	5

TABLA 15. Corrección del valor de las reflectancias en techo y piso.

De la correcta lectura de la tabla anterior obtenemos que los valores de la reflectancia efectiva en techo y la reflectancia efectiva en piso son:

Pcc = 46 Pfc = 43

Con las reflectancias efectivas obtendremos el COEFICIENTE DE UTILIZACION (C.U).

Utilizaremos la tabla donde está ubicado nuestro luminario y ubicamos los valores de **Pcc**, **Pfc** Y el **RCR**:

Se ubican los valores de **Pcc** (que es la primera fila) y el valor de **Pfc** (que es la segunda fila) y el valor de **RCR** (que es la primera columna) y se localiza el valor de nuestro coeficiente de utilización.

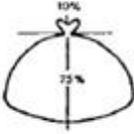
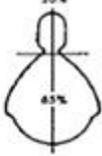
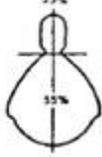
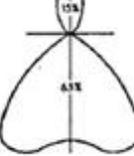
Typical Distribution and Maximum Spacing*	ρ _{cc} ^a →		80			70			50			30			10			0			Typical Luminaires and Luminaire Maintenance Category*
	ρ _{ns} ^d →		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	
	RCR ^b ↓																				
Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance, ρ _{cc}																					
 Max. S/MH _{LD} = 1.3	1	.87	.84	.81	.84	.81	.78	.70	.76	.74	.74	.72	.70	.69	.68	.66	.64	 2-lamp porcelain-enameled industrial with 13° crosswise shielding LDD Maint. Category III			
	2	.76	.71	.66	.74	.69	.65	.69	.65	.62	.65	.62	.59	.61	.58	.56	.54				
	3	.67	.61	.56	.65	.59	.55	.61	.56	.52	.58	.54	.50	.54	.51	.48	.46				
	4	.60	.52	.47	.58	.51	.46	.55	.49	.41	.51	.47	.43	.48	.45	.41	.39				
	5	.52	.45	.39	.51	.44	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.43	.38	.35	.33				
	6	.47	.39	.34	.45	.38	.33	.43	.37	.32	.40	.35	.31	.38	.34	.30	.28				
	7	.42	.34	.29	.40	.33	.29	.38	.32	.28	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.24				
	8	.37	.30	.25	.36	.29	.25	.34	.28	.24	.32	.27	.23	.31	.26	.22	.21				
	9	.33	.26	.21	.32	.26	.21	.31	.25	.20	.29	.24	.20	.28	.23	.19	.18				
	10	.30	.23	.19	.29	.23	.18	.28	.22	.18	.26	.21	.17	.25	.20	.17	.15				
	 Max. S/MH _{LD} = 1.3	1	.86	.83	.80	.82	.79	.77	.75	.72	.70	.68	.66	.65	.62	.61	.60		.57	 2-lamp porcelain-enameled industrial with 35° crosswise shielding LDD Maint. Category II	
2		.76	.71	.67	.73	.68	.65	.67	.63	.60	.61	.58	.56	.56	.54	.52	.49				
3		.68	.62	.57	.65	.60	.56	.60	.56	.52	.55	.52	.49	.50	.48	.46	.43				
4		.61	.54	.49	.58	.52	.48	.54	.49	.45	.49	.46	.42	.46	.42	.40	.38				
5		.54	.47	.42	.52	.46	.41	.48	.43	.39	.44	.40	.37	.41	.37	.35	.33				
6		.49	.42	.37	.47	.40	.36	.43	.38	.34	.40	.36	.32	.37	.33	.30	.29				
7		.44	.37	.32	.42	.36	.31	.39	.34	.30	.36	.32	.28	.34	.30	.27	.25				
8		.39	.32	.28	.38	.31	.27	.35	.30	.26	.32	.28	.25	.30	.26	.23	.22				
9		.35	.29	.24	.34	.28	.23	.31	.26	.22	.29	.25	.21	.27	.23	.20	.18				
10		.32	.26	.21	.31	.25	.21	.29	.23	.20	.27	.22	.19	.25	.21	.18	.16				
 Max. S/MH _{LD} = 1.3		1	.75	.72	.71	.71	.69	.68	.65	.64	.62	.59	.58	.57	.54	.53	.52	.50	 2-lamp porcelain-enameled industrial with 35° crosswise and lengthwise shielding LDD Maint. Category II		
	2	.67	.64	.61	.64	.61	.59	.59	.56	.54	.54	.52	.50	.49	.47	.46	.44				
	3	.61	.56	.53	.58	.54	.51	.53	.50	.48	.49	.46	.44	.44	.42	.41	.39				
	4	.55	.50	.46	.53	.48	.45	.48	.45	.42	.44	.41	.39	.40	.38	.36	.34				
	5	.50	.44	.40	.48	.43	.39	.44	.40	.37	.40	.37	.34	.37	.34	.32	.30				
	6	.45	.39	.36	.43	.38	.35	.40	.36	.32	.36	.33	.30	.33	.30	.28	.27				
	7	.41	.35	.31	.39	.34	.30	.36	.32	.29	.33	.29	.27	.30	.27	.25	.24				
	8	.37	.31	.27	.36	.30	.27	.33	.28	.25	.30	.26	.24	.27	.24	.22	.21				
	9	.33	.28	.24	.32	.27	.23	.30	.25	.22	.27	.23	.21	.25	.22	.19	.18				
	10	.30	.25	.21	.29	.24	.21	.27	.23	.20	.25	.21	.18	.23	.20	.17	.16				
	 Max. S/MH _{LD} = 1.5	1	.84	.83	.79	.80	.78	.76	.74	.73	.71	.69	.68	.66	.64	.63	.62	.60		 2-lamp aluminum industrial with 35° crosswise shielding LDD Maint. Category II	
2		.75	.71	.68	.72	.69	.66	.67	.65	.62	.63	.60	.59	.58	.57	.55	.53				
3		.68	.62	.58	.65	.61	.57	.61	.57	.54	.57	.54	.51	.53	.51	.49	.47				
4		.61	.55	.51	.59	.54	.50	.55	.51	.47	.51	.48	.45	.48	.45	.43	.41				
5		.55	.48	.44	.53	.47	.43	.50	.45	.41	.46	.43	.40	.44	.40	.38	.36				
6		.49	.43	.38	.47	.42	.38	.45	.40	.36	.42	.38	.35	.39	.36	.33	.32				
7		.44	.38	.34	.43	.37	.33	.40	.35	.32	.38	.34	.30	.36	.32	.29	.28				
8		.39	.33	.29	.38	.32	.28	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.32	.28	.25	.24				
9		.35	.30	.25	.34	.29	.25	.32	.27	.24	.30	.26	.23	.29	.25	.22	.21				
10		.32	.26	.22	.31	.25	.22	.29	.24	.21	.28	.23	.20	.26	.22	.19	.18				

Tabla 16. Coeficientes de utilización (método de cavidad zonal)

De la tabla anterior obtenemos que el C.U es de .34

Y finalmente calculamos el número de luminarios que necesitamos para iluminar nuestro espacio:

$$\# \text{ DE LUMINARIOS} = \frac{((\text{LUXES}) * (\text{AREA EN METROS CUADRADOS}))}{((\text{LUMENS POR LUMINARIO}) * (\text{C.U}) * (\text{F.M}))} =$$

$$((200) * (120)) / ((5800) * (.34) * (.80)) = 15.2129 \therefore = 15$$

LUMINARIOS

LOS CUALES SE DISTRUBUIRAN DE LA SIGUEINTE MANERA:

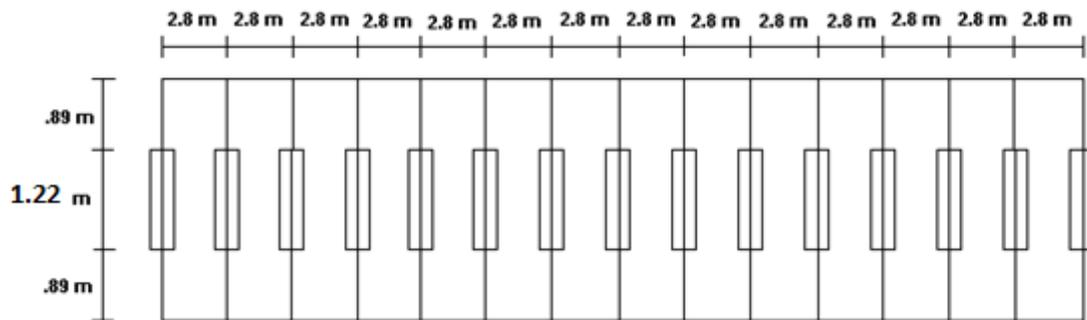


Figura 24. Distribución de los luminarios en las gradas.

