



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

“Rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo para
mejorar su eficiencia y seguridad”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

AUTOR

PERCY RAMIRO BRIONES VELÁSQUEZ

ASESOR METODOLÓGICO:

ING. JAVIER LEÓN LESCOANO

ASESOR ESPECIALISTA:

ING. LUIS ALBERTO JULCA VERÁSTEGUI

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, transmisión y distribución

TRUJILLO – PERÚ

2017

PAGINA DEL JURADO

Rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo para mejorar su eficiencia y seguridad



Percy Ramiro Briones Velásquez
Autor

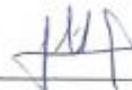
Presentada a la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo de Trujillo para obtener el título de Ingeniero Mecánico eléctrico.



Ing. Eduardo Azabache Vásquez
Presidente



Ing. Luis Alberto Julca Verástegui
Secretario



Ing. Javier León Lescano
Vocal

DEDICATORIA

En primer lugar, a nuestro Padre Celestial por haberme permitido cumplir esta meta y darme fuerzas para seguir adelante, sin perder nunca la fe, ni desfallecer en el intento.

A mis padres por su apoyo incondicional, brindándome todo el amor, comprensión y confianza en cada momento de mi vida, por darme las fuerzas para lograr mis objetivos, enseñándome a afrontar las adversidades que se presentan.

Y a todas aquellas personas que de una u alguna otra forma son parte de su culminación.

Percy Ramiro Briones Velásquez

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios, por bendecirme,
Guiarme y darme la oportunidad de
Cumplir mi sueño anhelado

A mis padres, y familia
Que se han preocupado
Por mí en todo momento de mi vida,
Apoyándome y motivándome en mí
Formación profesional, ahora seré el
Orgullo de ellos y un ejemplo a seguir para
mis hermanos menores

A la Universidad **Cesar Vallejo** por
Haberme permitido formarme en ella; a los
Docentes ing. Javier León Liscano, ing.
Luis Alberto Julca Verástegui , por su
Direccionamiento en este trabajo de
Desarrollo de tesis.
Y todos los docentes de la facultad de
Ingeniería por compartir con nosotros sus
conocimientos y experiencias académicas.

DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo: Percy Ramiro Briones Velásquez, con DNI N° 43667887, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 08 de diciembre del 2017.



Percy Ramiro Briones Velásquez

PRESENTACION

Señores miembros del jurado, de conformidad con el reglamento de grados y títulos de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, de la facultad de Ingeniería, de la Universidad Cesar Vallejo, presento ante ustedes la tesis titulada “REDISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DEL TEATRO MUNICIPAL DE TRUJILLO PARA MEJORAR SU EFICIENCIA Y SEGURIDAD”

Que sustentaré como tesis para obtener el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Trujillo, Diciembre del 2017.

NDICE GENERAL

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
PRESENTACION	vi
<i>NDICE GENERAL</i>	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Trabajos previos	12
1.3. Teorías relacionadas al tema	14
1.4. Formulación del Problema.....	40
1.5. Justificación del estudio.....	40
1.6. Hipótesis.....	41
1.7. Objetivos.....	41
II. Método.....	42
2.1. Diseño de Investigación.....	42
2.2. Variables.....	42
2.3. Operacionalización de variables	43
2.4. Población y Muestra	45
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
2.6. Método de análisis de datos	45
2.7. Aspectos éticos	45
III. Resultados.....	46
3.1. Diagnóstico del sistema eléctrico actual	46
3.2. Diseño de instalaciones eléctricas del interior del teatro municipal de Trujillo 65	
3.3. Diseño de sistema eléctrico de control y protección para 10 motores del sistema de tramoyas	88
3.4. Cálculo del beneficio económico del rediseño de la instalación	97
IV. Discusión de resultados	100
V. Conclusión.....	101

VI. Recomendaciones	103
Bibliografía.....	104

RESUMEN

El presente trabajo se realizó para rediseñar la instalación eléctrica del Teatro Municipal de Trujillo en la provincia del mismo nombre. El diseño implicó las consideraciones de instalación de iluminaria para cada uno de los tres pisos y sótano, la iluminación de emergencia y los conductores, cumpliendo con el Código Nacional Eléctrico - CNE, El código nacional de edificaciones, la NFPA y las normas de seguridad internacionales. En la actualidad, el teatro se encuentra en litigio por no haber realizado su remodelación hace varios años por una empresa contratista; quedando sus instalaciones incompletas. Esto se manifiesta en el uso sea ineficiente, inseguro e inadecuado de este local de eventos artísticos - culturales. Por ello se propuso un diseño nuevo del sistema eléctrico a partir únicamente de los planos de construcción y distribución de planta, creando así otra instalación diferente, pero eficiente y segura.

El procedimiento que se siguió para el correcto diseño inició con un diagnóstico al sistema eléctrico actual del Teatro Municipal mediante un análisis de carga de la demanda máxima igual a 143.15 KW. Seguido de establecer las condiciones físicas, mediante los planos de distribución de ambientes, la lista de identificación de equipos y artefactos, datos acerca de materiales, grados de reflexión de las paredes y potencia requerida en el sistema. Se definieron el número de luminarias por sala y su distribución de estas en cada uno de los pisos para la iluminación de los diferentes ambientes del teatro. Se plantea la nueva distribución de la iluminación de emergencia y la distribución de los tableros eléctricos para todo el edificio. Se diseñó el nuevo sistema eléctrico de control y protección para 10 Motores del Sistema de Tramoyas 3 HP; 60 Hz, cálculo de las protecciones frente a contactos indirectos, cortocircuitos y sobrecargas.

Se calculó el presupuesto de toda la instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo, se definió el beneficio logrando S/. 20,000 anuales y el retorno de la inversión TIR. Finalmente, en los anexos se muestran los planos eléctricos rediseñados.

Palabras claves: rediseño eléctrico para mejorar su, eficiencia, seguridad

ABSTRACT

The present work was done to redesign the electrical installation of the Municipal Theater of Trujillo in the province of the same name. The design involved lighting considerations for each of the three floors and basement, emergency lighting and drivers, complying with the National Electrical Code - CNE, National Building Code, NFPA and International Safety Standards . At present, the theater is in litigation for not having made its remodeling several years ago by a contracting company; leaving their facilities incomplete. This is manifested in the inefficient, insecure and inadequate use of this place of artistic - cultural events. For this reason, a new design of the electrical system was proposed only from the plans of construction and distribution of plant, thus creating another installation, but efficient and safe.

The procedure followed for the correct design began with a diagnosis to the current electric system of the Municipal Theater through a load analysis of the maximum demand, 143.15 KW. Following the establishment of the physical conditions, through the plans of distribution of environments, the list of identification of equipment and artifacts, data about materials, degrees of reflection of the walls and required power in the system. The number of luminaires per room and their distribution were defined in each of the floors for the illumination of the different environments of the theater. The new distribution of emergency lighting and the distribution of electrical panels for the whole building are proposed. The new electrical control and protection system was designed for 10 Motors of the System of Tramoyas 3 HP; 60 Hz, calculation of protections against indirect contacts, short circuits and overloads.

The budget for the entire electrical installation of the municipal theater of Trujillo was calculated, the net present value VAN and the return of the TIR investment were defined. Finally, the annexes show the redesigned electrical plans.

Keywords: electrical redesign to improve its efficiency, safety

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el Teatro Municipal de Trujillo que tiene más de 130 años, se desarrollan diferentes tipos de espectáculos, tanto nacionales como internacionales, donde se instalan equipos de iluminación, sonido y escenografía en el escenario de acuerdo a la puesta en escena a presentar, desarrollándose funciones a diario ya sea en matinal, matinée, vermut y noche con un tiempo de operación promedio de 420 horas/mes, para lo cual el uso de la energía eléctrica es de vital importancia, consumiendo todos los equipos por la general una tensión de 220 V – (1Ø) las luminarias y 380V – (3Ø) los motores eléctricos, tiene un aforo de 408 personas.

En todos los ambientes del teatro cuentan con una iluminación que no es la adecuada para este tipo de recinto público, ni los conductores son los apropiados, cuando se prende la iluminación del escenario, estas sufren una caída de tensión perjudicando así el desarrollo del espectáculo. Los tableros eléctricos se encuentran en mal estado o con circuitos inapropiados y no cuentan con su respectiva conexión a tierra de igual manera los tomacorrientes. El teatro cuenta con algunos espacios que no cuentan con iluminación y sus tableros de control y protecciones son deficientes.

La construcción actual del Teatro Municipal de Trujillo no cuenta con el Sistema de detección y alarmas contra incendios, debería contar con este sistema con urgencia para salvaguardar la integridad de los asistentes y las personas que laboran allí y la falta de estos sistemas pone en eminente peligro la concurrencia del mismo.

En la remodelación del actual teatro se implementó un sistema contra incendio con una bomba de 25 HP, la cual quedó inconclusa ya que no cuenta con aspersores, la que nunca llegó a operar correctamente debido a un mal diseño en sus conductores eléctricos, por la falta de sus respectivos sensores, ni el generador de emergencia. El escenario cuenta con un sistema de tramoya con 10 motores eléctricos de 3 HP en la parrilla, que se encargan del manejo de los telones, bambalinas, diabladas o candilejas para los equipos de iluminación y escenografía y

que al activar estos, no funcionan debidamente, por la caída de tensión que estos generan y por la mala instalación de poleas y cables de tensión acerados tal como se muestra en la imagen, perjudicando el sistema de iluminación y audio.

El teatro cuenta con un sistema en paralelo de 2 bombas hidráulicas con una potencia de 2.5HP cada una, las mismas que trabajan de manera permanente para el servicio de agua potable de consumo diario, estas están presentando problemas en su sistema eléctrico como caídas de tensión dejando sin servicio de abastecimiento de agua al teatro Municipal.

En el teatro se programan eventos o funciones y en muchas oportunidades se va el fluido eléctrico ya sea por algún corte programado ya sea por mantenimiento o por el desabastecimiento y por parte de la empresa concesionaria que dejó fallas, el teatro no cuenta con un grupo electrógeno de emergencia. A consecuencia de lo mencionado, se plantea un rediseño al sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo, para de esta manera detectar todos los posibles factores en falla y darle una solución de acuerdo a las normas eléctricas, conllevando a reducir los costos en consumo de energía eléctrica y protegiendo la integridad de la vida humana.

1.2. Trabajos previos

Palomino (2015), en su tesis para obtener el Grado de Ingeniero en Tecnologías Industriales en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Valencia, realizada en la Universidad Politécnica de Valencia (Valencia – España) realizó el “Diseño de una instalación eléctrica en un teatro del municipio de XÁTIVA” este Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo la realización de una instalación eléctrica en baja tensión de un teatro situado en el municipio de Xátiva. La instalación abarcó el diseño para la instalación de iluminación normal, de iluminación de emergencia y líneas de fuerza, cumpliendo con la normativa del REBT para locales de pública concurrencia.

El proyecto contempló el diseño de la instalación en un teatro, incluyendo en esta el diseño de iluminación, general y de emergencia, las líneas eléctricas y su distribución de cuadros con las debidas protecciones. El trabajo abarcó todos los aspectos generales del diseño de una instalación eléctrica, La instalación requirió de un centro de transformación, y de una fuente de energía propia para las

situaciones de emergencia. Para la elección de la potencia del transformador y del grupo de electrógenos, se ha sumado la potencia total de las líneas que serán alimentadas por dicha fuente, contando energía activa y energía reactiva, que han de sumarse vectorialmente para obtener la potencia aparente. Todo ello siguiendo la normativa del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y las Normas UNE. El trabajo también realizó un estudio acerca del alumbrado LED para observar las ventajas y desventajas respecto a la iluminación tradicional; la potencia consumida de los fluorescentes son igual 420 KWh y con la iluminación led es igual a 331.8 KWh, manifestándose en un ahorro de mas de 11000 € anuales.

García (2007), en su tesis para obtener el título de Ingeniero electricista, realizada en la Universidad de San Carlos (Guatemala), titulada: “Factores en el diseño e implementación de instalaciones eléctricas en auditorios”.

Concluyó que los factores que influyen mayormente en el diseño y la implementación de un proyecto de instalación eléctrica en auditorios, incluye: La estructura, el diseño arquitectónico, la capacidad de personas que pueda albergar el nivel de comodidad que se les desee proporcionar y la capacidad futura que se desee soportar. Aunque el costo de la implementación eléctrica es un factor importante, se pudo observar que el mal diseño de una instalación eléctrica y de una mala coordinación en la implementación del mismo podría elevar el costo final del proyecto. Para la red de tierras se consideró varillas introducidas verticalmente con una longitud mínima de 2.5 metros y una resistencia de $75 \Omega \cdot m$ debido a que el terreno es arenoso barroso.

Uribe (2012), Este proyecto fue presentado para optar al título de tecnología programa de tecnología eléctrica, realizada en la Universidad Tecnológica de Pereira (Pereira, Risaralda - Colombia) realizó el “Diagnóstico de las instalaciones eléctricas e iluminación de la institución educativa Carlota Sánchez sede 1”.

Las Instituciones educativas tienen como función principal brindar educación, pero ante todo bienestar al personal que allí permanece (alumnos, personal administrativo entre otros). Por ello, éste material muestra en forma teórica un análisis de todos los sistemas eléctricos e iluminación existentes de la Institución Educativa Carlota Sánchez sede No. 1 de la ciudad de Pereira, comparando los

resultados observados, medidos y obtenidos con la Norma Técnica Colombiana y los reglamentos (RETIE1, RETILAP2, NTC3 2050), dando claras conclusiones acerca del cumplimiento o no de lo que concierne a inspecciones eléctricas e iluminación presentes en las normas anteriormente mencionadas. Los niveles de iluminación promedio van desde 50 a 500 Lx.

Realizó además los planos arquitectónicos debidamente levantados y dibujados en el software AUTOCAD, con la distribución de lámparas (posición real), además de los resultados obtenidos con instrumentos de medición como luxómetros, multímetros, decímetros, entre otros; con el fin de que éstos datos muestren una clara información acerca del estado eléctrico de la institución educativa anteriormente nombrada con el fin de dar conocer posibles daños a equipos, o quizá dar previo aviso a posibles accidentes que se puedan presentar en la Institución.

1.3. Teorías relacionadas al tema

El teatro municipal de Trujillo es un centro cultural de presentación de arte expresado en música, danzas, ópera y obras de teatro; siendo escenario de arte nacional e internacional para entretenimiento de los ciudadanos Trujillanos y turistas. El teatro, por el hecho de involucrar personas en su funcionamiento, esta debe ser correctamente dimensionada y como en todas las instalaciones eléctricas del Perú, diseñadas bajo la normativa aplicable vigente. El teatro municipal de Trujillo puede albergar hasta 480 personas, por lo cual esta instalación debe contar con un sistema contra incendios. El escenario, donde se concentra la mayor demanda de potencia eléctrica por los motores de la tramoya y las luces, debe contar con motores con inversión de giro en trifásico a 380 V de tensión.

Diagnóstico del sistema eléctrico

El diagnóstico del sistema eléctrico, consiste en hacer una visita técnica para recopilar información relevante, para estudiar la situación actual de la instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo. Esta información se procesa y compara con lo expresado con el código nacional de electricidad – Distribución y utilización en baja tensión. Así se corrobora que las secciones de los conductores en el teatro municipal no se encuentran con las dimensiones correctas, generando caídas de tensión por encima de lo permitido en la normativa vigente. Como primer paso se

debe determinar la demanda máxima de la instalación del teatro, tal y como se muestra en la siguiente sección 1.3.1.1 y con las secciones de los conductores existentes, calcular la caída de tensión.

1.3.1.1. Máxima demanda

La máxima demanda equivale a la máxima potencia que va utilizar durante hora pico proyectado para el teatro. Por lo tanto, su unidad de medida es el vatio y generalmente se expresa en kW (kilo vatios o mil vatios). Para realizar este cálculo se debe tomar en cuenta las recomendaciones del código nacional de electricidad utilización en su sección 050 denominada "cargas de circuitos y factores de demanda", específicamente la sección 050-200 referida a "acometidas y alimentadores para viviendas unifamiliares". Si al realizar el cálculo para una vivienda unifamiliar siguiendo todo el procedimiento descrito en la parte A y se obtiene como máxima demanda una potencia equivalente a una carga menor de 40 amperios, se debe tomar la opción b, pues es la mayor de ambas. Pero, si el valor resulta mayor de 40 amperios, debe tomarse ese valor. (Codigo Nacional de Electricidad , entro el año 1982). En la tabla 1 y 2, se muestran los factores de demanda según el tipo de vivienda.

$$MD = CI \times FD \quad (1.1)$$

Dónde: CI: Carga Instalada, FD: Factor de Demanda

Tabla 1.1: Factores de demanda para alimentadores de cargas de alumbrado

Tipo de Local	Partes de la carga a la cual se le aplica el factor	Factor de Demanda
Unidades de viviendas	Primeros 2,000 W o menos	100 %
	Siguientes 118,000 W	35%
Edificaciones para oficinas	20,000 W o menos	100%
	sobre 20,000 W	70%
Escuelas	15,000 W o menos	100%
	sobre 15,000 W	50%
* Hospitales	Primeros 50,000 W o menos	40%
	Sobre 50,000 W	20%

* Hoteles y moteles incluyendo apartamentos sin facilidades de cocina	Primeros 20,000 W o menos Sigüientes 80,000 W Sobre 100,000 W	50% 40% 30%
Locales de depósito y almacenamiento	Primeros 12,500 W o menos Sobre 12,500 W	100% 50%
Todos los demás	Watt totales	100%

Fuente: (CNE, 2006)

(*) Para alimentadores en áreas de hospitales y hoteles donde se considere que toda la carga de alumbrado puede ser utilizada al mismo tiempo; como en salas de operación, salas de baile, comedores, etc., se usará un factor de demanda del 100%.

Tabla 1.2: Factores de demanda para alimentadores de equipo de cocción eléctricos comerciales, incluyendo lavaplatos con calentador, calentadores de agua y otros equipos de cocina.

Número de Equipos	Factores de Demanda %
1 – 2	100
3	90
4	80
5	70
6 y más	65

Fuente: (CNE, 2006)

La máxima demanda total (M.D.t.) es:

$$MDt = \sum M.D.1 + M.D.2 + M.D.3 + M.D.4 + \dots + M.D.n \quad (1.2)$$

1.3.1.2. Carga Instalada

Es la capacidad total disponible de un sistema eléctrico, medida en mega watts (MW), si todos sus aparatos se ponen en funcionamiento a la vez. El código nacional de electricidad indica cargas unitarias para ser consideradas como carga instalada en función al área de la instalación, la ecuación 1.3 muestra como calcular la potencia instalada para locales típicos.

$$CI = Area\ techada(m^2) \times Carga\ unitaria \left(\frac{W}{m^2}\right) \quad (1.3)$$

Diseño de instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas que se derivan de la red de distribución en baja tensión se diseñan también bajo el código nacional aplicable y se debe considerar la acometida, la instalación de enlace y las de interior; se debe calcular la sección de los conductores, tal y como se muestra en la sección 1.3.2.1, según los 3 criterios: corriente nominal, caída de tensión y cortocircuito.

1.3.2.1. Cálculo de la sección del conductor alimentador

La sección del conductor en líneas eléctricas de una instalación receptora, tiene gran importancia. Existen tres criterios básicos:

- a) Corriente nominal
- b) Caída de tensión
- c) Corto circuito.

De estos criterios el que represente el valor más crítico es el que se debe seleccionar. Para líneas de poca longitud y mucha corriente en la práctica es recomendable considerar el primer criterio. (Colmenar Santos & Hernández Martín, 2012). La corriente en a transmitir por el conductor alimentador en amperios, se determina mediante la siguiente formula:

$$I = \frac{M.D.T}{K.V.COS \phi} \quad (1.4)$$

I = Corriente a transmitir por el conductor alimentador en amperios

M.D.t = Máxima demanda total hallada en watts

V = Tensión de servicio en voltios

K = Factor que depende si el suministro es monofásico o trifásico

Para monofásico K = 1

Y la intensidad de corriente en un sistema quedaría:

$$\text{Para sistema monofásico } I = \frac{P}{1 \times U \times \cos \phi} \quad (1.5)$$

Para trifásico $K = \sqrt{3}$

$$\text{Para sistema trifásico} \quad I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \phi} \quad (1.6)$$

Dónde:

Id: intensidad de diseño

U: tensión de trabajo

P: potencia en watt

Seguidamente determinar: La corriente de diseño, agregándole de 12 % a 25%. El conductor según las normas debe trabajar al 75 % de su capacidad esto quiere decir:

$$I_{Cond} = 1.25 \times I_{diseño} \quad (1.7)$$

1.3.2.2. Comprobación de conductor caída de tensión

Es un criterio para la selección del conductor, que se define como la diferencia entre los módulos de las tensiones de principio y final de la línea. Como ejemplo considerar un motor asíncrono, en el que el par de arranque disminuye con el cuadrado de la tensión. Considerar los siguientes puntos al considerar este criterio:

(1) Los conductores de los alimentadores deben ser dimensionados para que:

(a) La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y

(b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

(2) Los conductores de los circuitos derivados deben ser dimensionados para que:

(a) La caída de tensión no sea mayor del 2,5%; y

(b) La caída de tensión total máxima en el alimentador y los circuitos derivados hasta la salida o punto de utilización más alejado, no exceda del 4%.

(3) En la aplicación de la Subregla (1) anterior se debe emplear la carga conectada al circuito derivado, si ésta es conocida; en caso contrario, el 80% de la menor capacidad nominal de régimen de los dispositivos de protección del circuito derivado contra sobrecarga o sobrecorriente

$$\Delta V = \frac{K.I.\delta.L}{s} \quad (1.8)$$

ΔV : es la caída de tensión sobre el conductor

K : Factor K debido al sistema (monofásico o trifásico)

$K = 1.73$ (si es 3 ϕ) $K = 2$ (SI 1 ϕ)

I: Corriente calculada (A)

δ : Resistividad del cobre 0.0175 (ohm.mm/m)

L: La longitud del alimentador (m)

S: Sección del alimentador (mm^2)

Comprobando por caída de tensión:

“La caída de tensión entre el tablero de distribución y el punto utilización más alejada debe ser del 5%”

1.3.2.3. Diseño de iluminación interior

Para determinar el cálculo y las soluciones de iluminación interior, se deben tener en cuenta parámetros tales como: (Palomino Juarez, 2015)

- a) El uso de la zona a iluminar
- b) El tipo de tarea visual a realizar
- c) Las necesidades de luz y del usuario del local
- d) El índice K del local o dimensiones del espacio (longitud, anchura y altura útil)
- e) Las reflectancias de las paredes, techo y suelo de la sala
- f) Las características y tipo de techo
- g) Las condiciones de la luz natural
- h) El tipo de acabado, decoración y mobiliario previsto.

Lo primero a realizar es la iluminación interior, ya que será una parte considerable de las cargas para el cálculo de secciones.

El procedimiento que se ha efectuado en el diseño de la iluminación ha sido la siguiente: (Palomino Juarez, 2015)

- a) Delimitación de las zonas a iluminar y asignación de las propiedades del establecimiento.
- b) Determinación del Nivel de Iluminación de cada una de las zonas.
- c) Elección de las luminarias adecuadas para la iluminación de cada zona.
- d) Distribución adecuada de las luminarias escogidas

En la tabla 1.3: se muestra la carga unitaria en función del área a iluminar para cada tipo de local. Esto sirve para definir la carga máxima en iluminación de los ambientes del teatro municipal.

Tabla 1.3: Cargas mínimas de alumbrado general

Tipo de Local	Carga Unitaria W/m ²
Auditorios	10
Bancos	25
Barberías, peluquerías	25
Asociaciones o casinos	18
Locales de depósito y almacenamiento	2.5
Edificaciones comerciales e industriales	20
Edificaciones para oficinas	25
Escuelas	25
Garajes comerciales	5
Hospitales	20
Hospedajes	13
Hoteles, moteles, incluyendo apartamentos sin cocina (*)	20
Iglesias	8
Unidad(es) de vivienda (*)	25
Restaurantes	18
Tiendas	25
Salas de audiencia	18
En cualquiera de locales mencionados con excepción de las viviendas	
unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas	
multifamiliares, se	
aplicara lo siguiente:	
Espacios para almacenamiento	2.5
Recibos, corredores y roperos	5
Salas de reuniones y auditorios	10

Fuente: Tabla 3- Tomo IV del Código Nacional Eléctrico

(*) En viviendas unifamiliares, multifamiliares y habitaciones de huéspedes, de hoteles y moteles, todas las salidas de tomacorrientes de 20 A o menores (excepto aquellos para artefactos pequeños en viviendas, indicadas en 3.3.2.2 b) deberán ser considerados como salidas para iluminación general y no se requerirá incluir cargas adicionales para tales salidas.

1.3.2.4. Delimitación de las zonas y asignación de propiedades.

El primer dato fundamental con el que se empieza a trabajar es con la altura del local. La altura de la mayoría de zonas del teatro es de 3,7 m y dicha altura permite la posibilidad de poder empotrar luminarias en el mismo. Y salvo en la cubierta de la planta tercera, en la cual las luminarias deben ir suspendidas, el empotramiento en techo ha sido un recurso ampliamente utilizado. Otras zonas más especiales, tales como el escenario o la platea, no pueden ser iluminadas desde el techo de forma convencional, es decir, siguiendo los mismos criterios que con el resto de zonas.

Lo que fundamentalmente caracteriza estas zonas especiales es la gran altura a la que se encuentra el techo. No obstante, para iluminarlas correctamente se deben considerar más factores.

La iluminación del escenario es muy particular y variará en función del espectáculo que se realice en él. Por ello es una excepción a las normas convencionales del diseño de una instalación de iluminación. La iluminación del escenario se realizará mediante potentes proyectores o focos, que se situarán en las varas, estructuras horizontales fijas colgadas del techo. El escenario es un espacio que no está sujeto a las normas sobre niveles de iluminación, eficiencia energética, o uniformidad.

La zona de platea también tiene un techo especialmente elevado, y por ello se iluminará con proyectores situados en la herradura de platea de la segunda planta. Se recurre a la iluminación lateral por proyección fundamentalmente porque la única forma de garantizar desde el techo una buena iluminación sería suspendiendo luminarias, y ello perjudicaría gravemente la correcta visualización del espectáculo por parte de los espectadores ubicados en los anfiteatros de las plantas superiores. (Palomino Juarez, 2015). En la tabla 1.4 se muestran los grados de reflexión.

Tabla 1.4: Altura y grados de reflexión de las salas

Zonas	Grados de reflexión			
	Altura	Techo	Pared	Suelo
Teatro				
Foyer y oficina	4.30	0,7	0,5	0,3
Acceso a palcos	2.70	0,8	0,5	0,3
Escaleras	2.70	0,7	0,3	0,2
Baños de foyer	3.60	0,7	0,2	0,3
pasadizos y depósitos	2.60	0,7	0,5	0,2
Camerinos y baños	2.53	0,7	0,3	0,2
Platea	15	0,7	0,5	0,2
Escenario	18	0,1	0,1	0,2
Sala de ensayo	3.35	0.8	0.5	0.2
Sala de ballet	3.80	0.8	0.5	0.2

1.3.2.5. Determinación del nivel de iluminación

La iluminancia o nivel de iluminación de una superficie es la relación que hay entre la cantidad total de luz (emitida por una fuente de luz) que recibe esa superficie y su área. Los niveles de iluminación vendrán dados por las características del área a iluminar. Tabla 1.5:iluminación recomendada (Palomino Juarez, 2015)

Tabla1.5: Iluminación recomendada

Sala	Iluminancia recomendada (LX)
General	150
Auditorio	70
Almacén	100
Zona de paso	100
Aseos	100
Escaleras	150
Salas eléctricas	150
Vestíbulos	200

Fuente: (Palomino Juarez, 2015)

1.3.2.6. Distribución de las luminarias escogidas

El método de cálculo para la respectiva distribución de las luminarias viene definido por los siguientes cálculos que forman parte del método abreviado para alumbrado general. (Palomino Juarez, 2015)

Cálculo del índice del local (K)

$$K = \frac{a \cdot b}{H_u \cdot (a+b)} \quad (1.9)$$

Donde

a: La longitud de la sala en metros

b: Ancho de la sala en metros

Hu: Altura de montaje en metros (distancia vertical entre la luminaria y plano útil)

Cálculo del flujo luminoso total (Φ)

$$\Phi_t = \frac{E_{med} \times S}{C_u \times C_d} \quad (1.10)$$

Donde:

E_{med} : Iluminancia media de trabajo

S: Superficie de la sala

Cálculo del número de las luminarias necesarias (N)

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_u} \quad (1.11)$$

Donde:

Φ_u : Flujo de una luminaria

1.3.2.7. Iluminación de emergencia

Es necesario que el teatro es un local de pública concurrencia tenga un sistema de iluminación de emergencia que entre en funcionamiento cuando el alumbrado falle o se vaya la energía eléctrica entre el alumbrado de emergencia durante mínimo 1 hora tienen por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación del alumbrado normal, la iluminación en los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación del público o iluminar otros puntos que se señalen. (Palomino Juarez, 2015)

Diseño de sistema eléctrico y mando para motores trifásicos

El sistema eléctrico de un motor eléctrico trifásico, debe contar con los elementos de aparamenta (Magneto-térmico, diferencial y Contactores para control). Estos elementos se representan en un diagrama unifilar de fuerza y mando.

1.3.3.1. Esquema unifilar

Un esquema o diagrama unifilar es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella. El esquema unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito se representa mediante una única línea, independientemente de la cantidad de dichos conductores. Típicamente el esquema unifilar tiene una estructura de árbol. En la imagen 1

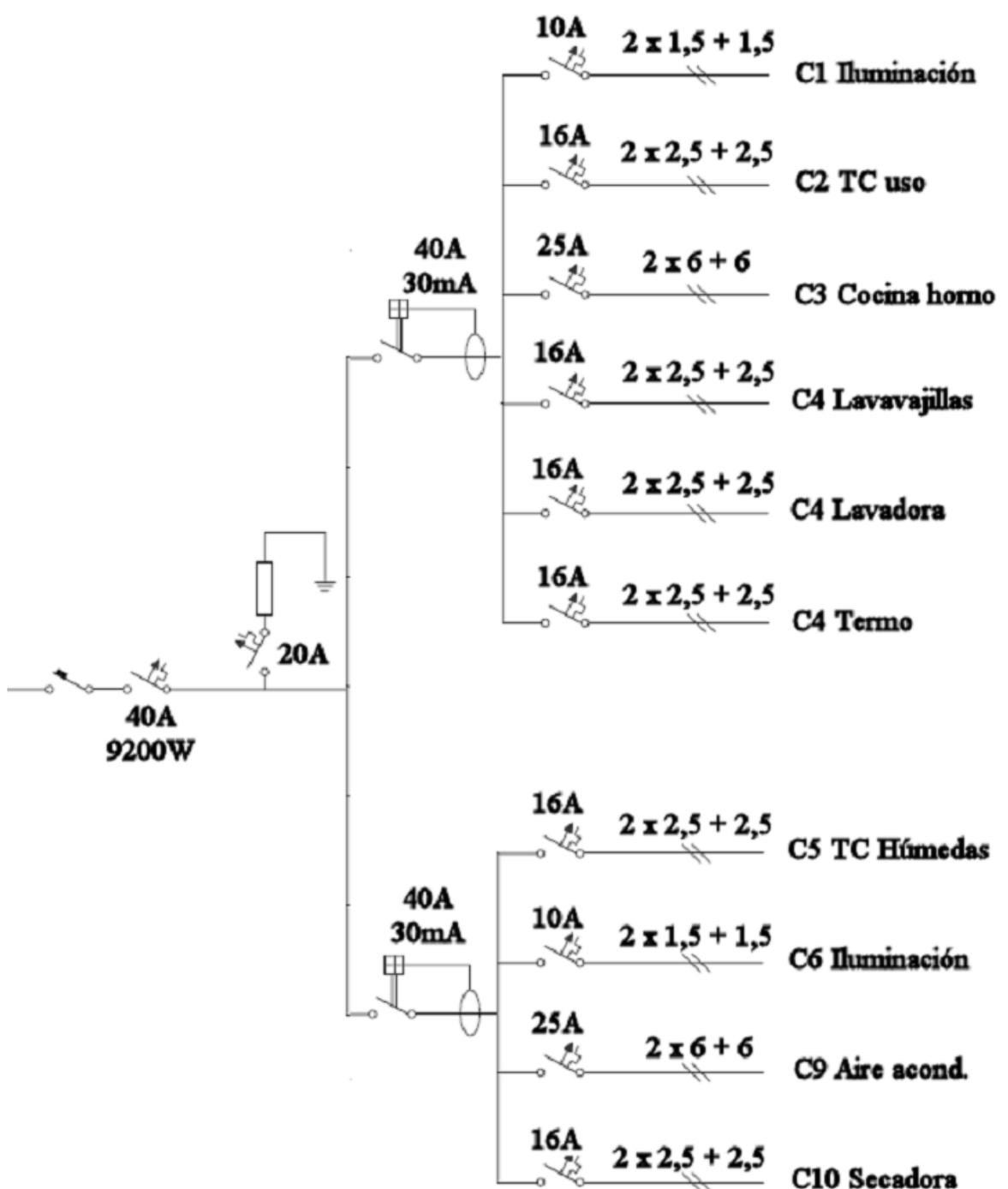


Figura 1.1: Diagrama unifilar.