ILUMINACION DE LOS BAÑOS Y VESTIDORES.

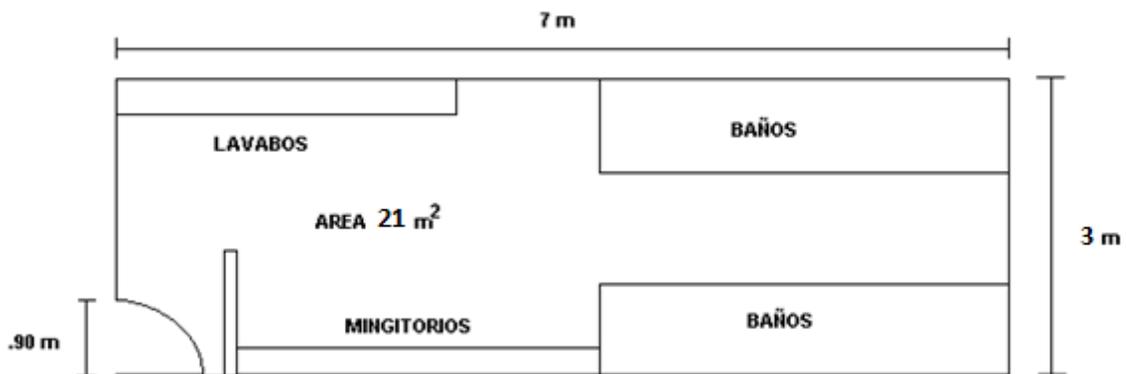


Figura 25. Baños a iluminar.

DIMENSIONES: LARGO: 7 m ANCHO: 3 m ALTURA: 2.5 m

ACABADO EN MUROS: BLANCO ACABADO EN TECHO: BLANCO

ACABADO EN PISO: GRIS NIVEL LUMINOSO PROPUESTO: 150 LUXES

LUMINARIO PROPUESTO #: 6 CATEGORIA: IV TIPO DE LAMPARA: T-5

LUMENS DA LA LAMPARA: 2900 LUMENS DEL LUMINARIO: 5800
VIDA EN HORAS: 20 000

FACTOR DE DEPRECIACION DE LA LAMPARA L.L.D. = .93

Valor tomado de la hoja de datos de la lámpara proporcionada por el fabricante (Tabla 13)

FACTOR DE DEPRECIACION DEL LUMINARIO L.D.D. =

Para obtener este valor se debe dividir la vida en hr de la lámpara entre las hr que estará prendida durante el día:

$$20000 / 4 = 6666.66 \text{ DIAS DE VIDA UTIL TENDRA LA LAMPARA}$$

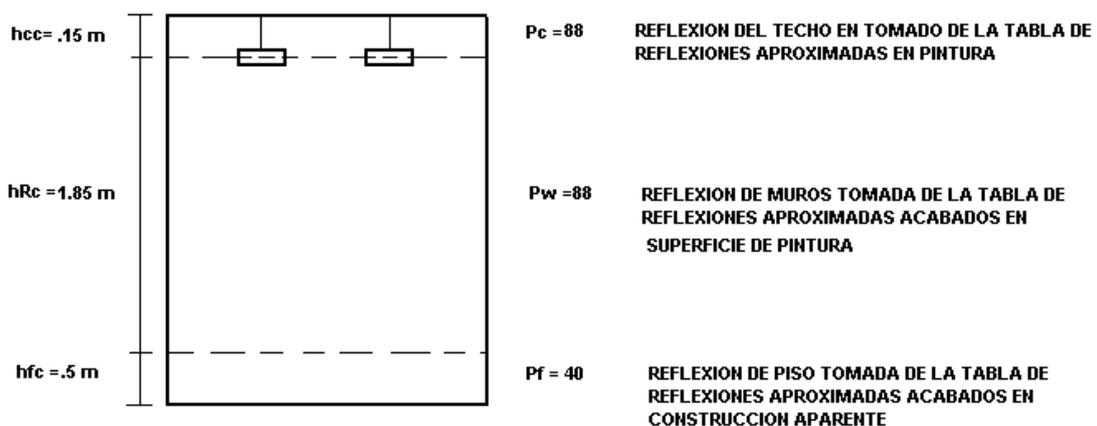
De lo cual se recomienda realizar una inspección a los 12 meses y basándonos en la figura 22 obtendremos el valor de L.D.D., se debe saber si el lugar donde estará colocado el luminario será MUY LIMPIO, LIMPIO, MEDIO, SUCIO O MUY SUCIO y a partir de ahí y el tiempo que se especificó para su revisión se obtendrá el valor interpretando la gráfica sabiendo que nuestro luminario pertenece a una categoría IV:

Interpretando la gráfica obtenemos que nuestro L.D.D. tiene un valor de:

FACTOR DE DEPRECIACION DEL LUMINARIO L.D.D. = .88

Posteriormente obtenemos el Factor de Mantenimiento:

$$F.M. = L.L.D. * L.D.D. = .93 * .88 = .80$$



PASO 2: DETERMINAR LA CAVIDAD DE ZONA.

$$CR = (5 * (ALTURA) * (LARGO + ANCHO)) / (LARGO * ANCHO) =$$

FACTOR DE CAVIDAD DE TECHO

$$\mathbf{CCR} = ((5) * (.15) * (7 + 3)) / (21) = .35$$

FACTOR DE CAVIDAD DE CUARTO

$$\mathbf{RCR} = ((5) * (1.85) * (10)) / (21) = 4.40$$

FACTOR DE CAVIDAD DE PISO

$$\mathbf{FCR} = ((5) * (.5) * (10)) / (21) = 1.19$$

PASO 3: OBTENER LAS REFLECTACIAS EFECTIVAS

Apoyándonos en la tabla 14 obtendremos la REFLECTANCIA EFECTIVA EN TECHO (**Pcc**) Y REFLECTANCIA EFECTIVA EN PISO (**Pfc**):

$$\mathbf{Pcc} = 88 \quad \mathbf{Pfc} = 45$$

Con las reflectancias efectivas obtendremos el COEFICIENTE DE UTILIZACION (**C.U**).