1.3.3.2. Tablero eléctrico

Un tablero eléctrico es una caja que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe

cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

Esta caja en países como España suele ser llamada “Cuadros Eléctricos” en esta caja que puede ser metálica con un terminal para descargas a tierra o de algún material aislante resistente a la humedad como el poliéster, en cuyo interior se encuentran todos los dispositivos eléctricos y/o electrónicos con soportes y recubrimientos adecuados para cumplir una determinada función dentro de un sistema eléctrico ya sea trifásico o monofásico.

Un tablero eléctrico debe diseñarse bajo normas y criterios técnicos que permitan un funcionamiento correcto cuando éste sea energizado, de tal manera que garantice la seguridad del personal operario, de los equipos e instalaciones eléctricas en donde se encuentren situados. El material que se utilice para los gabinetes o cajas debe tener la suficiente rigidez mecánica, que sea capaz de soportar esfuerzos propios de la labor que esté desempeñando el tablero.

Todo equipo ya sea de control, protección o de ambos y los instrumentos de medición, son instalados generalmente en los tableros eléctricos, previa elaboración de un diagrama o esquema de funcionamiento, el cual es situado en un lugar visible cerca al tablero para una utilización futura en el caso de modificaciones, averías o mantenimiento. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

1.3.3.3. Diseño de un tablero eléctrico

Los tableros deben albergar todos los componentes necesarios para cumplir una función determinada y montados en armarios o cajas, la elección entre estos envolventes dependerá del tamaño y potencia del tablero, sus fabricaciones deben ser de materiales resistentes a golpes, al fuego, auto extingüibles, no higroscópicos, y estar protegido contra la corrosión.

En el diseño de un tablero eléctrico hay que tener en cuenta las normas para garantizar la continuidad del servicio eléctrico y la protección de la carga; así como la seguridad del personal operario. Otro aspecto muy importante es conocer el costo de la inversión del diseño.

A continuación, las consideraciones que se debe tener presente para un diseño óptimo de un tablero eléctrico.

- Potencia a alimentar
- Voltaje de alimentación.
- Intensidad nominal de la carga.
- Intensidad de Cortocircuito.
- Protección y control de las cargas.
- Costo de la inversión.
- Programación de mantenimiento
 - Correctivo.
 - Preventivo.
- Seguridad de operación y de las instalaciones.
- Posibilidad para expansión.

Todo rediseño de tableros eléctricos de control a realizar es para mejorar la operación, protección, y el mantenimiento del sistema de arranque y se ejecutara según normas Nacionales e internacionales. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

1.3.3.4. Clasificación de los tableros eléctricos

- Según su ubicación y función

Tableros generales (T.G.)

Son los tableros principales de las instalaciones. En ellos estarán montados los dispositivos de protección y maniobra que protegen los alimentadores y que permiten operar sobre toda la instalación interior en forma conjunta o fraccionada. Como se muestra en la imagen 1.2 tablero general (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

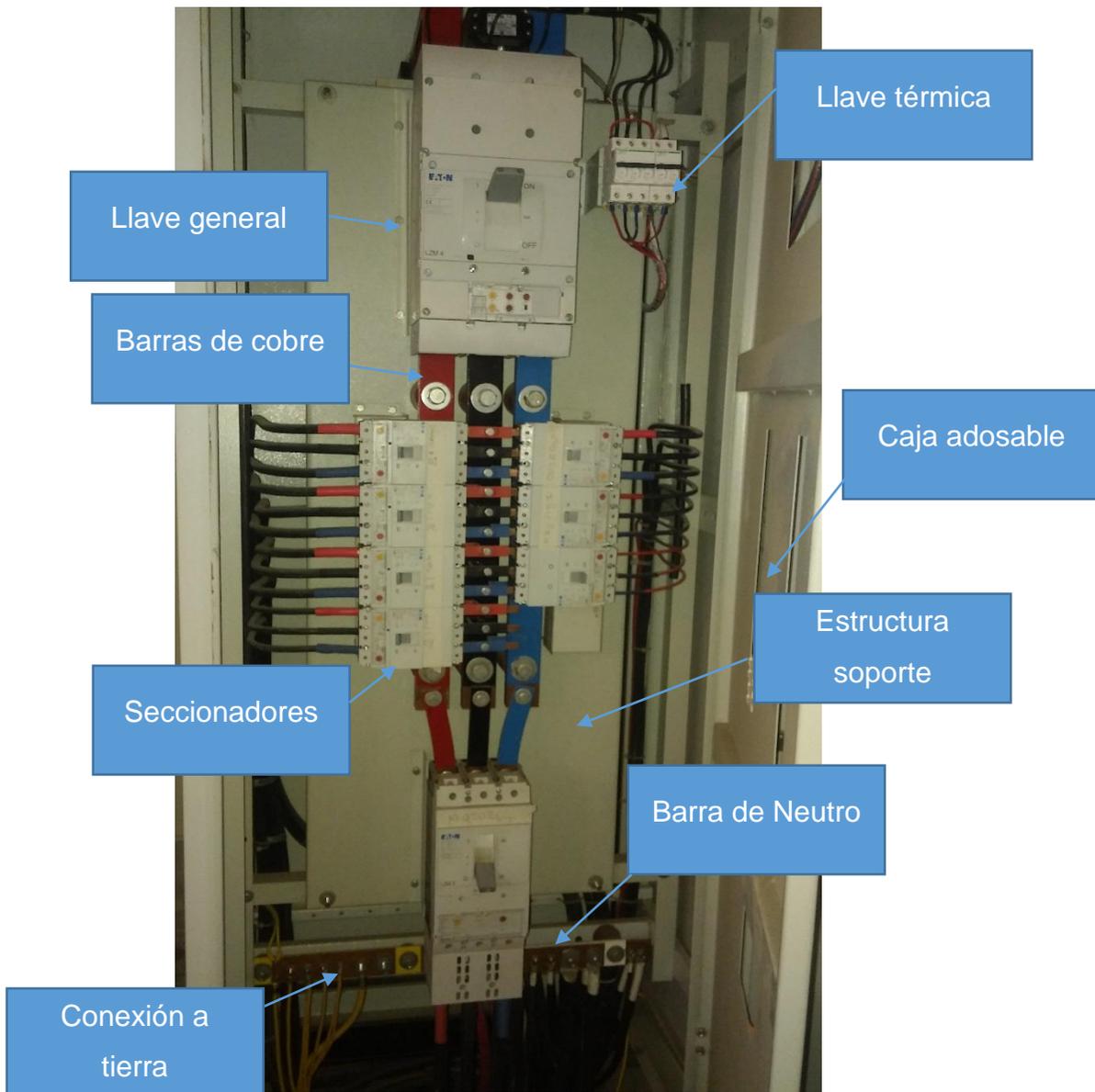


Figura 1.2: Tablero general

Tableros de distribución (T. D.):

Son tableros que contienen dispositivos de protección y maniobra que permiten proteger y operar directamente los circuitos en que está dividida la instalación o una parte de ella. Pueden ser alimentados desde un tablero general, desde un tablero general auxiliar o directamente desde el empalme. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

Tableros centro de control (T.C.C.)

Son tableros que contienen dispositivos de protección y de maniobra o únicamente dispositivos de maniobra y que permiten la operación de grupos de artefactos en

forma individual, en conjunto, en sub.-grupos en forma programada o no programada. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

- Según el uso de la energía eléctrica

Tableros de alumbrado (T. A.)

Es un elemento que sirve para controlar y dividir circuitos de una instalación eléctrica, en la cual también es posible alimentar y controlar diversos centros de carga; esta protección está controlada por interruptores termo magnéticos de uno, dos y tres polos. Los tableros van dirigidos a pequeños y grandes negocios, oficinas, centros comerciales donde se requiere dividir la instalación por zonas. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

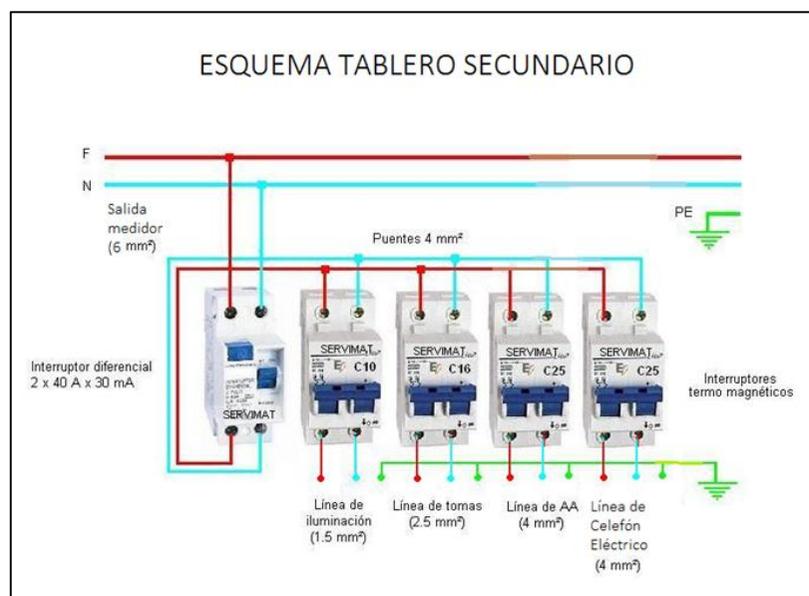


Figura 1.3: Tablero de alumbrado

Tableros de fuerza (T. F.)

Podemos indicar que un CENTRO DE CARGA, es un tablero metálico que contiene una cantidad determinada de interruptores termomagnéticos, generalmente empleados para la protección y desconexión de pequeñas cargas eléctricas y alumbrado. En el caso de que en un tablero eléctrico se concentre exclusivamente interruptores para alumbrado, se conoce como "tablero de alumbrado"; si concentra otros tipos de cargas, se conoce como "TABLERO DE FUERZA".

Los tableros de fuerza, pueden ser monofásicos o trifásicos, razón por la cual pueden soportar interruptores termomagnéticos monopolares, bipolares o tripolares. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)

1.3.3.5. Barras de cobre desnudo

Las barras a utilizar en los tableros serán de cobre electrolítico de pureza no inferior a 99,9% y de alta conductividad. Serán pintadas y plateadas en todas las superficies de contacto, las cuales soportarán la sollicitación térmica y dinámica originada por las corrientes nominal y cortocircuito. Dichas barras irán montadas sobre aisladores.

Las barras estarán identificadas según la fase a la cual corresponde siendo la secuencia de fases N. R. S. T. de adelante hacia atrás, de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha según corresponda. La sección de las barras de neutro, será como mínimo de un 50 % de la sección de las Barras principales.

Las uniones de barras se realizarán con bulones, arandelas planas y arandelas de presión. La protección de zonas bajo potencial eléctrico (por ejemplo, barras, bulones, puentes derivadores, etc.) se cubrirá mediante una placa acrílica. (Libro Instrumentos para tableros , diciembre 2012)



Figura 1.4: Barras de cobre

1.3.3.6. Interruptor automático (termo magnético)

Su función es proteger las instalaciones eléctricas, desconectando un circuito automáticamente al momento de una sobrecarga accionado por un elemento térmico combinado con un elemento magnético. Tienen como función proteger los circuitos contra sobrecargas y cortocircuitos para ello disponen de dos relés independientes, uno para las sobrecargas y otra para los cortocircuitos. La acción

de cualquiera de ellos ordena la apertura de los contactos y el corte de la sobre intensidad. El cierre suele ser manual (restablecer la energía) y la apertura automática al producirse una sobre intensidad. El elemento térmico está constituido por dos metales con distinto coeficiente de dilatación, conocido como par térmico, este se calienta debido al paso de la corriente lo cual provoca un cambio de posición accionando el mecanismo de disparo del interruptor. El elemento magnético posee una pequeña bobina con núcleo movedido, que puede accionar el mecanismo de protección del interruptor, el circuito se apertura de forma instantánea cuando se produce una sobre corriente.

Para efecto de dimensionar el interruptor magneto térmico se tiene en cuenta lo siguiente: (Catedra de Ingenieria Rural)

- Intensidad nominal del equipo a proteger
- Tensión de servicio en la red de alimentación.
- Factor potencia (Cos ϕ)
- Factor de servicio

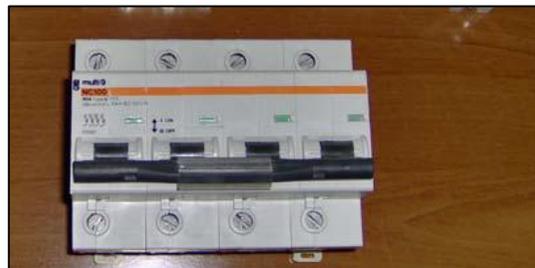


Figura 1.5: Interruptores automáticos.