Utilizaremos la tabla donde está ubicado nuestro luminario y ubicamos los valores de **Pcc**, **Pfc** Y el **RCR**:

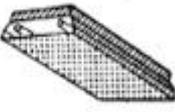
Typical Distribution and Maximum Spacing ^a	pcc ^b →		80			70			50			30			10			0			Typical luminaires and luminaire Maintenance Category ^a	
	pww ^d →		50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10		
	RCR ^b ↓ Coefficients of Utilization for 20 Per Cent Effective Floor Cavity Reflectance, pcc																					
5  Max. S/MH ₅₀ = 1.1	1	.48	.47	.46	.47	.46	.45	.46	.44	.43	.44	.43	.42	.42	.41	.41	.40				 2-lamp, 1'-wide white troffer with 45° plastic louver LDD Maint. Category IV	
	2	.43	.41	.39	.42	.40	.38	.41	.39	.37	.40	.38	.37	.35	.37	.36	.35	.36	.35	.34		.35
	3	.30	.36	.34	.39	.36	.34	.37	.35	.33	.36	.34	.33	.35	.33	.32	.31					
	4	.36	.32	.30	.35	.32	.30	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.32	.30	.28	.27					
	5	.32	.28	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.25	.30	.27	.25	.29	.27	.25	.24					
	6	.29	.26	.23	.29	.25	.23	.28	.25	.23	.27	.25	.23	.27	.24	.22	.22					
	7	.27	.23	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.25	.22	.20	.25	.22	.20	.20					
	8	.24	.21	.18	.24	.21	.18	.23	.20	.18	.23	.20	.18	.22	.20	.18	.17					
	9	.22	.19	.16	.22	.18	.16	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.20	.18	.16	.15					
	10	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.20	.17	.15	.19	.16	.15	.19	.16	.14	.14					
6  Max. S/MH ₅₀ = 0.9	1	.44	.42	.41	.43	.41	.40	.41	.40	.39	.39	.38	.38	.38	.37	.36					 2-lamp, 1'-wide white troffer with 45° white metal louvers LDD Maint. Category IV	
	2	.39	.38	.36	.39	.37	.35	.37	.36	.34	.36	.35	.34	.35	.34	.33	.32					
	3	.36	.33	.31	.35	.33	.31	.34	.32	.31	.33	.32	.30	.32	.31	.30	.29					
	4	.33	.30	.28	.32	.30	.28	.31	.29	.27	.30	.28	.27	.30	.28	.27	.26					
	5	.30	.27	.25	.29	.26	.24	.28	.26	.24	.28	.26	.24	.27	.25	.24	.23					
	6	.27	.24	.22	.27	.24	.22	.26	.24	.22	.26	.23	.22	.25	.23	.22	.21					
	7	.25	.22	.20	.25	.22	.20	.24	.22	.20	.24	.21	.20	.23	.21	.20	.19					
	8	.23	.20	.18	.23	.20	.18	.22	.20	.18	.22	.19	.18	.21	.19	.18	.17					
	9	.21	.18	.16	.21	.18	.16	.20	.18	.16	.20	.17	.16	.19	.17	.16	.15					
	10	.19	.16	.14	.19	.16	.14	.19	.16	.14	.18	.16	.14	.18	.16	.14	.14					
7  Max. S/MH ₅₀ = 1.3	1	.75	.72	.70	.71	.71	.69	.70	.68	.67	.68	.66	.65	.65	.64	.63	.62				 2-lamp, 2'-wide white troffer with prismatic lens. (Multiply 0.9 for 4-lamp) LDD Maint. Category V	
	2	.67	.63	.59	.65	.62	.59	.63	.60	.57	.61	.58	.56	.59	.57	.55	.54					
	3	.60	.55	.51	.59	.54	.51	.57	.53	.50	.55	.52	.49	.53	.50	.48	.47					
	4	.54	.48	.44	.53	.48	.44	.51	.47	.43	.50	.46	.43	.48	.45	.42	.41					
	5	.48	.42	.38	.47	.42	.38	.46	.41	.37	.44	.40	.37	.43	.39	.36	.35					
	6	.43	.37	.33	.42	.37	.33	.41	.36	.33	.40	.36	.32	.39	.35	.32	.31					
	7	.39	.33	.29	.38	.33	.29	.37	.32	.28	.36	.31	.28	.35	.31	.28	.27					
	8	.35	.29	.25	.34	.29	.25	.33	.28	.25	.32	.28	.25	.32	.28	.24	.23					
	9	.31	.25	.21	.31	.25	.21	.30	.24	.21	.29	.24	.21	.28	.24	.21	.20					
	10	.28	.23	.19	.28	.22	.19	.27	.22	.19	.26	.22	.19	.26	.22	.19	.17					

Tabla 17. Coeficientes de utilización (método de cavidad zonal)

De la tabla anterior obtenemos que el C.U es de .33

Corrigiendo el C.U. por la tabla 17 siguiente, FACTOR DE REFLECTANCIAS DE CAVIDAD DE PISO EFICACES DISTINTAS A 20 % ubicando Pcc, Pw y el RCR obtenemos:

Factors for Effective Floor Cavity Reflectances Other Than 20 Per Cent

For 30 per cent effective floor cavity reflectance, multiply by appropriate factor below.
 For 10 per cent effective floor cavity reflectance, divide by appropriate factor below.

Per Cent Effective Ceiling Cavity Reflectance, ρ_{cc}	80			70			50			10		
	50	30	10	50	30	10	50	30	10	50	30	10
Room Cavity Ratio												
1	1.08	1.08	1.07	1.07	1.06	1.06	1.05	1.04	1.04	1.01	1.01	1.01
2	1.07	1.06	1.05	1.06	1.05	1.04	1.04	1.03	1.03	1.01	1.01	1.01
3	1.05	1.04	1.03	1.05	1.04	1.03	1.03	1.03	1.02	1.01	1.01	1.01
4	1.05	1.03	1.02	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.01	1.01	1.00
5	1.04	1.03	1.02	1.03	1.02	1.02	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
6	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	1.01	1.01	1.01	1.00
7	1.03	1.02	1.01	1.03	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
8	1.03	1.02	1.01	1.02	1.02	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
9	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
10	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.02	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00

Tabla 18. Factor de reflectancias de cavidad de piso diferentes a 20 %.

C.U = 1.05 * .33 = .34 un nuevo coeficiente de utilización.

Y finalmente calculamos el número de luminarios que necesitamos para iluminar nuestro espacio:

$$\begin{aligned} \# \text{ DE LUMINARIOS} &= ((\text{LUXES}) * (\text{AREA EN METROS CUADRADOS})) / \\ & ((\text{LUMENS POR LUMINARIO}) * (\text{C.U}) * (\text{F.M})) = \\ & ((150) * (21)) / ((5800) * (.34) * (.80)) = 1.99 \\ &= 2 \text{ LUMINARIOS} \end{aligned}$$

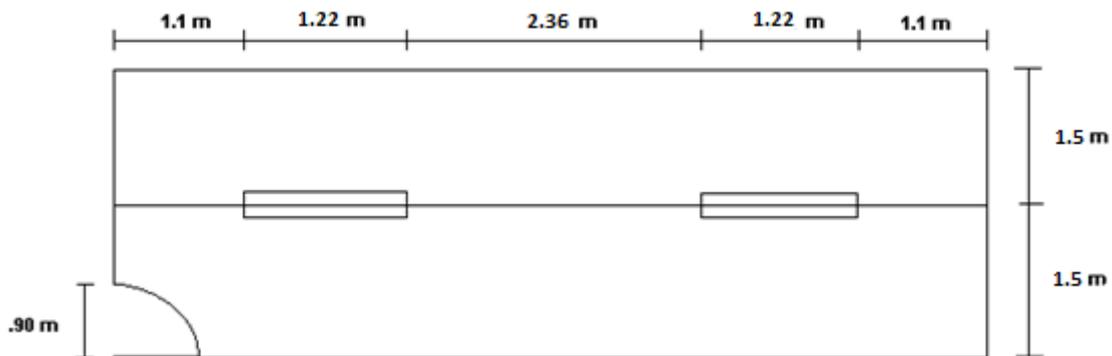


Figura 26. Distribución de luminarios en baños.

ILUMINACION EN VESTIDORES.

Debido a que son las mismas dimensiones y los mismos acabados en los baños que en los vestidores se toma en cuenta el mismo cálculo del cual obtenemos la siguiente distribución de luminarios en los vestidores.

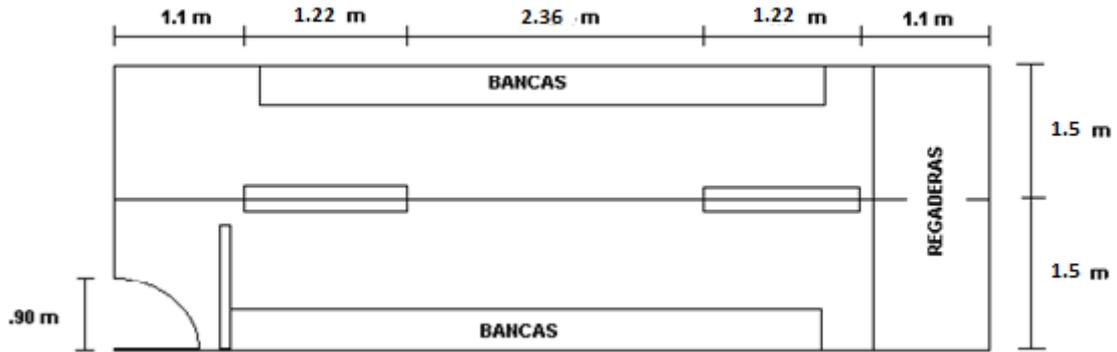


Figura 27. Distribución de luminarios en vestidores

MEMORIA DE CÁLCULO CALIBRE DE CONDUCTORES.

Primeramente se determina la carga total que tendrá nuestra instalación. Esto se obtiene mediante la suma de todas las cargas de lo cual podemos saber que la carga total de nuestro circuito será de **43 920 w = 44 000 w** aproximadamente.

Se multiplica por un factor de demanda de (.8) para obtener la demanda.

$$(44\ 000\ w) \times (0.8) = 35\ 200\ w$$

Esta será nuestra demanda **35.2 kw**

Posteriormente se propone utilizar un transformador tipo pedestal de **45 kvA**, utilizando la siguiente ecuación obtendremos la capacidad en **kw** de nuestro transformador, para saber si será suficiente para soportar la carga instalada:

$$f.p = (kw) / (kvA) \Rightarrow kw = (f.p) \times (kvA) \therefore = 0.9 \times 45 = 40\ 500\ w = 40.5\ Kw$$

de lo anterior podemos observar que la capacidad de nuestro transformador propuesto es suficiente para alimentar la carga que se instalara, ya que nuestra demanda es de:

$$\text{demanda} = 35.2\ Kw$$

y la capacidad del transformador es de **40.5 Kw**

podemos pasar a calcular la corriente (I) que tendrá nuestro conductor o alimentador principal:

$$I = (kw) / ((\sqrt{3}) (220) (0.9)) = 40\ 500 / 342.9 = 118.11\ A$$

Una vez obtenido el valor de nuestra corriente pasamos a seleccionar la protección más adecuada para nuestro sistema, a partir de lo que dice la NOM-001-SEDE, en su capítulo 2 – artículo 240 – PROTECCIÓN CONTRA SOBRE CORRIENTE, artículo 408 – TABLEROS DE DISTRIBUCION Y TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL, apéndice A – DISPOSICIONES GENERALES, apéndice C – TABLEROS DE ALUMBRADO Y CONTROL.

De lo cual se elige un interruptor de 3 polos por 125 A.

Son 3 polos porque son 3 fases, y 125 A debido a que es el valor comercial superior obtenido del catálogo de acuerdo a la corriente que circulara por él.

Así como el calibre del conductor que soportara la corriente eléctrica, de acuerdo a la siguiente tabla, que aparece en la NOM-001-SEDE y que de acuerdo a la corriente de 118.11A,

Tamaño o designación		Temperatura nominal del conductor [Véase la tabla 310-104(a)]					
		60 °C	75 °C	90 °C	60 °C	75 °C	90 °C
mm ²	AWG o kcmil	TIPOS TW, UF	TIPOS RHW, THHW, THHW-LS, THW, THW-LS, THWN, XHHW, USE, ZW	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP, FEPB, MI, RHH, RHW-2, THHN, THHW, THHW- LS, THW-2, THWN-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW- 2, ZW-2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, USE	TIPOS SA, SIS, RHH, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2
		COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE		
0.824	18 ^{**}	—	—	14	—	—	—
1.31	16 ^{**}	—	—	18	—	—	—
2.08	14 ^{**}	15	20	25	—	—	—
3.31	12 ^{**}	20	25	30	—	—	—
5.26	10 ^{**}	30	35	40	—	—	—
8.37	8	40	50	55	—	—	—
13.3	6	55	65	75	40	50	55
21.2	4	70	85	95	55	65	75
26.7	3	85	100	115	65	75	85
33.6	2	95	115	130	75	90	100
42.4	1	110	130	145	85	100	115
53.49	1/0	125	150	170	100	120	135
67.43	2/0	145	175	195	115	135	150
85.01	3/0	165	200	225	130	155	175
107.2	4/0	195	230	260	150	180	205
127	250	215	255	290	170	205	230
152	300	240	285	320	195	230	260
177	350	260	310	350	210	250	280
203	400	280	335	380	225	270	305
253	500	320	380	430	260	310	350
304	600	350	420	475	285	340	385
355	700	385	460	520	315	375	425
380	750	400	475	535	320	385	435
405	800	410	490	555	330	395	445
456	900	435	520	585	355	425	480
507	1000	455	545	615	375	445	500
633	1250	495	590	665	405	485	545
760	1500	525	625	705	435	520	585
887	1750	545	650	735	455	545	615
1013	2000	555	665	750	470	560	630

* Véase 310-15(b)(2) para los factores de corrección de la ampacidad cuando la temperatura ambiente es diferente a 30 °C.

** Véase 240-4(d) para limitaciones de protección contra sobrecorriente del conductor.

Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16). Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000v y 60° C a 90°C. No más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados a una temperatura ambiente de 30°C.

se selecciona un calibre de No. 2 AWG que tolera una corriente de 130 A a través de el sin sufrir daño alguno en su aislamiento a una temperatura de 90° C.

El conductor de puesta a tierra es seleccionado de la tabla siguiente, la cual aparece en la NOM-001-SEDE Tabla: 250-122 TAMAÑO MINIMO DE CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPO.

Capacidad o ajuste del dispositivo automático de protección contra sobrecorriente en el circuito antes de los equipos, canalizaciones, etc., sin exceder de: (amperes)	Tamaño			
	Cobre		Cable de aluminio o aluminio con cobre	
	mm ²	AWG o kcmil	mm ²	AWG o kcmil
15	2.08	14	—	—
20	3.31	12	—	—
60	5.26	10	—	—
100	8.37	8	—	—
200	13.30	6	21.20	4
300	21.20	4	33.60	2
400	33.60	2	42.40	1
500	33.60	2	53.50	1/0
600	42.40	1	67.40	2/0
800	53.50	1/0	85.00	3/0
1000	67.40	2/0	107	4/0
1200	85.00	3/0	127	250
1600	107	4/0	177	350
2000	127	250	203	400
2500	177	350	304	600
3000	203	400	304	600
4000	253	500	380	750
5000	355	700	608	1200
6000	405	800	608	1200

Para cumplir con lo establecido en 250-4(a)(5) o (b)(4), el conductor de puesta a tierra de equipos podría ser de mayor tamaño que lo especificado en esta Tabla.

*Véase 250-120 para restricciones de instalación.

Tabla 20. Tabla 250-122. – TAMAÑO MINIMO DE CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPO.

De la cual seleccionamos un calibre de conductor del No. 6 de acuerdo a la capacidad de corriente que es de 118.11 A.

Finalmente se realizara el cálculo para la selección del calibre del conductor en función de caída de tensión por longitud. En base a la NOM-063 los fabricantes nos dan una tabla que nos sirve como referencia para obtener el factor de caída de tensión unitaria máxima, en la cual nos basaremos y apoyaremos para realizar el cálculo.