Los interruptores automáticos protegen contra sobrecargas y cortocircuitos, no protegen contra fugas de Corrientes. En los interruptores automáticos la curva más utilizada en los automáticos es la curva C

1.3.3.7. Curva de disparo

Los interruptores termomagnéticos se caracterizan por una intensidad nominal, que es aquel valor de la corriente a partir del cual deben abrir el circuito. Dependiendo del nivel de sobrecorriente la respuesta será más o menos rápida según se puede ver en la figura. El nombre se debe a que pueden actuar mediante un disparo térmico o mediante un disparo magnético que caracteriza las dos zonas de funcionamiento que se indican. (Catedra de Ingenieria Rural)

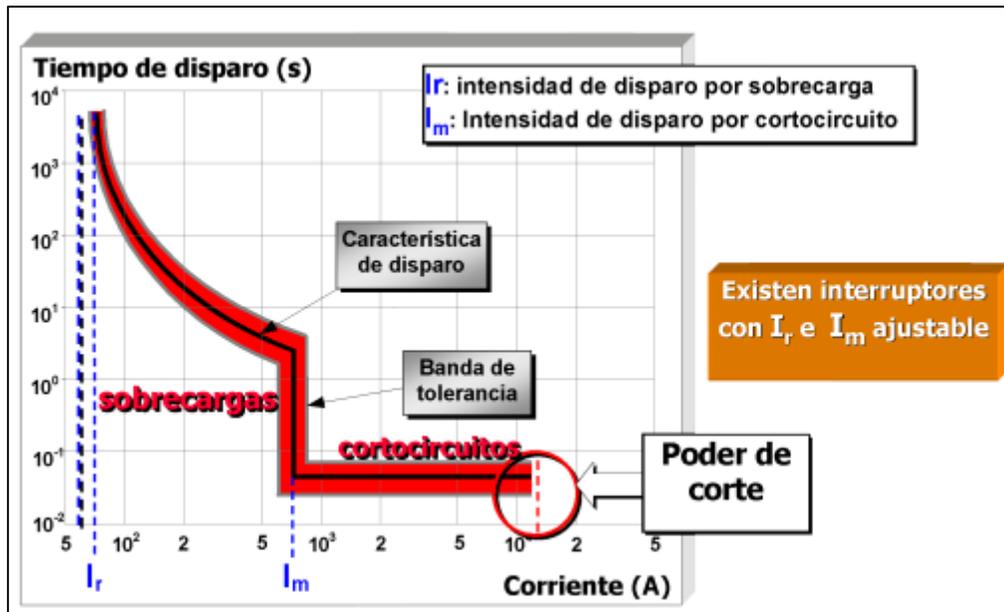


Figura 1.6: Curva de disparo de un interruptor automático

Un interruptor automático contiene dos protecciones independientes para garantizar:

- 1- Protección contra sobrecargas: Su característica de disparo es a tiempo dependiente o inverso, es decir que a mayor valor de corriente es menor el tiempo de actuación.
- 2- Protección contra cortocircuitos: Su característica de disparo es a tiempo independiente, es decir que a partir de cierto valor de corriente de falla la protección actúa, siempre en el mismo tiempo.

Actuar significa cortar corrientes bajo condiciones de circuito anormales especificadas, como las de un cortocircuito (IEC 947-1).

Las normas IEC 609 7- y 60898 fijan las características de disparo de las protecciones de los interruptores automáticos.

Curva B: Circuitos resistivos (para influencia de transitorios de arranque) o con gran longitud de cables hasta el receptor.

Curva C: Cargas mixtas y motores normales en categoría AC (protección típica en el ámbito residencial).

Curva D: Circuitos con transitorios fuertes, transformadores, capacitores, etc. (Catedra de Ingeniería Rural)

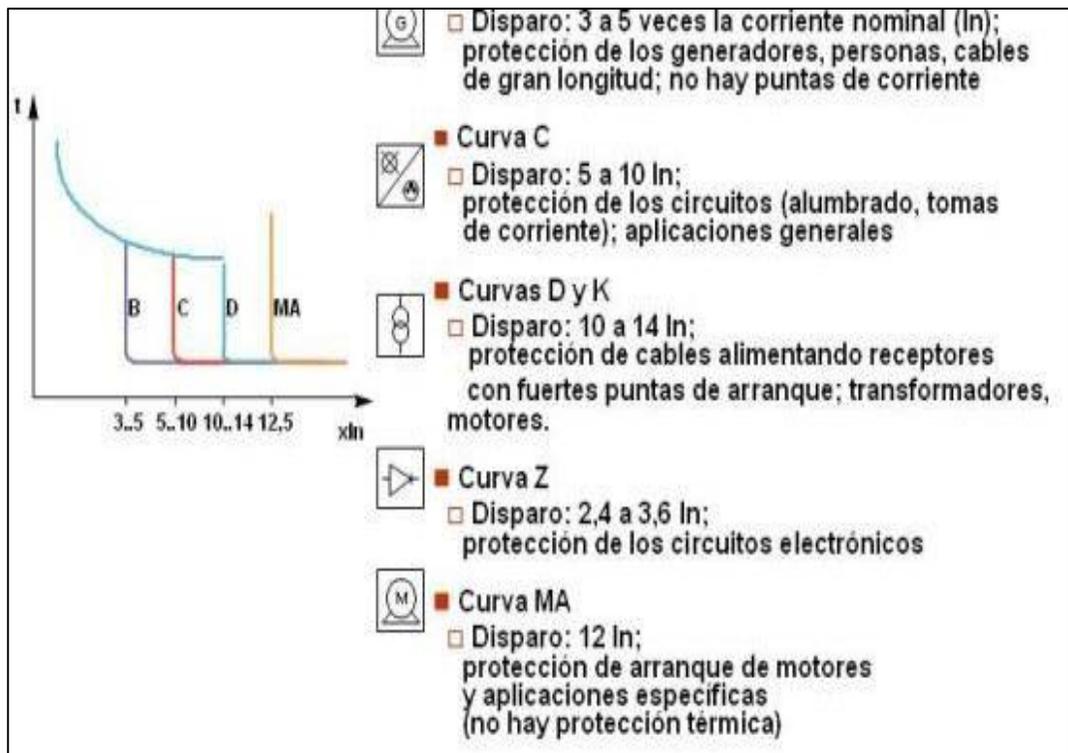


Figura 1.7: Curvas y aplicaciones

Identificación de Interruptor Automático

- Numero de Polos
- Calibre del conductor que llega
- Tipo de curva
- Poder de ruptura = Poder de corte. Por ejemplo 10KA

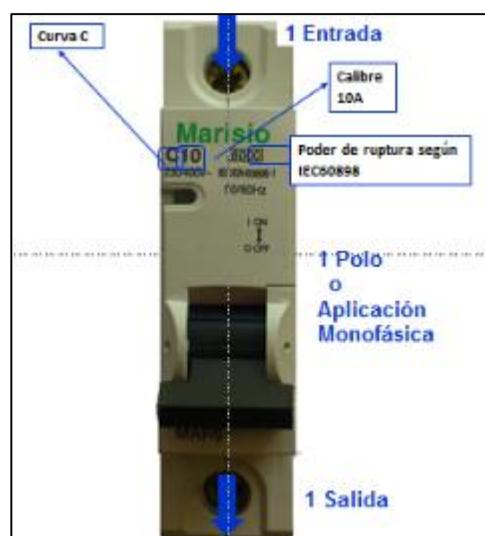


Figura 1.8: Identificación de interruptor automático

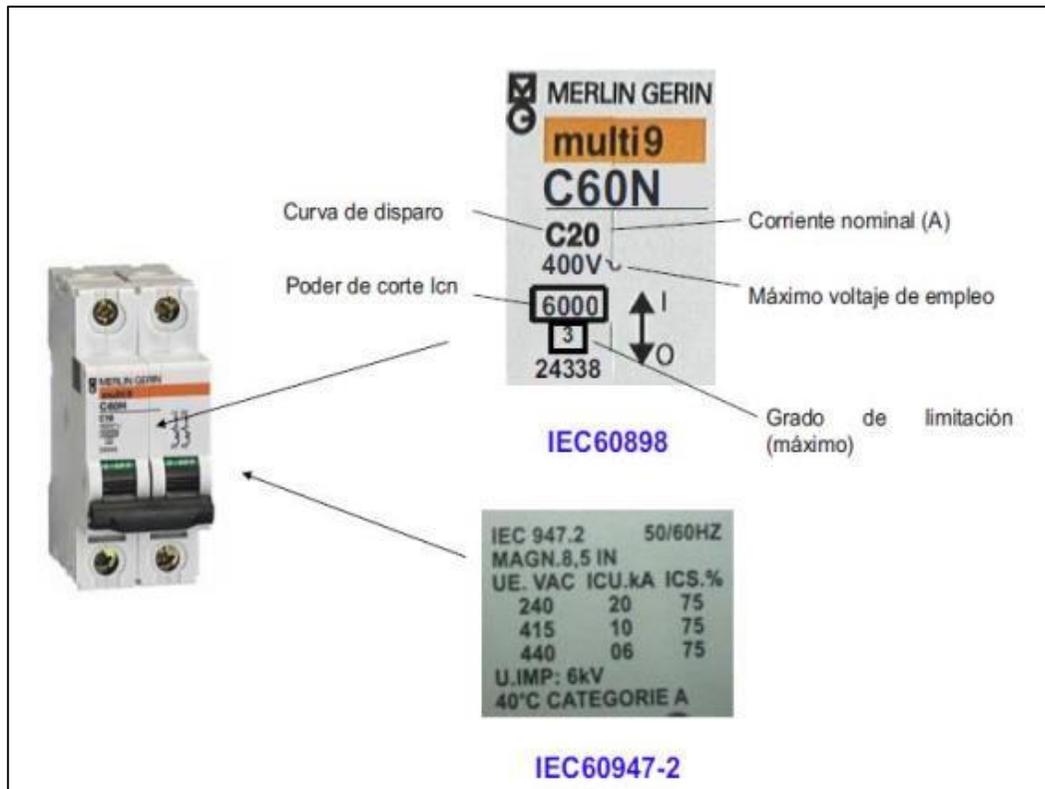


Figura 1.9: Detalle al seleccionar

1.3.3.8. Interruptores automáticos (disyuntores) de potencia (uso industrial)

Protegen frente a sobrecargas y cortocircuitos, pero en entornos industriales (calibres hasta 6000 A). Los relés de protección son electrónicos y toman una muestra de las intensidades de los conductores desde los secundarios de transformadores de intensidad.

Las partes constituyentes son:

- Contacto de apertura-cierre
- Disparador electromecánico del disyuntor
- Transformadores de intensidad
- Relé de protección

Están divididos en categorías básicas según su capacidad de corte, tipo de estructura y capacidad para limitar la corriente de cortocircuito. Por consiguiente, pueden clasificarse como:

- Interruptores Automáticos Con Extinción De La Intensidad Al Paso Por Cero.
- Interruptores Automáticos De Limitación De Corriente.

Según sus características de sobre intensidad, los interruptores automáticos de los dos tipos anteriores pueden subdividirse en otros dos grupos:

- Interruptores Automáticos para la protección de motores.
- Interruptores Automáticos para la protección de circuitos de conexión e instalaciones.



Figura 1.10: Interruptores automáticos para Instalación y motores

1.3.3.9. Interruptor diferencial

Un interruptor diferencial, también llamado disyuntor por corriente diferencial o residual, es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de las derivaciones causadas por faltas de aislamiento entre los conductores activos y tierra o masa de los aparatos.

N° de polos	tensión V	sensibilidad (mA)	calibre (A)	referencias
				IDa clase AC
Instantáneos				
2 polos	230	30	25	16942
		30	40	16945
N° de polos	tensión V	sensibilidad (mA)	calibre (A)	referencias
				ID clase AC
Instantáneos				
2 polos	230	10	25	16200
		30	25	16201
		30	40	16204
		30	63	16208
		30	80	16212
		300	25	16202
		300	40	16206
		300	63	16210
		300	80	16214
		300	100	23034
4 polos	415	30	25	16251
		30	40	16254
		30	63	16258
		300	25	16252
		300	40	16256
		300	63	16250
		300	80	16253
300	100	23056		

Nota: Interruptores diferenciales de tipo selectivo favor consultarnos.

Figura 1.11: Interruptor diferencial

Los interruptores diferenciales protegen contra fugas de corriente ¡no protegen contra sobrecargas ni cortocircuitos!

Los interruptores diferenciales protegen contra contactos directos e indirectos

Todo circuito en que existan enchufes deberán estar protegido mediante un protector diferencial (lo exige la norma eléctrica peruana)

1.3.3.10. Contactor electromagnético

Dentro de un sistema de control de un motor asíncrono de inducción, este elemento puede permitir o no el paso de corriente ya sea en el circuito de fuerza o en el de control, cuando la bobina que posee es energizada. Esto se cumple solo en contactores instantáneos. Su función es cortar la energía eléctrica de una instalación o de un receptor, y puede ser controlado a distancia, tiene dos posicionamientos diferentes según su estado: una en reposo, cuando su bobina no recibe energía del circuito de mando, y otra inestable, cuando la bobina es energizada. A esta forma de funcionamiento se le denomina de "todo o nada". (Catedra de Ingeniería Rural).

La selección de este accesorio se hace de la siguiente manera:

- La potencia nominal de la carga a alimentar
- La clase de corriente del alimentador (si es alterna o continua)
- El voltaje nominal de la bobina y la frecuencia
- Potencia absorbida por el dispositivo
- La cantidad de contactos auxiliares a utilizar

LC2D...	Potencias normalizadas de los motores trifásicos 50/60 Hz. en AC-3		Corriente asignada de empleo en AC-3	Contactos auxiliares integrados	Referencia a ordenar
	kW (CP)	kW (CP)			
	220 V	440 V	A		
Contactores magnéticos tripolares CA con terminales atornillables					
	2.2 (3)	4 (5.5)	9	1NA-1NC	LC1D09**
	3 (3)	5.5 (7.5)	12	1NA-1NC	LC1D12**
	4 (5.5)	9 (12)	18	1NA-1NC	LC1D18**
	5.5 (7.5)	11 (15)	25	1NA-1NC	LC1D25**
	7.5 (7.5)	11 (15)	32	1NA-1NC	LC1D32**
	9 (10)	18.5 (25)	38	1NA-1NC	LC1D38**
	11 (15)	22 (30)	40	1NA-1NC	LC1D40A**
	15 (20)	30 (40)	50	1NA-1NC	LC1D50A**
	18.5 (25)	37 (50)	65	1NA-1NC	LC1D65A**
	22 (30)	45 (60)	80	1NA-1NC	LC1D80**
	25 (33)	45 (60)	95	1NA-1NC	LC1D95**
	30 (40)	59 (80)	115	1NA-1NC	LC1D115**
	40 (55)	80 (100)	150	1NA-1NC	LC1D150**
Contactores magnéticos tripolares con bobina en 24 VCD y terminales atornillables					
	2.2 (3)	4 (5.5)	9	1NA-1NC	LC1D09BD
	3 (3)	5.5 (7.5)	12	1NA-1NC	LC1D12BD
	4 (5.5)	9 (12)	18	1NA-1NC	LC1D18BD
	5.5 (7.5)	11 (15)	25	1NA-1NC	LC1D25BD
	7.5 (7.5)	11 (15)	32	1NA-1NC	LC1D32BD
	9 (10)	18.5 (20)	38	1NA-1NC	LC1D38BD

** Indique el voltaje requerido para la bobina (BD=24Vcd, F7=110 VCA, M7=220 VCA, R7=440 VCA).
 Para seleccionar un contactor utilice la corriente nominal de su motor y en la columna de "corriente asignada de empleo" busque el valor igual o mayor a la corriente de su motor. En la columna de "referencia a ordenar" verá el número de parte.
Ejemplo: Un motor consume 45A. Elegimos la corriente de 50A, y el contactor a utilizar sería **LC1D50A****.
 También se puede seleccionar utilizando la potencia del motor y la tensión de alimentación.
Ejemplo: Se tiene un motor de 30 HP -440 Vca. Utilizando la columna "potencias normalizada" para 440 V, buscamos 22 Kw= 30 HP

Figura 1. 12: Contactor

Además de los puntos anteriores mencionados es necesario conocer las categorías existentes para circuitos con cargas en corriente alterna (CA), sabiendo que existen categorías parecidas para corriente continua (CC) y circuitos de mando en CA y CC, estas son:

Categoría AC1.-Se utiliza en todos los elementos para corriente alterna con factor de potencia al menos igual a 0,95.

Categoría AC2.- Muy útil para frenado en contra corriente y al accionamiento por impulso en los motores de anillos rozantes.

Categoría AC3.-Utilizado para motores de jaula de ardilla, cuando el contactor cierra se da una intensidad de arranque entre 5 a 7 veces de la intensidad nominal del motor.