Calibre AWG o MCM	MONOFASICO		BIFASICO		TRIFASICO	
	CONDUIT*		CONDUIT*		CONDUIT*	
	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico	Metálico	No Metálico
14	21.54	21.54	10.77	10.77	18.65	18.65
12	13.56	13.56	6.78	6.78	11.74	11.74
10	8.52	8.52	4.26	4.26	7.38	7.38
8	5.36	5.36	2.68	2.68	4.64	4.64
6	3.37	3.37	1.69	1.69	2.92	2.92
4	2.12	2.12	1.06	1.06	1.84	1.84
2	1.35	1.33	0.68	0.67	1.18	1.16
1/0	0.86	0.84	0.43	0.42	0.74	0.73
2/0	0.68	0.67	0.34	0.34	0.59	0.59
3/0	0.55	0.53	0.28	0.27	0.48	0.47
4/0	0.44	0.42	0.22	0.21	0.38	0.36
250	0.38	0.36	0.19	0.18	0.33	0.31
300	0.32	0.30	0.16	0.15	0.28	0.26
350	0.27	0.26	0.14	0.13	0.24	0.23
400	0.24	0.22	0.12	0.11	0.21	0.19
500	0.20	0.18	0.10	0.09	0.17	0.16
600	0.17	0.15	0.09	0.08	0.16	0.14
750	0.14	0.12	0.07	0.06	0.12	0.10
1000	0.12	0.09	0.06	0.05	0.10	0.09

*Valores válidos para todo tipo de canalización

Tabla 21. Factores de caída de tensión unitaria.

$$\% = (Fc) (L) (I) / (10) (Vn)$$

Dónde:

% = porcentaje de caída de tensión máxima deseada

Fc = factor de caída de tensión unitaria máxima (se obtiene de la Tabla 21.)

L = distancia (m)

I = corriente (A)

10 = valor constante

Vn = tensión (V)

Por lo tanto nuestro alimentador principal de acuerdo a los cálculos antes realizados es de un calibre 2 AWG y el valor de Fc se toma de la Tabla 21 el valor de 1.18 de la columna trifásico y en la de metálico y se realiza el cálculo:

$$\% = (1.18) (12) (118) / (10) (220) = .759 = 1\%$$

Lo cual indica que está dentro del parámetro permisible de acuerdo a la NOM-0001-SEDE que es del 3 % de caída de tensión.

Posteriormente se realiza el cálculo para saber que corriente circulara en los circuitos A-1,3; A-2,4; A-5,7; A-6,8; A-9,11 debido a que son las mismas cargas se considera el mismo valor de corriente en cada uno:

$$I = (7000) / ((2) (220) (.9)) = 17.67 \text{ A}$$

Este valor se multiplica por 1.25 que nos indica la NOM-001-SEDE en el artículo 220 – CALCULO DE LOS CIRCUITOS DERIVADOS ALIMENTADORES Y ACOMETIDAS, apéndice A – GENERALIDADES, fracción 220-3, inciso a) CARGAS CONTINUAS Y NO CONTINUAS, lo cual nos da:

$$(17.67) (1.25) = 22.09 \text{ A}$$

Se colocara una protección, que será un interruptor termomagnético de 2 polos por 30 A. que tolera perfectamente los 22.09 A que circularan por cada circuito, Y además que es valor comercial del interruptor.

Ahora se realizaran cálculos de caída de tensión por cada circuito derivado, para saber si el calibre del conductor que se colocara por cada circuito es al adecuado ya que las distancias hacia las cargas son distintas.

Calculo para el circuito A-1-3 habiendo seleccionado un calibre 14 AWG por su capacidad de conducción de acuerdo a la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16). Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000v y 60° C a 90°C. No más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados a una temperatura ambiente de 30°C.

Para los siguientes casos de la Tabla 21. Se toman los valores de Fc de la columna bifásico y metálico, como se muestra en los siguientes cálculos:

$$\% = (10.77) (22) (22.09) / (10) (220) = 2.37 \% \text{ no sobrepasa el } 3\% \text{ permisible por la NOM}$$

Aun así para comprobar que estemos en lo correcto se realiza con la misma fórmula al despejar el factor de caída de tensión de la siguiente manera:

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (22) (22.09) = 13.58$$

El cual se busca en la Tabla 21 en este caso en la columna bifásico y en metálico se busca el valor inmediato menor a 13.58 el cual en este caso es 10.77 correspondiente a un calibre 14 AWG lo cual comprueba que es el calibre adecuado para alimentar este circuito.

Nota: aunque la experiencia nos dice que lo más conveniente es colocar un 12 AWG y así lo aremos para este circuito colocaremos un conductor calibre 12 AWG.

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo para puesta a tierra, de la Tabla 20. Tabla 250-122. – TAMAÑO MINIMO DE CONDUCTORES PARA PUESTA A TIERRA PARA CANALIZACIONES Y EQUIPO, arriba ilustrada.

Y obtenemos que para nuestro circuito será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción que tolera los 22.09A.

Para el circuito A-2-4 de igual forma se seleccionó un conductor calibre 14 AWG de acuerdo a la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16). Ampacidades permisibles en conductores aislados para tensiones hasta 2000v y 60° C a 90°C. No más de 3 conductores portadores de corriente en una canalización, cable o directamente enterrados, basados a una temperatura ambiente de 30°C.

Se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud.

$\% = (10.77) (55) (22.09) / (10) (220) = 5.94 \%$ el cual sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Por lo cual se debe corregir

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (55) (22.09) = 5.43$$

El cual se busca en la tabla 21 el valor inmediato menor a 5.43 el cual en este caso es 4.26 correspondiente a un calibre 10 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor obtenido tenemos que:

$\% = (4.26) (55) (22.09) / (10) (220) = 2.35 \%$ el cual no sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-5,7 seleccionamos un conductor calibre 14 AWG de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE

Se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud.

$\% = (10.77) (88) (22.09) / (10) (220) = 9.51 \%$ el cual sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Por lo cual se debe corregir

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (88) (22.09) = 3.39$$

El cual se busca en la Tabla 21 el valor inmediato menor a 3.39 el cual en este caso es 2.68 correspondiente a un calibre 8 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor obtenido tenemos que:

$\% = (2.68) (88) (22.09) / (10) (220) = 2.36 \%$ el cual no sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-6,8 seleccionamos un conductor calibre 14 AWG de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE

Se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud.

$\% = (10.77) (84) (22.09) / (10) (220) = 9.08 \%$ el cual sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Por lo cual se debe corregir

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (84) (22.09) = 3.55$$

El cual se busca en la Tabla 21 el valor inmediato menor a 3.55 el cual en este caso es 2.68 correspondiente a un calibre 8 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor obtenido tenemos que:

$\% = (2.68) (84) (22.09) / (10) (220) = 2.26 \%$ el cual no sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-9,11 seleccionamos un conductor calibre 14 AWG de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE

Se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud.

$\% = (10.77) (117) (22.09) / (10) (220) = 12.65 \%$ el cual sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Por lo cual se debe corregir

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (117) (22.09) = 2.55$$

El cual se busca en la Tabla 21 el valor inmediato menor a 2.55 el cual en este caso es 1.69 correspondiente a un calibre 6 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor obtenido tenemos que:

$\% = (1.69) (117) (22.09) / (10) (220) = 1.98 \%$ el cual no sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-10,12 seleccionamos un conductor calibre 14 AWG de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE

Se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud.

$\% = (10.77) (150) (22.09) / (10) (220) = 16.22 \%$ el cual sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Por lo cual se debe corregir

$$F_c = (\%) (10) (V_n) / (L) (I) = (3) (10) (220) / (150) (22.09) = 1.99$$

El cual se busca en la Tabla 21 el valor inmediato menor a 1.99 el cual en este caso es 1.69 correspondiente a un calibre 6 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor tenemos que:

$\% = (1.69) (150) (22.09) / (10) (220) = 2.54 \%$ el cual no sobrepasa el 3% permisible por la NOM

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-13 primeramente debemos obtener la corriente que circulara por este de acuerdo a la formula

$$I = (kw) / ((V_n) (f.p)) = (720) / (127) (1) = 5.66 \text{ A multiplicado por el } 1.25 \text{ que nos indica la NOM}$$

$$(5.66) (1.25) = 7.0866 \text{ A}$$

Se colocara un interruptor de 1x15 A de acuerdo a la capacidad de corriente que tendrá el circuito, y se selecciona un conductor de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE, capas de tolerar esa corriente el cual es del calibre 12 AWG tranquilamente se puede colocar hasta un 14 AWG pero la experiencia nos dice que será mejor un 12 AWG.

Y se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud para comprobar que idealmente estamos seleccionando el calibre correcto.

Para los siguientes casos se toman los valores de Fc de la Tabla 21 de la columna monofásico y metálico como se muestra en los siguientes cálculos:

$$\% = (13.56) (25) (7.08) / (10) (127) = 1.8898 \% \text{ el cual no sobrepasa el } 3\% \text{ permisible por la NOM}$$

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 12 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-14 primeramente debemos obtener la corriente que circulara por este circuito de acuerdo a la formula

$$I = (kw) / ((Vn) (f.p)) = (750) / (127) (.9) = 6.56 \text{ A multiplicado por el } 1.25 \text{ que nos indica la NOM}$$

$$(6.56) (1.25) = 8.2020 \text{ A}$$

Se colocara un interruptor de 1x15 A de acuerdo a la capacidad de corriente que tendrá el circuito, y se selecciona un conductor de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE, capas de tolerar esa corriente el cual es del calibre 12 AWG tranquilamente se puede colocar hasta un 14 AWG pero la experiencia nos dice que será mejor un 12 AWG

Y se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud para comprobar que idealmente estamos seleccionando el calibre correcto.

$$\% = (13.56) (40) (8.20) / (10) (127) = 3.5021 \% \text{ el cual sobrepasa el } 3\% \text{ permisible por la NOM}$$

Por lo cual se debe corregir

$$Fc = (\%) (10) (Vn) / (L) (I) = (3) (10) (127) / (40) (8.20) = 11.61$$

El cual se busca en la Tabla 21 el valor inmediato menor a 11.61 el cual en este caso es 8.52 correspondiente a un calibre 10 AWG que es el calibre ideal para alimentar este circuito bifásico.

Realizando de nuevo el cálculo con el nuevo valor obtenido tenemos que:

$$\% = (8.52) (40) (8.20) / (10) (127) = 2.2004 \% \text{ el cual no sobrepasa el } 3\% \text{ permisible por la NOM}$$

Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 10 AWG por su capacidad de conducción en A.

Para nuestro circuito A-14 primeramente debemos obtener la corriente que circulara por este circuito de acuerdo a la formula

$I = (kw) / ((Vn)(f.p)) = (450) / (127)(.9) = 3.93$ A multiplicado por el 1.25 que nos indica la NOM

$$(3.49)(1.25) = 4.9212 \text{ A}$$

Se colocara un interruptor de 1x15 A de acuerdo a la capacidad de corriente que tendrá el circuito, y se selecciona un conductor de la Tabla 19. Tabla 310-15 (b) (16) de la NOM-001-SEDE, capaz de tolerar esa corriente el cual es del calibre 12 AWG tranquilamente se puede colocar hasta un 14 AWG pero la experiencia nos dice que será mejor un 12 AWG

Y se realiza el cálculo de caída de tensión por longitud para comprobar que idealmente estamos seleccionando el calibre correcto.

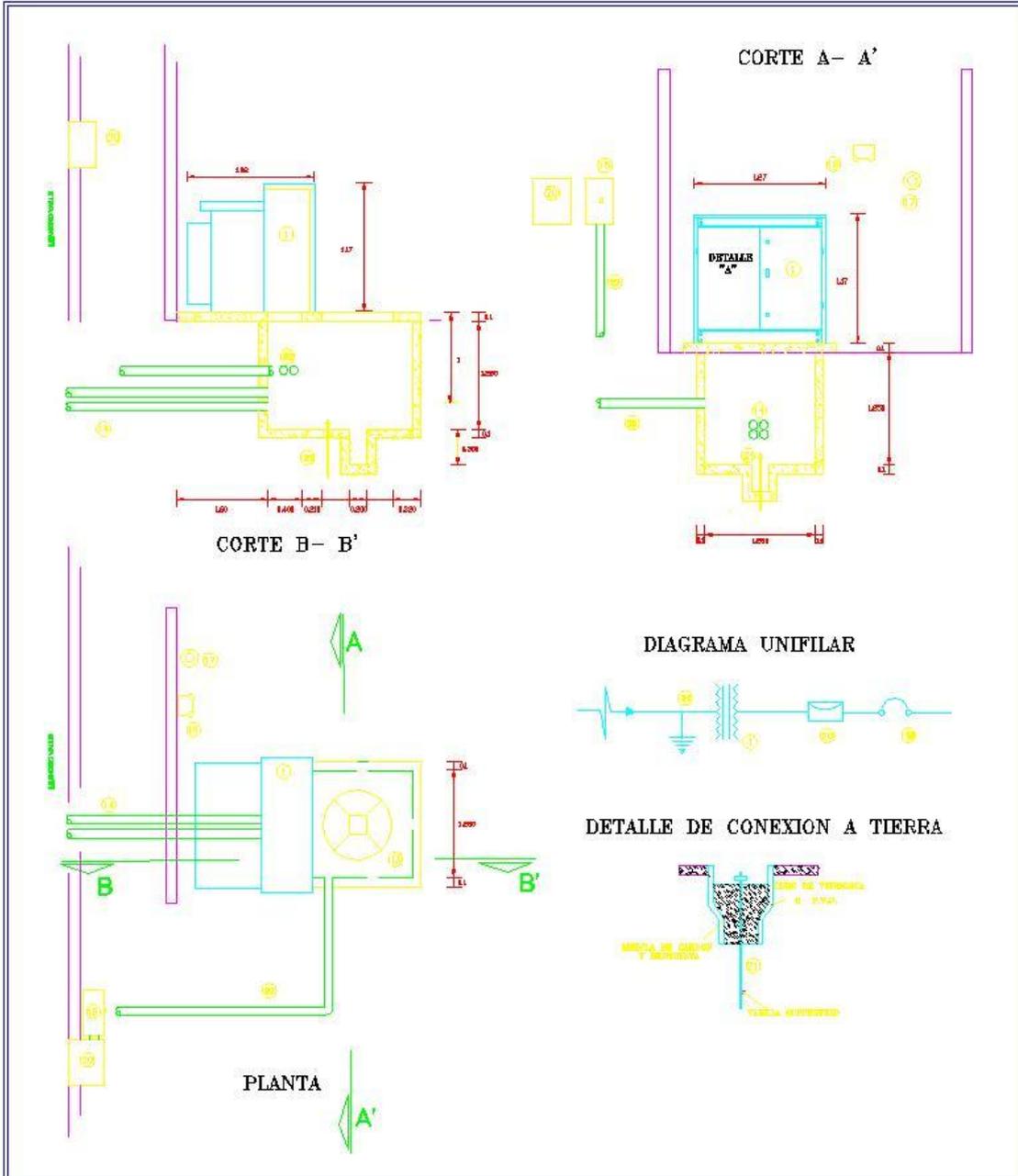
$$\% = (13.56)(40)(4.92) / (10)(127) = 2.1012 \% \text{ el cual no sobrepasa el } 3\% \text{ permisible por la NOM}$$