Categoría AC4.-Es utilizado en motores de jaula o de anillos, para frenado a contracorriente y marcha por impulso. Cuando el contactor cierra el circuito llega a un pico de corriente entre 5 o 7 veces, la corriente nominal del motor en arranque directo. (Catedra de Ingenieria Rural)

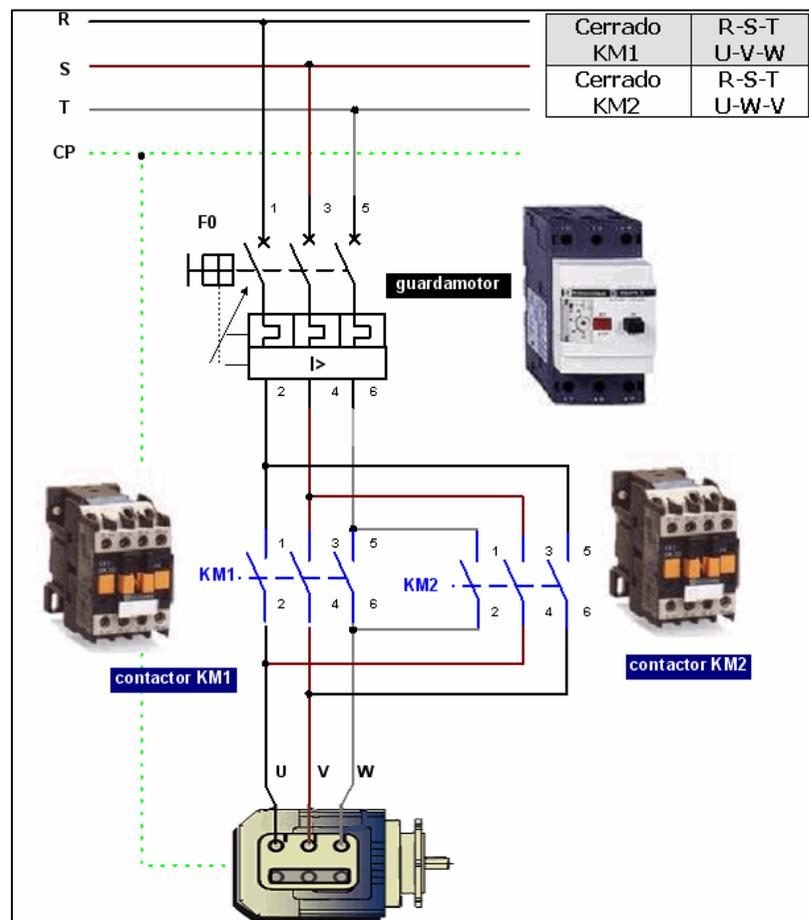


Figura 1.13: Arranque directo con inversión de giro

1.3.3.11. Elementos de señalización y Mando

Son utilizados para vigilar el funcionamiento de un proceso. El personal técnico operario estará capacitado y apto en todo momento de tal manera que pueda percibir, comprender los sucesos y responder rápida y eficientemente y dar solución en una situación imprevista.

Lámparas piloto o de señalización

Su utilización es necesaria pues permite indicar el estado en el que se encuentran las conexiones y las cargas alimentadas:

Lámpara Roja.

- Indica la parada por algún tipo de desconexión.
- Indica la parada por alerta de un peligro o falla.
- Indica que el motor ha parado por sobre intensidad u otro tipo de avería.

Lámpara Verde.

- Indica que el motor se encuentra operando.
- Indica que los circuitos eléctricos han sido alimentados con tensión.

Lámpara Amarilla

- Indica que existe falla por inversión de fases y/o ausencia de alguna fase en la red del alimentador

Pulsadores

Estos dispositivos permiten o interrumpen el paso de la corriente cuando se ejerce presión sobre él. En el momento que ya no se ejerce acción sobre el este retorna nuevamente al anterior estado; es decir en reposo. El pulsador está constituido por una lámina que permite la conducción de energía creando contacto entre dos terminales al oprimir el botón, posee un muelle que permite a la lámina volver a su posición anterior al dejar de presionar el botón pulsador.

Los pulsadores son utilizados en el control general en tableros eléctricos para arranque y parada; así mismo como paro de emergencia, son fabricados en metal cromado, especialmente para lugares de operatividad constante, también existen de plástico, para lugares con elevado nivel de corrosión.

1.3.3.12. Calculo de pozo a tierra en baja tensión (BT)

Para el caso de la puesta a tierra cilíndrico, se ha considerado según el código nacional de electricidad, una resistencia máxima de puesta a tierra de 8 ohmios.

Para el cálculo se ha considerado la siguiente fórmula

$$R_j = \frac{Pr}{2 \times \pi \times d} \times Ln \times \frac{D}{d} + \frac{P}{12 \times \pi \times d} \times Ln \frac{4L}{D} \quad (1.12)$$

Donde:

Pr: Resistividad del relleno = 5 Ohmios - m

P: Resistividad de diseño = 30 Ohmios - m

L: Longitud de la jabalina, (2.4 m) = 2.4m

D: Diámetro del pozo = 2R = 1m

d: Diámetro de la jabalina = 2ro = 0.01905m

Cálculo del beneficio económico

1.3.4.1. Retorno operacional de la inversión (ROI)

Es un parámetro que permite medir el plazo de tiempo que se requiere para que los flujos netos de efectivo de una inversión recuperen su costo o inversión inicial (SOWEL tomas, 2013)

$$ROI = \frac{I}{B} \quad (1.13)$$

Dónde:

I: Inversión para la ejecución del proyecto [\$]

B: Beneficio logrado por el proyecto [\$/año]

1.3.4.2. Valor actual neto

Es un método de valoración de inversiones que puede definirse como la diferencia entre el valor actualizado de los cobros y de los pagos generados por una inversión (SOWEL tomas, 2013)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+r)^t} - I_0 \quad (1.14)$$

Dónde:

- VAN : Valor actual neto [\$]
- V_t : Flujos de caja en cada tiempo [\$]
- r: Interés [%]
- n: Número de períodos considerados [años]
- I_0 : Valor del desembolso inicial de la inversión [\$]

1.3.4.3. Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto, es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos, como negativos) de una determinada inversión sean igual a cero (SOWEL tomas, 2013)

$$\sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (1.15)$$

Dónde:

- TIR: Tasa interna de retorno
- VAN: Valor actual neto [\$]
- V_t : Flujos de caja en cada tiempo [\$]
- n: Número de períodos considerados [años]
- I_0 : Valor del desembolso inicial de la inversión [\$]

1.4. Formulación del Problema

¿En qué medida el rediseño del sistema eléctrico mejora la eficiencia y seguridad en el Teatro Municipal de Trujillo?

1.5. Justificación del estudio

Relevancia económica

El rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo, permitirá aumentar el rendimiento del sistema y reducir los costos en consumo de energía eléctrica. Logrando maximizar el beneficio económico.

Relevancia tecnológica

El estudio de nuevas tecnologías de iluminación LED permitirá al Teatro Municipal de Trujillo. Estar un paso adelante con referencia a otros Teatros municipales, en el tema de prevención y seguridad humana.

Relevancia institucional

La Universidad César Vallejo como una institución educativa universitaria promueve el estudio de trabajos de tesis como: diseños eléctricos, permitiendo una relación laboral entre la empresa y la Universidad. Logrando que el alumno de la escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica extienda sus conocimientos hacia el campo laboral.

Relevancia socio – ambiental

El rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal reduce las pérdidas eléctricas de los equipos al medio ambiente, manifestándose como un uso responsable de nuestros recursos contribuyendo de esta manera a la conservación de nuestro medio ambiente.

1.6. Hipótesis

El rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo se realizará con la aplicación de las teorías de electricidad y el código nacional eléctrico, esto para aumentar la eficiencia y seguridad

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Rediseñar las instalaciones eléctricas del Teatro Municipal de Trujillo para mejorar su eficiencia y seguridad.

1.7.2. Objetivo específico

1.7.2.1. Realizar un diagnóstico al sistema eléctrico actual del Teatro Municipal mediante un análisis de carga de la demanda máxima.

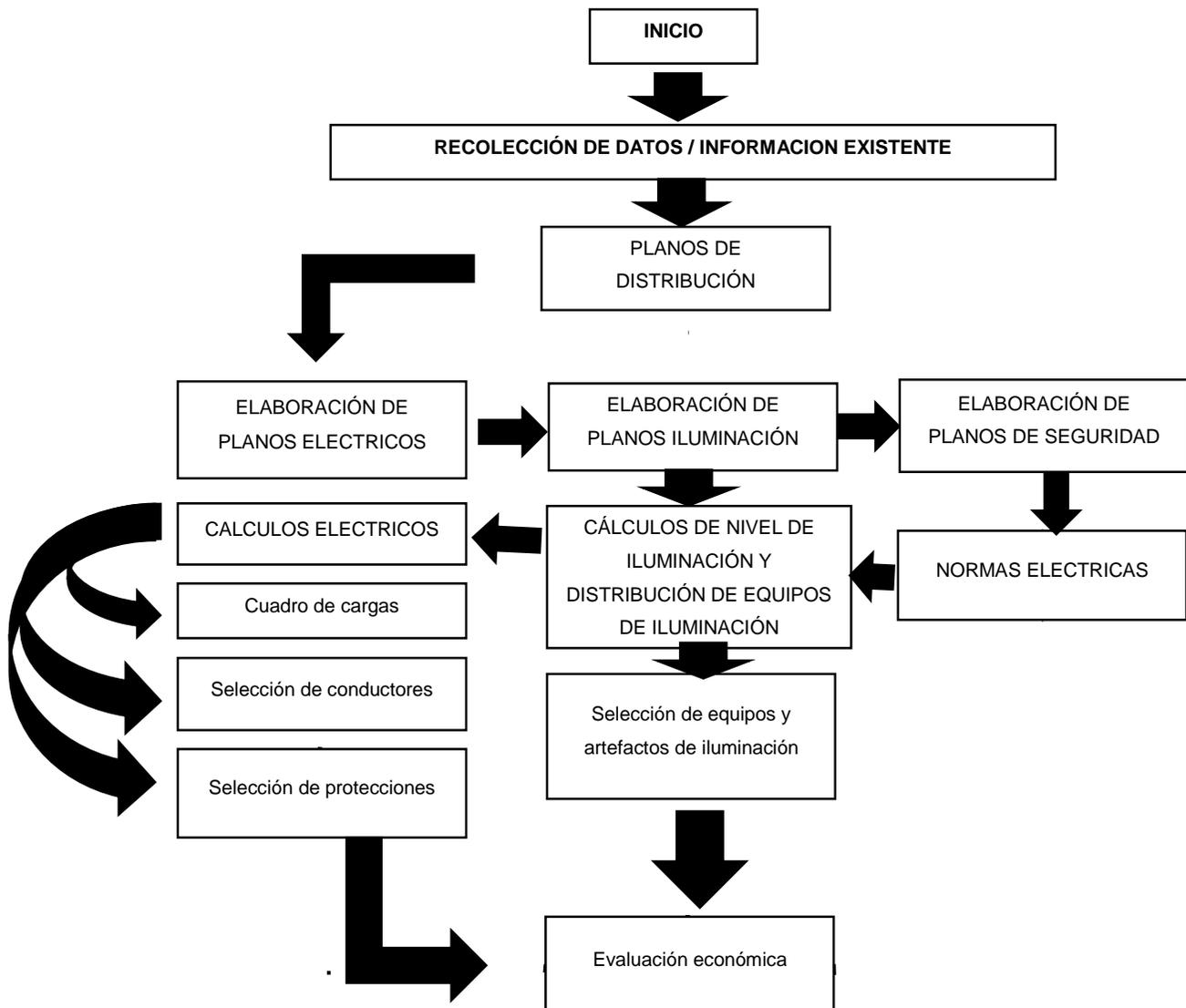
1.7.2.2. Diseñar las instalaciones eléctricas interiores de iluminación (circuitos eléctricos de fuerza y de mando en BT)

1.7.2.3. Diseñar el nuevo sistema eléctrico de control y protección para 10 Motores del Sistema de Tramoyas 3 HP usados en el escenario.

1.7.2.4. Determinar el beneficio económico en la reducción de los costos en consumo de energía eléctrica, inversión y retorno operacional de la inversión inicial. Y herramientas financieras VAN y TIR.

II. Método

2.1. Diseño de Investigación



La siguiente investigación es aplicativa descriptiva.

2.2. Variables

Variable Independiente

- Demanda de potencia eléctrica del teatro Municipal de Trujillo.

Variable dependiente

- Beneficio económico del rediseño del sistema eléctrico del teatro
- Rediseño del sistema eléctrico del teatro Municipal de Trujillo.

2.3. Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Independiente Demanda de potencia eléctrica del teatro Municipal de Trujillo.	La potencia activa representa la capacidad de un circuito para poder realizar un proceso de transformación de la energía eléctrica en trabajo	Es la potencia eléctrica útil.	Potencia activa de cada tablero.	KiloWatts	< 180 KW
	Es la energía que no se convierte en trabajo útil.	Es la potencia eléctrica perdida presente en los equipos inductivos.	Potencia reactiva de cada tablero.	KVAR	< 65 KVAR
Dependiente Rediseño del sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo	Mejoramiento de las instalaciones en cuanto a las especificaciones técnicas del nuevo sistema eléctrico del Teatro Municipal de Trujillo	Calculo del sistema eléctrico para dimensionar y seleccionar los accesorios correspondientes para ser instalados según el diagrama unifilar propuesto.	Selección correcta de secciones de conductores eléctricos.	Amperios	5 – 330 A
				Voltios	220 – 380 Voltios
				KiloWatts	170 KW
			Corriente de selección de sobre corrientes.	Amperios	250 A.
			Corriente de fuga.	Miliamperios	25 mA.
			Potencia consumida por área iluminada.	KiloWatts	4 - 18 KW
Puesta a tierra.	Ohm	< 25 Ohm			

Dependiente Beneficio económico del rediseño del sistema eléctrico	Retribución como respuesta a una actividad económica.	Inversión	Costo de mano de obra, materiales y gastos generales.	Nuevos soles	> S/. 80,000.00
		Beneficio	Diferencia entre egresos por pago de consumo eléctrico antes del rediseño menos, el actual consumo.	Nuevos soles	< S/. 20,000.00
		TIR	Tasa interna de retorno de la inversión	%	> 20%

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Población y Muestra

Población

Instalaciones eléctricas de teatros municipales

Muestra

Instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Observación	Fichas de inspección
Medición convencional	Se realizo las mediciones con los equipos Multimetro marca fluke 110 plus Pinza amperimetrica fluke 902 fc hvac true-rms

2.6. Método de análisis de datos

Mediante la aplicación de las ecuaciones de electricidad para calcular los parámetros eléctricos que permitan seleccionar los equipos y accesorios del sistema considerando el código nacional eléctrico.

2.7. Aspectos éticos

Todo lo copiado de otra investigación se encuentra referenciado y lo que es aporte mío está referenciado como mi autoría.

III. Resultados

3.1. Diagnóstico del sistema eléctrico actual

Se realizó una visita técnica a las instalaciones del teatro municipal de Trujillo, con el objetivo de recoger la información correspondiente a la distribución de tableros, las cargas, longitudes y secciones de conductores. Esta información se plasmó en la figura 3.1, en un esquema unifilar de tableros eléctricos con uso de AUTOCAD.

3.1.1. Potencia eléctrica de luminaria actual

En la actualidad se encuentra instalado como luminaria dicroica incandescente y lámparas fluorescentes compactas de 40 Watts y 20 Watts respectivamente. En la tabla 3.3, se muestran el número de lámparas y dicroicos instalados; así como, calculados.

Se inicia calculando el factor de local k.

Donde

- a: La longitud de la sala en metros, b: Ancho de la sala en metros
- Hu: Altura de montaje en metros (distancia vertical entre la luminaria y plano útil)

$$k = \frac{a * b}{h * (a + b)} = \frac{10.14 * 5.17}{2.80 * (10.14 + 5.17)} = 1.22$$

Luego se determina el factor de reflexión mediante la tabla 3.1, considerando que en su gran mayoría los colores de las paredes son de color blanco.

$$\Phi t = \frac{E_{med} * S}{C_u * C_d} = \frac{100 * 52.4238}{0.55 * 0.90} = 10590.67$$

Donde:

E_{med} : Iluminancia media de trabajo

S: Superficie de la sala

C_u : Coeficiente de utilización

C_d : Coeficiente de mantenimiento.

Tabla 3.1, Factor de reflexión.

Color	Factor de reflexión
Bianco	0,70-0,85
Techo acústico blanco, según orificios	0,50-0,65
Gris claro	0,40-0,50
Gris oscuro	0,10-0,20
Negro	0,03-0,07
→ Crema, amarillo claro	0,50-0,75
Marrón claro	0,30-0,40
Marrón oscuro	0,10-0,20
Rosa	0,45-0,55
Rojo claro	0,30-0,50
Rojo oscuro	0,10-0,20
Verde claro	0,45-0,65
Verde oscuro	0,10-0,20
Azul claro	0,40-0,55
Azul oscuro	0,05-0,15

Con estos valores en la tabla 3.2 se encuentra el factor de utilización.

Tabla 3.2, Factor de utilización.

Room Index k	Reflectances (%) for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.36	0.35	0.36	0.35	0.34	0.30	0.30	0.27	0.29	0.27	0.26
0.80	0.44	0.41	0.43	0.42	0.41	0.36	0.36	0.33	0.36	0.33	0.32
1.00	0.50	0.46	0.49	0.47	0.46	0.42	0.41	0.38	0.41	0.38	0.37
1.25	→ 0.55	0.51	0.54	0.52	0.50	0.46	0.46	0.43	0.45	0.43	0.42
1.50	0.59	0.54	0.58	0.56	0.53	0.50	0.49	0.47	0.49	0.46	0.45
2.00	0.66	0.59	0.64	0.61	0.58	0.55	0.54	0.52	0.54	0.52	0.50
2.50	0.70	0.61	0.68	0.64	0.61	0.58	0.57	0.56	0.57	0.55	0.54
3.00	0.72	0.63	0.70	0.66	0.63	0.61	0.60	0.58	0.59	0.57	0.56
4.00	0.76	0.65	0.73	0.69	0.65	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.58
5.00	0.78	0.67	0.75	0.70	0.66	0.65	0.63	0.62	0.62	0.61	0.60

El número de luminarias se calcula con la ecuación a continuación y depende del flujo de la luminaria calculado y de la ficha técnica de la luminaria.

$$N = \frac{\Phi_t}{\Phi_u} = \frac{10590.7}{950} = 11$$

Donde:

Φ_u : Flujo de una luminaria unitario

Por lo que los valores para este caso del ambiente Foyer, es de color blanco, entonces el factor de reflexión es igual a 0.80 y el factor de utilización resulta aproximado a 0.55.

Tabla 3.3, Potencia calculada y según plano de luminarias. (Parte 1)

piso	Ambiente	a (m)	b (m)	Hu (m)	K	Cr	Cu	Cm	Em (Lx)	F Total (lm)	Flujo de Lámpara (lm)	Pot. (W)	N.º Lamp. Calculada	Nº Lamp. en plano	Pot. (w) Calculada	Pot. (w) en plano
1	Vigilancia	2.10	1.51	3.00	0.29	0.80	0.60	0.60	150.00	1321.25	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
1	Oficina administrativa	4.16	5.24	2.00	1.16	0.80	0.60	0.90	150.00	6055.11	950.00	40.00	6.00	1.00	240.00	40.00
1	foyer primer ambiente	10.14	5.17	2.80	1.22	0.80	0.55	0.90	100.00	10590.67	950.00	40.00	11.00	6.00	440.00	240.00
1	foyer segundo ambiente	12.54	6.08	2.80	1.46	0.80	0.60	0.90	100.00	14119.11	950.00	40.00	15.00	9.00	600.00	360.00
1	boleteria	2.32	5.07	3.00	0.53	0.80	0.60	0.80	100.00	2450.50	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
1	SS.HH Damas Espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
1	SS.HH Damas	3.20	3.80	2.75	0.63	0.80	0.60	0.60	100.00	3377.78	950.00	40.00	4.00	5.00	160.00	200.00
1	SS.HH Caballeros Espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
1	SS.HH Caballeros	3.13	4.88	2.75	0.69	0.80	0.60	0.60	100.00	4242.89	950.00	40.00	4.00	3.00	160.00	120.00
1	SS.HH Discapacitados Espejos										1170.00	18.00	1.00	1.00	18.00	18.00
1	SS.HH Discapacitados	4.20	2.32	3.00	0.50	0.70	0.60	0.60	70.00	1894.67	950.00	40.00	2.00	1.00	80.00	40.00
1	pasadizos a palcos lado izquierdo	3.08	17.05	2.70	0.97	0.65	0.60	0.90	100.00	9724.81	950.00	40.00	10.00	4.00	400.00	160.00
1	Pasadizos a Palcos lado derecho	3.08	17.05	2.70	0.97	0.65	0.60	0.90	100.00	9724.81	950.00	40.00	10.00	4.00	400.00	160.00
1	Ingreso a palco principal derecho	1.70	2.05	2.70	0.34	0.65	0.60	0.90	150.00	968.06	950.00	40.00	1.00	2.00	40.00	80.00
1	Ingreso a palco principal izquierdo	1.70	2.05	2.70	0.34	0.65	0.60	0.90	150.00	968.06	950.00	40.00	1.00	2.00	40.00	80.00
1	Fosa de músicos	10.00	2.50	1.75	1.14	0.40	0.60	0.90	150.00	6944.44	1170.00	18.00	6.00	5.00	108.00	90.00
1	platea	14.36	15.45	12.30	0.61	0.70	0.60	0.90	150.00	61628.33	1170.00	18.00	53.00	50.00	954.00	900.00
1	Pasadizo al escenario	1.64	34.93	2.60	0.60	0.65	0.60	0.90	150.00	15912.56	950.00	40.00	17.00	12.00	680.00	480.00
1	Escenario	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.60	0.90	0.00	0.00		0.00			0.00	0.00
1	Deposito de equipos de limpieza	1.05	1.09	2.60	0.21	0.65	0.60	0.60	150.00	476.88	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
1	Cafetería	4.00	2.81	1.75	0.94	0.70	0.60	0.90	150.00	3122.22	950.00	40.00	3.00	3.00	120.00	120.00
1	Cuarto de tableros	2.10	1.99	1.75	0.58	0.65	0.60	0.90	150.00	1160.83	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
1	Salida de emergencia	1.80	45.49	2.60	0.67	0.70	0.60	0.90	100.00	15163.33	950.00	40.00	16.00	15.00	640.00	600.00
1	Pasillo en el Primer Piso	21.62	2.06	2.60	0.72	0.65	0.60	0.90	150.00	12371.44	950.00	40.00	13.00	8.00	520.00	320.00
1	Sala de Pianos	8.94	10.22	3.36	1.42	0.70	0.60	0.90	50.00	8459.89	950.00	40.00	9.00	8.00	360.00	320.00
1	Sala Multiuso	4.83	7.18	3.36	0.86	0.70	0.60	0.90	70.00	4495.48	950.00	40.00	5.00	4.00	200.00	160.00
1	Camarín Principal	4.88	2.10	2.53	0.58	0.65	0.60	0.90	100.00	1897.78	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
1	Baño completo de/Camarín Principal	1.21	2.53	1.68	0.49	0.80	0.60	0.70	100.00	728.88	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
1	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejos										1170.00	18.00	1.00	1.00	18.00	18.00
1	SS.HH. y Vestidores de Hombres	1.91	7.09	1.68	0.90	0.80	0.60	0.60	100.00	3761.64	950.00	40.00	4.00	3.00	160.00	120.00
1	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejos										1170.00	18.00	1.00	1.00	18.00	18.00
1	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	2.01	6.14	1.68	0.90	0.80	0.60	0.60	100.00	3428.17	950.00	40.00	4.00	3.00	160.00	120.00
1	Escalera de Evacuación [Escalera 1]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.60	0.90	100.00	1944.44	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00

Tabla 3.3, Potencia calculada y según plano de luminarias. (Parte 2)

2	Escalera Integrada [Escalera 2]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.60	0.90	150.00	2916.67	950.00	40.00	3.00	2.00	120.00	80.00
2	Sala de Exposición	10.40	11.54	4.30	1.27	0.70	0.70	0.90	100.00	19050.16	950.00	40.00	20.00	19.00	800.00	760.00
2	Oficina administrativa	5.47	5.17	3.45	0.77	0.80	0.60	0.90	150.00	7855.53	950.00	40.00	8.00	1.00	320.00	40.00
2	Oficina Gerencia	4.04	5.33	3.45	0.67	0.80	0.60	0.90	150.00	5981.44	950.00	40.00	6.00	2.00	240.00	80.00
2	SS.HH Damas espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
2	SS.HH Damas	4.37	3.82	3.45	0.59	0.80	0.60	0.60	100.00	4637.06	950.00	40.00	5.00	4.00	200.00	160.00
2	SS.HH Caballeros Espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
2	SS.HH Caballeros	4.37	6.00	3.45	0.73	0.80	0.60	0.60	100.00	7283.33	950.00	40.00	8.00	4.00	320.00	160.00
2	Mezanine interno	17.00	6.40	1.75	2.66	0.70	0.60	0.90	100.00	20148.15	950.00	40.00	21.00	21.00	840.00	840.00
2	Cabina de sonido y iluminacion	3.90	2.10	1.75	0.78	0.70	0.60	0.80	70.00	1194.38	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
2	Entrada palco izquierdo	2.40	2.65	3.45	0.37	0.70	0.60	0.90	150.00	1766.67	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
2	Entrada palco derecho	2.40	2.65	3.45	0.37	0.70	0.60	0.90	150.00	1766.67	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
2	deposito	4.40	5.82	3.45	0.73	0.65	0.60	0.60	100.00	7113.33	950.00	40.00	7.00	3.00	280.00	120.00
2	Camerín 01 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 01	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Baño completo de/Camerín 01	2.46	2.99	1.68	0.80	0.80	0.60	0.60	100.00	2043.17	950.00	40.00	2.00	1.00	80.00	40.00
2	Camerín 02 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 02	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 03 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 03	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 04 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 04	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 05 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 05	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 06 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camerín 06	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 07 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camarín 07	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Camerín 08 Espejo										1170.00	18.00	6.00	0.00	108.00	0.00
2	Camarín 08	2.38	2.99	2.53	0.52	0.70	0.60	0.80	200.00	2965.08	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
2	Sala de Ensayo	4.03	10.76	2.53	1.16	0.70	0.60	0.90	150.00	12045.22	950.00	40.00	13.00	11.00	520.00	440.00
2	pasadizo a camerinos	11.50	1.17	1.68	0.63	0.70	0.60	0.70	150.00	4805.36	950.00	40.00	5.00	6.00	200.00	240.00
2	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejos										1170.00	18.00	2.00	2.00	36.00	36.00
2	SS.HH. y Vestidores de Hombres	1.80	7.84	1.68	0.87	0.80	0.60	0.60	100.00	3920.00	950.00	40.00	4.00	4.00	160.00	160.00
2	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejos										1170.00	18.00	2.00	2.00	36.00	36.00
2	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	1.80	7.84	1.68	0.87	0.80	0.60	0.60	100.00	3920.00	950.00	40.00	4.00	4.00	160.00	160.00
2	Escalera Integrada [Escalera 2]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.70	0.60	0.90	150.00	2916.67	950.00	40.00	3.00	2.00	120.00	80.00

Tabla 3.3, Potencia calculada y según plano de luminarias. (Parte 3)

3	Escalera Integrada [Escalera 3]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.60	0.90	150.00	2916.67	950.00	40.00	3.00	2.00	120.00	80.00
3	SS.HH Damas Espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
3	SS.HH Damas	2.50	6.40	2.35	0.77	0.80	0.60	0.60	100.00	4444.44	950.00	40.00	5.00	2.00	200.00	80.00
3	SS.HH Caballeros Espejos										1170.00	18.00	3.00	3.00	54.00	54.00
3	SS.HH Caballeros	2.50	6.40	2.53	0.71	0.80	0.60	0.60	100.00	4444.44	950.00	40.00	5.00	2.00	200.00	80.00
3	Galeria	17.00	5.20	2.35	1.69	0.70	0.60	0.80	150.00	27625.00	950.00	40.00	29.00	23.00	1160.00	920.00
3	Entrada palco izquierdo	1.70	2.05	2.35	0.40	0.70	0.60	0.80	200.00	1452.08	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
3	Entrada palco derecho	1.70	2.05	2.35	0.40	0.70	0.60	0.80	200.00	1452.08	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
3	Deposito de escenografia	3.80	2.20	3.20	0.44	0.65	0.60	0.60	100.00	2322.22	950.00	40.00	2.00	1.00	80.00	40.00
3	Deposito de pizos de ballet	2.70	2.20	3.20	0.38	0.65	0.60	0.60	100.00	1650.00	950.00	40.00	2.00	1.00	80.00	40.00
3	Salón de Ballet	14.82	7.15	4.20	1.15	0.70	0.60	0.90	100.00	19622.78	1170.00	18.00	17.00	12.00	306.00	216.00
3	Secretaria	2.85	2.33	3.35	0.38	0.70	0.60	0.90	100.00	1229.72	950.00	40.00	1.00	1.00	40.00	40.00
3	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejos										1170.00	18.00	1.00	1.00	18.00	18.00
3	SS.HH. y Vestidores de Hombres	2.19	4.90	2.35	0.64	0.80	0.60	0.60	70.00	2086.58	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
3	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejos										1170.00	18.00	1.00	1.00	18.00	18.00
3	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	2.70	7.05	2.35	0.83	0.80	0.60	0.60	70.00	3701.25	950.00	40.00	4.00	4.00	160.00	160.00
3	Escalera Integrada [Escalera 3]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.60	0.90	150.00	2916.67	950.00	40.00	3.00	2.00	120.00	80.00
3	Salón de Espera (pasillo)	1.70	12.30	3.35	0.45	0.65	0.60	0.85	200.00	8200.00	950.00	40.00	9.00	9.00	360.00	360.00
3	Oficina de la Directora	2.80	3.20	3.35	0.45	0.80	0.60	0.90	150.00	2488.89	950.00	40.00	3.00	1.00	120.00	40.00
3	Escalera de Evacuación [Escalera 1]	1.50	6.80	2.70	0.46	0.65	0.60	0.90	150.00	2833.33	950.00	40.00	3.00	2.00	120.00	80.00
3	Azotea y Cuarto de Máquinas	6.10	8.20	2.80	1.25	0.65	0.60	0.70	50.00	5954.76	950.00	40.00	6.00	6.00	240.00	240.00
3	Escalera Integrada [Escalera 2]	1.50	3.50	2.70	0.39	0.65	0.60	0.80	150.00	1640.63	950.00	40.00	2.00	2.00	80.00	80.00
0	Sótano										950.00	40.00	12.00	12.00	480.00	480.00
															17878.00	12692.00

La potencia total en luminarias con dióicos y lámparas fluorescentes compactas, suman 12692.00 W, esta potencia en luminarias se encuentra instalada en el teatro municipal de Trujillo. En las tablas a continuación se muestran las potencias por tableros.

3.1.2. Demanda y factor de potencia eléctrica actual

Los tableros se estudiaron desde los sub tableros hasta el tablero general. Las potencias eléctricas demandadas por el teatro municipal de Trujillo se presentan desde la tabla 3.4 hasta la tabla 3.22, mostrando también la corriente y el factor de potencia que fluye a través de los conductores en demanda máxima; esto por que es un local de eventos en los que cuando hay presentación, las cargas entran en funcionamiento a la vez.