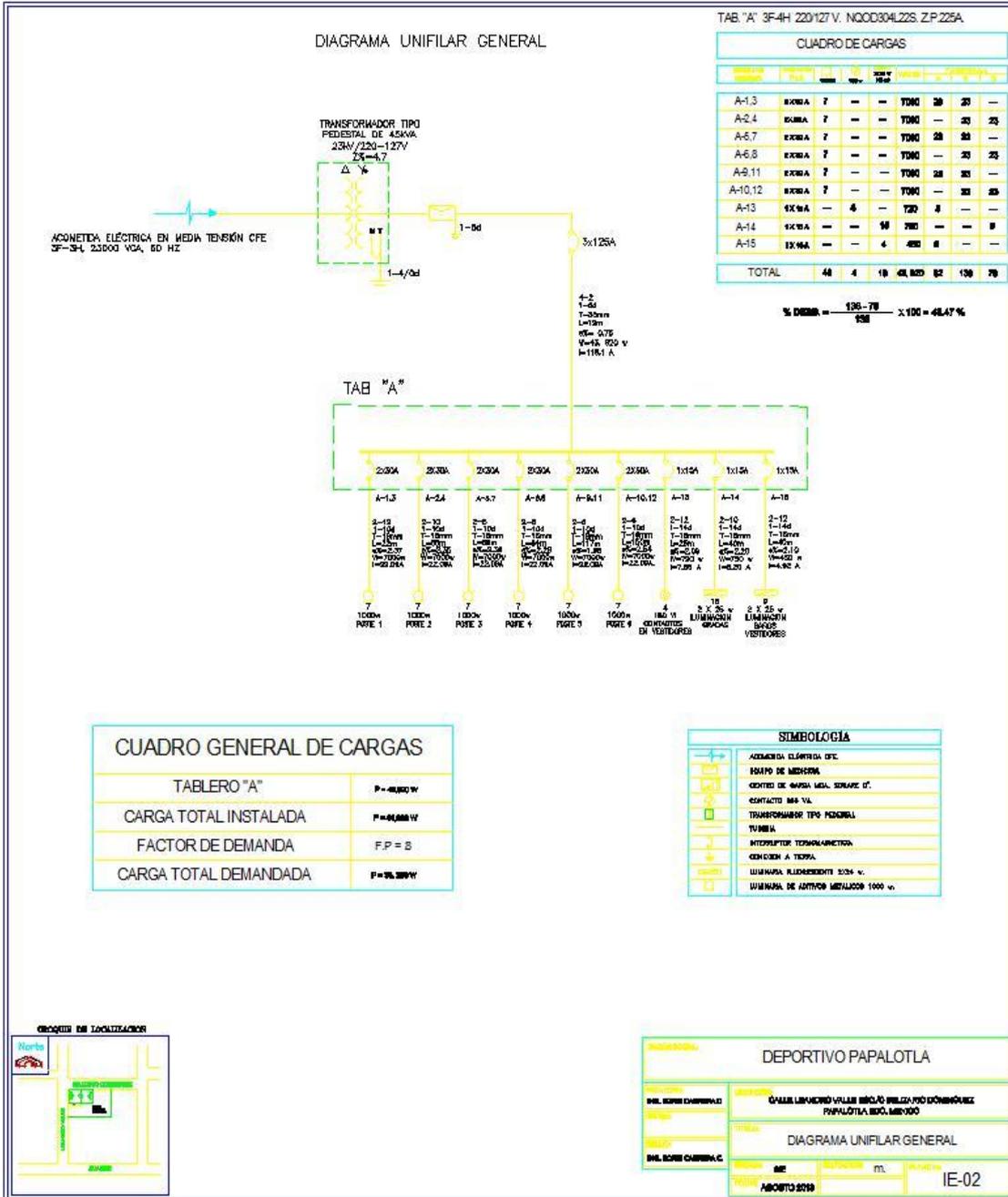
Y seleccionamos nuestro conductor desnudo de la Tabla 20. Arriba ilustrada para nuestro circuito que será de un calibre 12 AWG por su capacidad de conducción en A.

4.3 DIAGRAMAS Y PLANOS

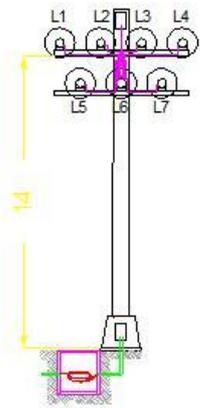
Después de haber realizado los cálculos para saber el número de reflectores que utilizaríamos con cada diferente tipo de lámpara y de acuerdo a lo demostrado en la tabla comparativa 3.4 TABLA COMPARATIVA DE LOS VALORES DE LAS TRES LAMPARAS, y aunque como ya vimos que la lámpara de vapor de mercurio es con la que más lámparas necesitaríamos con un total de 26, lo cual es demasiado consumo y es una cantidad importante de lámparas, por otro lado está la de vapor de sodio de alta presión con la cual utilizaríamos la menor cantidad de lámparas con solo 9, pero aquí lo que nos afecta es la mono cromaticidad de esta, lo cual no nos beneficia para nuestro sistema de iluminación, finalmente tenemos la lámpara de aditivos metálicos con un numero de 11 lámparas lo cual es algo razonable y si tomamos en cuenta, de acuerdo a las especificaciones de cada luminaria es la que nos conviene más para nuestro proyecto.

Por tal motivo a partir de estos resultados utilizando las lámparas de aditivos metálicos, los luminarios fluorescentes, y los cálculos realizados para el diseño y colación de luminarias de nuestro proyecto para plasmarlo en los siguientes planos.