Tabla 3.4, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P2.

TABLERO SEGUNDO PISO ST-P2			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
Escalera a camerinos	2	40	80
Alumbrado camerinos	8	40	320
Baño camerín 1	1	40	40
Salón de ensayo	11	40	440
Focos espejo camerinos	0	0	0
Pasadizos CAMERINOS	6	40	240
SS.HH hombres	4	40	160
SS.HH Hombres Espejos	2	18	36
SS.HH mujeres	4	40	160
SS.HH Mujeres Espejos	2	18	36
Termas eléctricas	2	1500	3000
			4512

Tabla 3.5, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P2.

SUB TABLERO SEGUNDO PISO							
st-p2	Demanda de potencia	Tensión de línea	Demanda máxima de potencia	Intensidad de corriente	phi	Potencia reactiva	Factor de potencia
Cable	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Artefactos de resistencia 1	1500,00	220,00	1,50	6,89	8,11	0,21	0,99
Artefactos de resistencia 2	1500,00	220,00	1,50	6,89	8,11	0,21	0,99
Iluminación	1512,00	380,00	1,51	4,19	18,19	0,50	0,95
TOTAL	4512,00	380,00	4,51	7,00	11,58	0,92	0,98

Se puede observar en estas tablas 3.4 y 3.5, que la llegada al tablero ST-P2 es de 3 fases y que de esta se asigna una fase y neutro para cada derivación, asimismo se busca de esta manera equilibrar las cargas.

Tabla 3.6, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P3.

TABLERO TERCER PISO ST-P3			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ALUMBRADO ESCALERAS	2	40	80
SALON DE ESPERA PASILLO	9	40	360
SALON DE BALET	12	18	216
EQUIPO DE SONIDO	1	700	700
TELEVISOR	1	50	50
VENTILADOR	1	50	50
OFICINA DE BALLET	1	40	40
SS. HH HOMBRES	2	18	36
SS. HH HOMBRES ESPEJOS	2	40	80
SS.HH MUJERES	2	40	80
SS.HH MUJERES ESPEJOS	1	18	18
THERMA ELECTRICA	1	1500	1500
HERBIDOR ELECTRICO	1	1500	1500
CALEFACTOR ELECTRICO	4	800	3200
			7910

Tabla 3.7, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P3.

SUB TABLERO TERCER PISO							
ST-P3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	°	<i>KVAR</i>	-
Televisor	50,00	220,00	0,05	0,24	18,19	0,02	0,950
Equipo de sonido	700,00	220,00	0,70	3,35	18,19	0,23	0,950
Ventilador	50,00	220,00	0,05	0,24	18,19	0,02	0,950
Artefactos de resistencia 1	3200,00	220,00	3,20	14,69	8,11	0,46	0,990
Artefactos de resistencia 2	3000,00	220,00	3,00	13,77	8,11	0,43	0,990
Iluminación	910,00	380,00	0,91	2,52	18,19	0,30	0,950
TOTAL	7910,00	380,00	7,91	12,22	10,36	1,45	0,984

Tabla 3.8, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P4.

TABLERO 4 PISO ST-P4			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
COMPUTADORA	1	200	200
THERMA ELECTRICA	1	1500	1500
FLUORECENTES	12	40	480
			2180

Tabla 3.9, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P4.

SUB TABLERO CUARTO PISO							
ST-P4	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Computadora	200,00	220,00	0,20	0,96	18,19	0,07	0,95
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	6,82	0,00	0,00	1,00
Iluminación	480,00	220,00	0,48	2,30	18,19	0,16	0,95
TOTAL	2180,00	380,00	2,18	3,33	5,85	0,22	0,99

Tabla 3.10, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TSBA.

TABLERO BOMBA DE AGUA –TSBA			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
BOMBA DE AGUA	2	1500	3000
			3000

Tabla 3.11, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TSBA.

TABLERO SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA							
TSBA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTOR DE BOMBA (M13 Y M14)	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86
TOTAL	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86

Tabla 3.12, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TA.

TABLERO ASCENSOR –TA			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTOR ELECTRICO	1	5800	5800
ILUMINACION	1	40	40
			5840

Tabla 3.13, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TA.

TABLERO ASCENSOR							
TA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTOR (M15) 8 PERSONAS	5800,00	380,00	5,80	10,25	30,68	3,44	0,86
ILUMINACION	40,00	220,00	0,05	0,14	18,19	0,02	0,95
TOTAL	5840,00	380,00	5,85	10,32	30,59	3,46	0,86

Tabla 3.14, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TSCI.

TABLERO DEL SISTEMA COINTRA INCENDIO –TSCI			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTOR DE BOMBA	1	18640	18640
BOMBA JOCKEY	1	1500	1500
ILUMI CUART BOMBA	6	40	240
			20380

Tabla 3.15, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TSCI.

TABLERO SISTEMA CONTRA INCENDIOS							
TSCI	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTORES DE BOMBAS (M1)	18640,00	380,00	18,64	32,93	30,68	11,06	0,86
Iluminación	240,00	220,00	0,24	1,15	18,19	0,08	0,95
MOTOR DE BOMBA JOCKEY (M2)	1500,00	380,00	1,50	2,65	30,68	0,89	0,86
TOTAL 3F	20380,00	380,00	20,38	35,96	30,55	12,03	0,86

Tabla 3.16, Demanda eléctrica en tablero de distribución.

SUB TABLERO – TD			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
SALON DE PIANOS	8	40	320
SALA MULTIUSOS	4	40	160
ALUMBRADO PLATEA	50	18	900
CAMERIN PRINCIPAL	2	40	80
BAÑO CAMERIN PRINCIPAL	1	40	40
PAZADISOS	12	40	480
BAÑOS DE HOMBRE	3	40	120
BAÑOS DE HOMBRE ESPEJO	1	18	18
BAÑOS DE MUJERES	3	40	120
BAÑO DE MUJERES ESPEJO	1	18	18
ILUMINACION SOTANO	12	18	216
ILUMINACION ESCALERA DE ACCESO 1 A CAMERINOS	2	40	80
ST-P2			4512
ST-P3			7910
ST-P4			2180
TS-BA			3000
TA			5840
TSCI			20380
			46374

Tabla 3.17, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TD.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN							
TD	POTENCIA INSTALADA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Iluminación 1	1980,00	380,00	1,98	3,17	18,19	0,65	0,95
Iluminación 1	5084,00	380,00	5,08	8,13	18,19	1,67	0,95
ST-P2	4512,00	380,00	4,51	6,93	8,27	0,66	0,99
ST-P3	7910,00	380,00	7,91	12,06	4,67	0,65	1,00
ST-P4	2180,00	380,00	2,18	3,33	5,85	0,22	0,99
TSBA	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86
TA	5840,00	380,00	5,84	10,31	30,59	3,45	0,86
TSCI	20380,00	380,00	20,38	36,00	30,68	12,09	0,86
TOTAL	50886,00	380,00	50,89	78,53	10,12	9,08	0,98

En la instalación actual el tablero distribuidor ubicado en el primer piso, se encuentra conectado el tablero del sistema contra incendios.

Tabla 3.18, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero T-P2.

TABLERO PISO 2			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ESCALERA	2	40	80
SALA DE EXPOSICIÓN	19	40	760
OFICINA ADMINISTRATIVA	1	40	40
VENTILADORES	2	90	180
COMPUTADORAS	8	200	1600
OFICINA GERENCIA	2	40	80
SS.HH.DAMAS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.DAMAS	4	40	160
SS.HH.CABALLEROS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.CABALLEROS	4	40	160
HERBIDOR DE AGUA	1	1500	1500
MEZANINE INTERNO	21	40	840
CABINA DE SONIDO Y ILUNIACON	1	40	40
ENTRADA PALCO DERECHO	2	40	80
ENTRADA PALCO IZQUIERDO	2	40	80
DEPOSITO	3	40	120
			5828

Tabla 3.19, factor de potencia en equipos eléctricos tablero T-P2.

TABLERO MESANINE 2DO NIVEL							
T - P2	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Iluminación 1	960,00	220,00	0,96	4,59	18,19	0,32	0,95
Iluminación 2	428,00	220,00	0,43	2,05	18,19	0,14	0,95
Iluminación 3	1160,00	220,00	1,16	5,55	18,19	0,38	0,95
Ventiladores	180,00	220,00	0,18	0,96	31,79	0,11	0,85
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	6,82	0,00	0,00	1,00
Computaodra	1600,00	220,00	1,60	8,08	25,84	0,77	0,90
TOTAL	5828,00	380,00	5,83	9,23	16,48	1,72	0,96

Tabla 3.20, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero T-P3.

TABLERO PISO 3			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ESCALERA INTEGRADA	2	40	80
SS.HH. DAMAS ESPEJO	3	18	54
SS.HH. DAMAS	2	40	80
SS..HH.CABALLEROS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.CABALLEROS	2	40	80
GALERIA INTERNO	23	40	920
ENTRADA PALCO IZQUIERDO	2	40	80
ENTRADA PALCO DERECHO	2	40	80
DEPOSITO DE ESCENOGRAFIA	1	40	40
DEPOSITO DE PIZOS DE BALLET	1	40	40
TOMACORRIENTE	1	240	249
			1748

Tabla 3.21, factor de potencia en equipos eléctricos tablero T-P3.

TABLERO GALERIA 3ER NIVEL							
T - P3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Iluminación	1508,00	220,00	1,51	7,22	18,19	0,50	0,95
Toma corrientes	240,00	220,00	0,24	1,14	16,26	0,07	0,96
TOTAL	1748,00	380,00	1,75	2,79	17,93	0,57	0,95

Tabla 3.22, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TE.

AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	%	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTORES DE TRAMOYA	10	2238	60	13428
ILUMINACION ESPECIAL ESCENARIO				0
PAR 64	40	1000	80	32000
LICOS	8	1000	80	6400
FRESNELES	8	1000	80	6400
ALOGENAS	30	500	80	12000
PARLED	20	180	100	3600
DIMMER	4	300	100	1200
CORTADORA	2	1500	50	1500
MAQUINA DE HUMO	2	1200	50	1200
CABEZAS MOVILES	10	500	80	4000
CONSOLA DE LUCES	1	200	100	200
CAÑON SEGUIDOR	1	2000	80	1600
EQUIPO DE SONIDO PARA EL ESCENARIO	1	5000	100	5000
				88528

Tabla 3.23, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TE.

TABLERO ESCENARIO							
TE	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	(°)	KVAR	-
EQUIPO DE AUDIO	5000,00	220,00	5,00	25,25	25,84	2,42	0,90
EQUIPO DE ILUMINACION	70100,00	380,00	70,10	112,11	18,19	13,30	0,95
MECANICA TEATRAL (M3 - M12)	13428,00	380,00	13,43	24,00	31,79	8,32	0,85
TOTAL	88528,00	380,00	88,53	139,38	15,20	24,05	0,97

Tabla 3.24, Demanda eléctrica en ST

SUB TABLERO			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ILUMI FACHADA TEATRO	12	18	216
BOLETERIA COMPUTAD	1	200	200
VIGILANCIA	1	40	40
OFICINA ADMINISTRATIVA	1	40	40
FOYER PRIMER AMBIENTE	6	40	240
FOYER SEGUNDO AMBIENTE	9	40	360
BOLETERIA	1	40	40
SS.HH.DAMAS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.DAMAS	5	40	200
SS.HH CABALLEROS ESPEJOS	3	18	54
SS.HH CABALLEROS	3	40	120
SS.HH.DISCAPACITADOS ESPEJO	1	18	18
SS.HH.DISCAPACITADSOS	1	40	40
PASADIZOS A PALCOS LADO IZQUIERDO	4	40	160
PASADIZOS A PALCOS LADO DERECHO	4	40	160
INGRESO PALCO PRINCIPAL DERECHO	2	40	80
INGRESO PALCO PRINCIPAL IZQUIERDO	2	40	80
PASADIZO ESCENARIO	12	40	480
DEPOSITO DE EQUIPOS DE LIMPIEZA	1	40	40
CAFETERIA	3	40	120
CUARTO DE TABLEROS	1	40	40
SALIDA DE EMERGENCIA	15	40	600
PASILLO PRIMER PISO	8	40	320
OFICINA COMPUTADORA	4	200	800
VENTILADOR	2	90	180
FOTOCOPIADORA	1	150	150
TELEVISOR	1	90	90
IMPRESORAS	2	70	140
HERBIDOR ELECTRICO	1	1500	1500
SISTEMA DE ALARMA	1	500	500
DETECTORES DE HUMO	1	300	300
SECADORA DE MANOS	2	1500	3000
MICROONDAS	1	200	200
CAFETERA	1	200	200
ASPIRADORA	1	1200	1200
LUSTRADORA	1	800	800
TABLERO PISO 2 (T-P2)	1	5828	5828
TABLERO PISO 3 (T-P3)	1	1748	1748
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN (TD)	1	50886,00	50886
TE	1	88528	88528
			159752

Tabla 3.25, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST.

SUB TABLERO							
ST	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
ILUMINACION	3702,00	220,00	3,70	10,23	18,19	0,70	0,95
EQUIPOS RESISTIVOS	4500,00	220,00	4,50	11,81	0,00	0,00	1,00
TELEVISOR	90,00	220,00	0,09	0,26	25,84	0,03	0,90
COMPUTADORA	800,00	220,00	0,80	2,33	25,84	0,22	0,90
TOMACORRIENTES	2400,00	220,00	2,40	7,41	31,79	0,86	0,85
VENTILADOR	180,00	220,00	0,18	0,56	31,79	0,06	0,85
FOTOCOPIADORA	150,00	220,00	0,15	0,46	31,79	0,05	0,85
IMPRESORAS	140,00	220,00	0,14	0,41	25,84	0,04	0,90
SISTEMA DE ALARMA	500,00	220,00	0,50	1,46	25,84	0,14	0,90
DETECTORES DE HUMO	300,00	220,00	0,30	0,87	25,84	0,08	0,90
T-P2	5828,00	380,00	5,83	9,23	16,48	1,00	0,96
T-P3	1748,00	380,00	1,75	2,79	17,98	0,33	0,95
TD	50886,00	380,00	50,89	83,57	22,31	12,04	0,93
TE	88528,00	380,00	88,53	145,39	22,31	20,97	0,93
	159752,00	380,00	159,75	248,98	12,88	36,52	0,97

Tabla 3.26, Tablero de general.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
Sub tablero (ST)	1	159752,00	159752,00
			159752,00

Tabla 3.27, factor de potencia en equipos eléctricos tablero TG.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN							
TG	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
ST	159752,00	380,00	159,75	261,05	21,60	63,25	0,93
TOTAL	159752,00	380,00	159,75	261,05	21,60	63,25	0,93

La iluminación de cada piso representa una parte muy importante en la máxima demanda de energía eléctrica. La potencia total demanda en esta instalación es igual a 159.75 KW. EL suministro de energía, se toma de la red de la compañía de la zona Trujillo Centro, siendo la tensión existente en baja tensión 380/220 V en 60 Hz. Las derivaciones para conexiones finales monofásicas, se tomarán de cada fase de una fase. De este esquema de la figura 3.1, se calculó la caída de voltaje para cada sección, donde se pudo identificar que los cables sobrepasan la caída de tensión permisible según el código nacional.

Tabla 3.28, Caída de tensión en tableros aguas abajo.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
ST-P2	9,00	2,50	0,92	0,24%	3,70%
ST-P3	16,00	2,50	2,87	0,75%	4,22%
ST-P4	19,00	2,50	0,94	0,25%	3,71%
TSBA	18,00	2,50	1,22	0,32%	3,78%
TA	8,00	2,50	1,06	0,28%	3,74%
TSCI	23,00	6,00	4,43	1,16%	4,63%
TD	45,00	25,00	5,19	1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Si bien es cierto, hasta los tableros no existe caída de tensión mayor al 5%, sin embargo, al evaluar hasta el equipo final a usar, en algunos tableros se sobrepasa el 5 %; por ello es que redimensionan los cables en la sección 3.2.