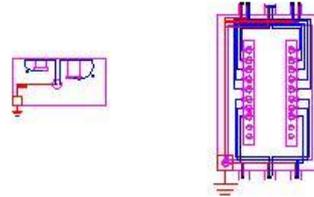




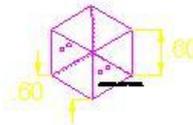
DETALLE CONSTRUCTIVO DE LOS POSTES



DETALLE DE CONEXIONES EN GABINETE



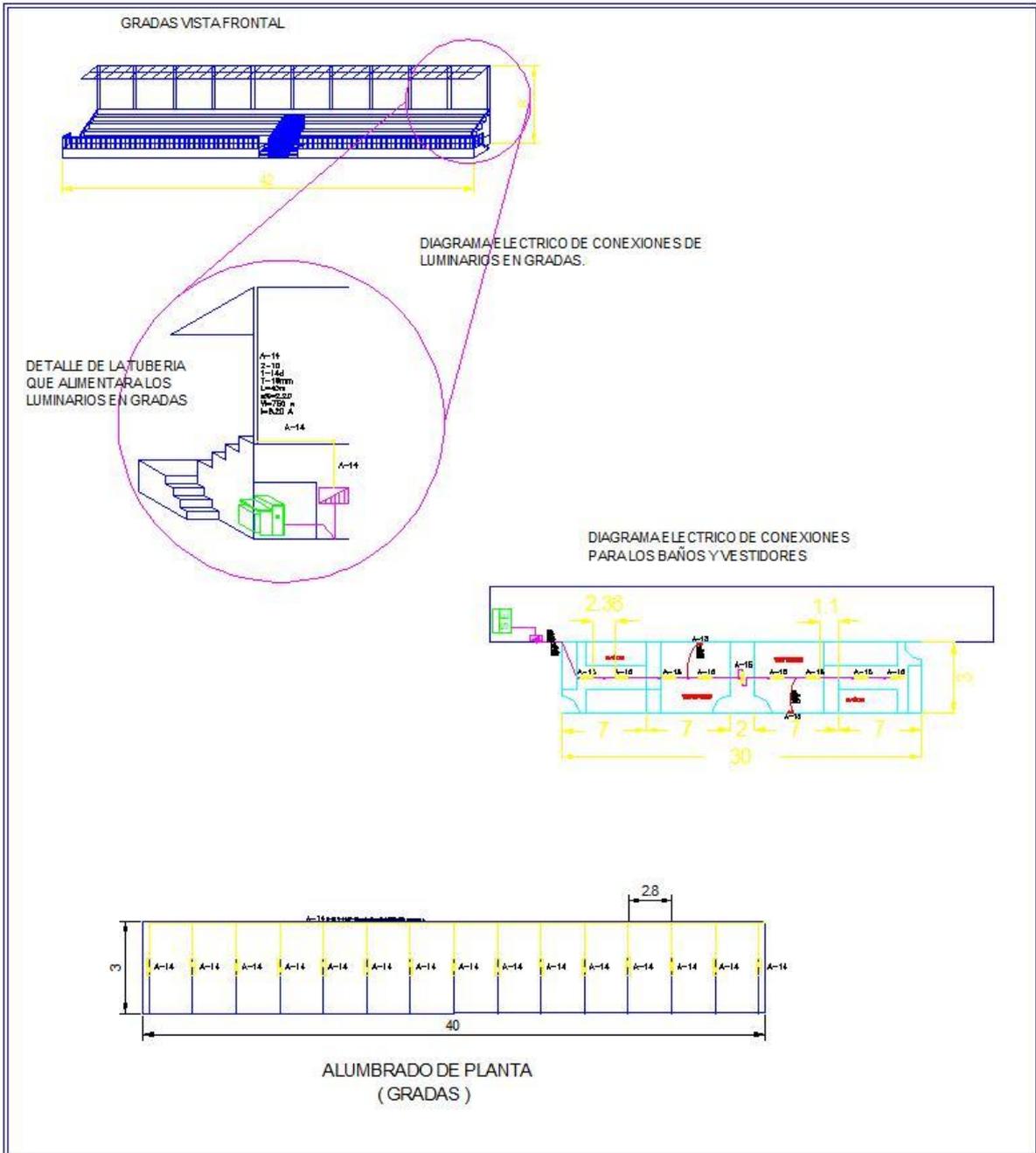
REGISTRO PARA CONEXION DE ALIMENTACION PARA POSTES



ISOMETRICO



TAPA DE CONCRETO PARA REGISTRO



CAPITULO 5. COTIZACION DEL PROYECTO DE INSTALACION DE ALUMBRADO DEL CAMPO DE FUTBOL SOCCER.

CUADRO DE PRESUPUESTOS			
	MANO DE OBRA	MATERIAL	
		PRECIO	
COLOCACIÓN DE POSTES Y REFLECTORES		POSTE DE 14m	82800
		REGISTRO DE 60x60x60	9000
		GABINETE DE CONEXIONES.	13800
		PROYECTOR CIRCULAR	110000
		LÁMPARA ADITIVOS METÁLICOS 1000W	13200
		TUBO PVC DE 1 ½"	800
		TUBO PVC DE 1 "	468
		TUBO PVC DE ½"	286
		CONDUCTOR CON AISLAMIENTO VINANEL XXI CALIBRE 12 AWG	750
		CONDUCTOR CON AISLAMIENTO VINANEL XXI CALIBRE 10 AWG	1,456
INSTALACION ELCTRICA		CONDUCTOR CON AISLAMIENTO VINANEL XXI CALIBRE 8 AWG	4,350.5
		CONDUCTOR CON AISLAMIENTO VINANEL XXI CALIBRE 6 AWG	10,626

INSTALACION ELÉCTRICA	CONDUCTOR CON AISLAMIENTO VINANEL XXI CALIBRE 2 AWG	1,855
	CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 14 AWG	333
	CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 10 AWG	4,500
	CABLE DE COBRE DESNUDO CALIBRE 6 AWG	710
	CAJAS DE CONEXIÓN GALVANIZADAS	900
	TUBO CONDUIT GALVANIZADO PARED GRUESA Y DELGADA	14,878
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 3X125A	12570
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 2X30A	2496
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO 1X15A	180
	TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL 45 KVA	60,000
REGISTRO PARA TRANSFORMADOR	8,000	

INSTALACION ELECTRICA		TABLERO DE DISTRIBUCION NQOD	4310
		CONTACTO DUPLEX	30
		VARILLA COPERWELD 5/8" CON CONECTOR	182.60
		TUBO PVC PESADO 4"	1,548
		LAMPARA T-5 FLUORECENTE DE 25 W	1875
		GABINTE PARA LAMPARAS T-5	7500
	COSTO DEL PROYECTO	15,000	
TOTAL	147,761.64	TOTAL	369,404.1
GASTOS EXTRAS	15,000		15,000
GRAN TOTAL	177,761.64		384,404.1
COSTO TOTAL			\$ 562,165.74

CONCLUSIONES:

Al realizar la comparación entre los tres diferentes tipos de lámparas, las cuales son: vapor de mercurio, aditivos metálicos y vapor de sodio, se apreció que una de las lámparas es mas eficiente respecto a las otras dos, en cuanto al consumo de watts por lumen es mas eficiente, en otro aspecto la cantidad de lámparas que se necesitan para cubrir el nivel de iluminación necesario después de haber realizado los cálculos previamente encontramos que la lámpara de vapor de sodio es la mas apta para cumplir con esta condición ya que arrojo un resultado de 6 lámparas por cuarto de cancha asiendo un total de 24 lámparas para iluminar todo el espacio, pero no es la mejor opción debido a las características de cromaticidad de la lámpara, ya que la radicación visible que emite es amarilla como un foco incandescente, aquí entramos en otro punto muy importante el cual fue un parámetro determinante para seleccionar la lámpara de aditivos metálicos como la mas adecuada para nuestro sistema de iluminación, para este plano de trabajo por los requerimientos de iluminación que se piden dentro de las normas con las cuales trabajamos, que nos dicen que se debe tener un buen nivel de iluminación, que permita al usuario poder distinguir figuras y formas de los objetos involucrados, así como la velocidad a la que estos se desplazan, de igual forma que el ambiente creado por la lámpara sea amigable con la vista humana y no cause fatiga visual, ya que su temperatura de color esta por encima de los 5000 °k lo cual se aproxima a la iluminación proporcionada por la luz de día.

En este proyecto de iluminación se decidió tomar el diseño de 3 postes por banda y una colocación de 7 lámparas por poste, se consideró como lo mejor de acuerdo a los cálculos realizados y los resultados obtenidos de aditivos metálicos que nos arrojó un resultado de 11 lámparas por cuarto de cancha.

Con lo cual concluimos que este proyecto es viable ya que cumple con los criterios, parámetros y requerimientos necesarios para que el sistema de iluminación cubra de una forma satisfactoria y normativa con el problema planteado el cual es iluminar una cancha de futbol soccer para nivel profesional, que sirva para que esta zona pueda utilizarse como un lugar de esparcimiento de recreación familiar y para propiciar actividades deportivas que beneficien tanto en salud como fomentar el deporte en las persona; y en cuanto al tema económico se prevé que es factible ya que no necesariamente se requerirá mantenimiento de causa mayor simplemente un mantenimiento preventivo para mantener en perfectas condiciones el sistema de iluminación.

BIBLIOGRAFÍA:

La norma DGE 017-AI-1/1982 norma de alumbrado de interiores y campos deportivos

La norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Luminotecnia 2002 capitulo 11 Iluminación por proyeccion.pdf

Iluminación para estadios capitulo 1, Universidad Politécnica Salesiana, autores. Luis coronel G. / Alfredo Vásquez R.

Sociedad Mexicana de Ingeniería e Iluminación.

La norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2008, instalaciones eléctricas utilización.