Tabla 3.29, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero ST-P2.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
Artefactos de resistencia 1	58,00	2,50	3,41	1,55%	5,01%
Artefactos de resistencia 2	58,00	2,50	3,41	1,55%	5,01%
Iluminación	41,00	2,50	1,40	0,37%	3,83%
TOTAL	9,00	2,50	0,92	0,24%	3,70%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Tabla 3.30, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero ST-P3.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
Televisor	10,00	2,50	0,02	0,01%	4,23%
Equipo de sonido	35,00	2,50	0,96	0,44%	4,65%
Ventilador	32,00	2,50	0,06	0,03%	4,24%
Artefactos de resistencia 1	22,00	2,50	2,76	1,25%	5,47%
Artefactos de resistencia 2	23,00	2,50	2,70	1,23%	5,44%
Iluminación	32,00	2,50	0,66	0,17%	4,39%
TOTAL	16,00	2,50	2,87	0,75%	4,22%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Tabla 3.31, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero ST-P4.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
Computadora	32,00	2,50	0,25	0,11%	3,82%
Artefactos de resistencia	41,00	2,50	2,41	1,09%	4,80%
Iluminación	35,00	2,50	0,66	0,30%	4,01%
TOTAL	19,00	2,50	0,94	0,25%	3,71%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Tabla 3.32, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero TSBA.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
MOTOR DE BOMBA (M13 Y M14)	35,00	2,50	2,38	0,63%	4,41%
TOTAL	18,00	2,50	1,22	0,32%	3,78%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Tabla 3.33, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero TA.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
MOTOR (M15) 8 PERSONAS	35,00	10,00	1,15	0,30%	4,04%
ILUMINACION	35,00	2,50	0,07	0,03%	3,77%
TOTAL	8,00	2,50	1,06	0,28%	3,74%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

Tabla 3.34, Caída de tensión en equipos aguas abajo del tablero TSCI.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
MOTORES DE BOMBAS (M1)	15,00	6,00	2,64	0,69%	5,32%
Iluminación	17,00	2,50	0,16	0,07%	4,70%
MOTOR DE BOMBA JOQUEY (M2)	20,00	2,50	0,68	0,18%	4,81%
TOTAL	23,00	6,00	4,43	1,16%	4,63%
TD				1,37%	3,46%
ST				0,95%	2,10%
TG				1,14%	1,14%

En el tablero ST-P2, los artefactos de resistencia, tienen una caída de voltaje mayor a 5%, al igual que en el tablero del sistema contra incendios TSCI.

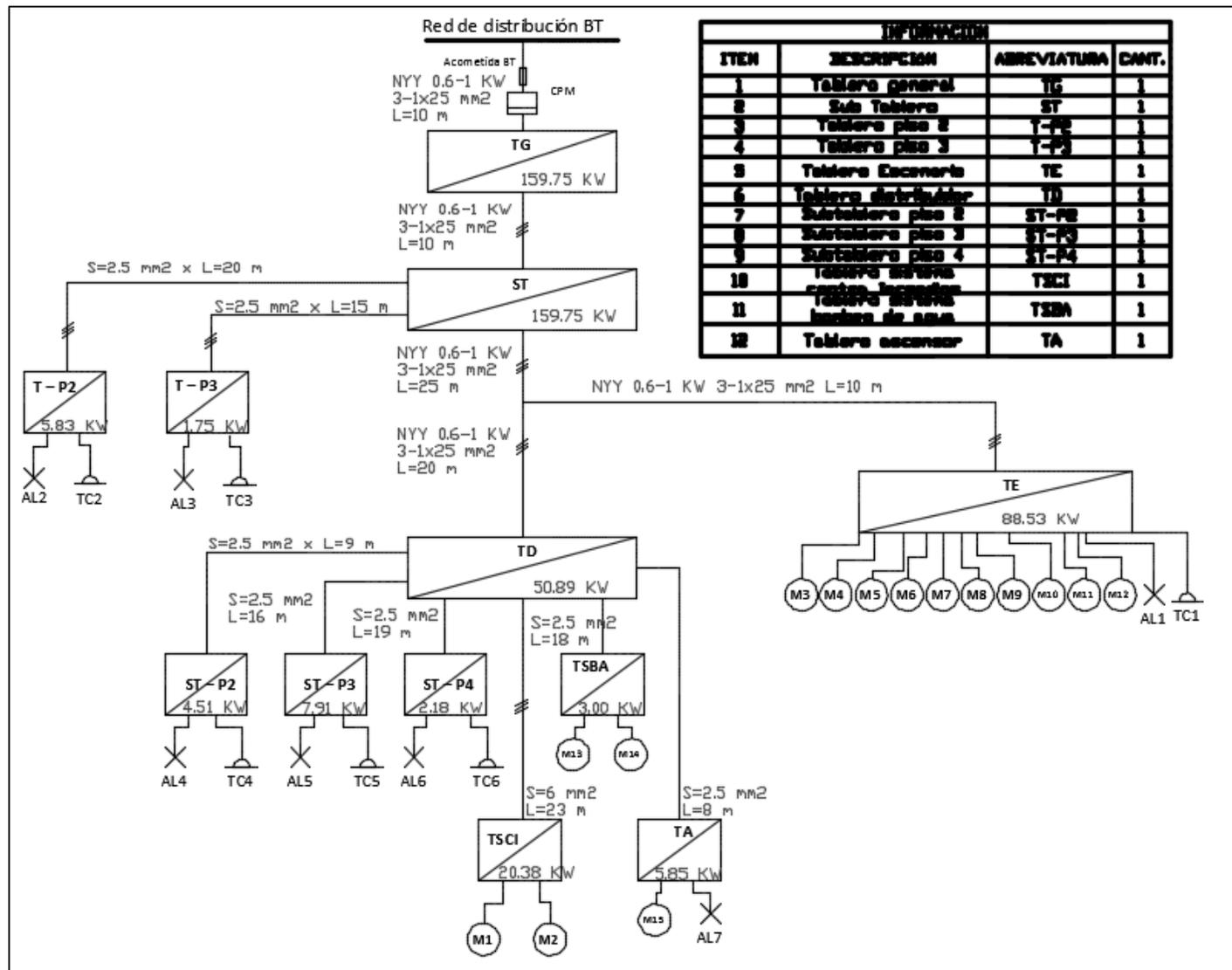


Figura 3.2, Esquema eléctrico unifilar de instalación eléctrica de teatro municipal de Trujillo.

3.2. Diseño de instalaciones eléctricas del interior del teatro municipal de Trujillo

La instalación eléctrica inicia con la acometida subterránea de la compañía de suministro de energía eléctrica, luego encontramos el CPM o tablero de protección y medición, 12 tableros eléctricos; equipos y accesorios que estarán unidos por conductores con aislamiento con retardante de llama y en caso de incendios el material del aislante no debe producir gases tóxicos como los típicos conductores con aislamiento de polietileno (PE). Para calcular la demanda máxima es necesario determinar la potencia eléctrica de las luminarias, pero ahora considerando tecnología LED.

3.2.1. Calculo de luminarias led

Los dicroicos convencionales se reemplazan por dicroico led de 10, 18 y 24 Watts, al igual que los focos fluorescentes se proponen cambiar por lámparas led compactas de 12 Watts. Las lámparas led tienen mayor eficiencia que los bombillos o focos convencionales, es por ello que se propone cambiar, tal y como se muestra en la tabla 3.35.

Tabla 3.35, Características técnicas de luminaria led para propuesta.



LEDVANCE® Downlight Insert Slim
Luminario de LED de uso interior para empotrar en techo

Diagrama de dimensiones (mm):
 - Diámetro exterior: 180 mm
 - Diámetro interior: 180 mm
 - Altura: 39 mm

Fotografías de los productos: una vista frontal y una vista lateral de la luminaria empotrada en el techo.

Código Descripción	Código de Barras	W	V	λ	lm	lm/w	K	IRC
REDONDA								
7013357 LEDVANCE INSERT ROUND 12W - 830	4058075801080	12	100 - 240 V ~	>0.9	850	70	3000	>80
7013358 LEDVANCE INSERT ROUND 12W - 850	4058075801127	12	100 - 240 V ~	>0.9	850	70	5000	>80
7013370 LEDVANCE INSERT ROUND 18W - 830	4058075801202	18	100 - 240 V ~	>0.9	1350	75	3000	>80
7013371 LEDVANCE INSERT ROUND 18W - 850	4058075801240	18	100 - 240 V ~	>0.9	1350	75	5000	>80
7013375 LEDVANCE INSERT ROUND 24W - 830	4058075801325	24	100 - 240 V ~	>0.9	1920	80	3000	>80
7013376 LEDVANCE INSERT ROUND 24W - 850	4058075801363	24	100 - 240 V ~	>0.9	1920	80	5000	>80
CUADRADA								
7013363 LEDVANCE INSERT SQUARE 12W - 830	4058075801028	12	100 - 240 V ~	>0.9	850	70	3000	>80
7013364 LEDVANCE INSERT SQUARE 12W - 850	4058075801066	12	100 - 240 V ~	>0.9	850	70	5000	>80
7013359 LEDVANCE INSERT SQUARE 18W - 830	4058075801141	18	100 - 240 V ~	>0.9	1350	75	3000	>80
7013370 LEDVANCE INSERT SQUARE 18W - 850	4058075801189	18	100 - 240 V ~	>0.9	1350	75	5000	>80
7013373 LEDVANCE INSERT SQUARE 24W - 830	4058075801264	24	100 - 240 V ~	>0.9	1920	80	3000	>80
7013374 LEDVANCE INSERT SQUARE 24W - 850	4058075801301	24	100 - 240 V ~	>0.9	1920	80	5000	>80

Los dicroicos convencionales se reemplazan por dicroico led de 10, 18 y 24 Watts, al igual que los focos fluorescentes se proponen cambiar por lámparas led compactas de 12 Watts. Las lámparas led tienen mayor eficiencia que los bombillos o focos convencionales, es por ello que se propone cambiar, tal y como se muestra en la tabla 3.36.

Tabla 3.36, Potencia eléctrica de luminarias led en el Teatro Municipal de Trujillo. (Parte 1)

Planta S:	Columna1	a (m)	b (m)	Hu (m)	K	Cr	Cu	Cm	Em (Lx)	F Total (Lm)	Flujo de Lámpara (lm)	Pot.	N.º lum.	Pot. (w)
1	Vigilancia	2.10	1.51	3.00	0.29	0.80	0.95	0.60	150.00	834.47	1350.00	18.00	1.00	18.00
1	Oficina administrativa	4.16	5.24	2.00	1.16	0.80	0.95	0.90	150.00	3824.28	1350.00	18.00	3.00	54.00
1	foyer primer ambiente	10.14	5.17	2.80	1.22	0.80	0.95	0.90	200.00	12262.88	1920.00	24.00	6.00	144.00
1	foyer segundo ambiente	12.54	6.08	2.80	1.46	0.80	0.95	0.90	200.00	17834.67	1920.00	24.00	9.00	216.00
1	boleteria	2.32	5.07	3.00	0.53	0.80	0.95	0.80	100.00	1547.68	1350.00	18.00	1.00	18.00
1	SS.HH Damas Espejos										806.00	12.00	3.00	36.00
1	SS.HH Damas	3.20	3.80	2.75	0.63	0.80	0.95	0.60	100.00	2133.33	800.00	10.00	3.00	30.00
1	SS.HH Caballeros Espejos										806.00	12.00	3.00	36.00
1	SS.HH Caballeros	3.13	4.88	2.75	0.69	0.80	0.95	0.60	100.00	2679.72	800.00	10.00	3.00	30.00
1	SS.HH Discapacitados Espejos										806.00	12.00	1.00	12.00
1	SS.HH Discapacitados	4.20	2.32	3.00	0.50	0.70	0.95	0.60	70.00	1196.63	800.00	10.00	1.00	10.00
1	pasadizos a palcos lado izquierdo	3.08	17.05	2.70	0.97	0.65	0.95	0.90	150.00	9212.98	1350.00	18.00	7.00	126.00
1	Pasadizos a Palcos lado derecho	3.08	17.05	2.70	0.97	0.65	0.95	0.90	150.00	9212.98	1350.00	18.00	7.00	126.00
1	Ingreso a palco principal derecho	1.70	2.05	2.70	0.34	0.65	0.95	0.90	150.00	611.40	1350.00	18.00	0.00	0.00
1	Ingreso a palco principal izquierdo	1.70	2.05	2.70	0.34	0.65	0.95	0.90	150.00	611.40	1350.00	18.00	0.00	0.00
1	Fosa de músicos	10.00	2.50	1.75	1.14	0.40	0.95	0.90	150.00	4385.96	1350.00	18.00	3.00	54.00
1	platea	14.36	15.45	12.30	0.61	0.70	0.95	0.90	155.00	40220.60	806.00	12.00	50.00	600.00
1	Pasadizo al escenario	1.64	34.93	2.60	0.60	0.65	0.95	0.90	150.00	10050.04	1350.00	18.00	7.00	126.00
1	Escenario	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.95	0.90	0.00	0.00				
1	Deposito de equipos de limpieza	1.05	1.09	2.60	0.21	0.65	0.95	0.90	150.00	200.79	800.00	10.00	0.00	0.00
1	Cafeteria	4.00	2.81	1.75	0.94	0.70	0.95	0.90	150.00	1971.93	800.00	10.00	2.00	20.00
1	Cuarto de tableros	2.10	1.99	1.75	0.58	0.65	0.95	0.90	150.00	733.16	1350.00	18.00	1.00	18.00
1	Salida de emergencia	1.80	45.49	2.60	0.67	0.70	0.95	0.90	150.00	14365.26	1350.00	18.00	11.00	198.00
1	Pasillo en el Primer Piso	21.62	2.06	2.60	0.72	0.65	0.95	0.90	150.00	7813.54	1350.00	18.00	6.00	108.00
1	Sala de Pianos	8.94	10.22	3.36	1.42	0.70	0.95	0.90	150.00	16029.26	1920.00	24.00	8.00	192.00
1	Sala Multiuso	4.83	7.18	3.36	0.86	0.70	0.95	0.90	150.00	6084.11	1920.00	24.00	3.00	72.00
1	Camarín Principal	4.88	2.10	2.53	0.58	0.65	0.95	0.90	200.00	2397.19	1350.00	18.00	2.00	36.00
1	Baño completo de/Camarín Principal	1.21	2.53	1.68	0.49	0.80	0.95	0.70	100.00	460.35	800.00	10.00	1.00	10.00
1	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejo										806.00	12.00	1.00	12.00
1	SS.HH. y Vestidores de Hombres	1.91	7.09	1.68	0.90	0.80	0.95	0.60	100.00	2375.77	800.00	10.00	3.00	30.00
1	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejo										806.00	12.00	1.00	12.00
1	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	2.01	6.14	1.68	0.90	0.80	0.95	0.60	100.00	2165.16	800.00	10.00	3.00	30.00
1	Escalera de Evacuación [Escalera 1]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.95	0.90	150.00	1842.11	1350.00	18.00	2.00	36.00
2	Escalera Integrada [Escalera 2]	1.50	7.00	2.70	0.46	0.65	0.95	0.90	150.00	1842.11	1350.00	18.00	2.00	36.00
2	Sala de Exposición	10.40	11.54	4.30	1.27	0.70	0.95	0.90	200.00	28073.92	1920.00	24.00	15.00	360.00
2	Oficina administrativa	5.47	5.17	3.45	0.77	0.80	0.95	0.90	150.00	4961.39	1350.00	18.00	4.00	72.00
2	Oficina Gerencia	4.04	5.33	3.45	0.67	0.80	0.95	0.90	150.00	3777.75	1350.00	18.00	3.00	54.00
2	SS.HH Damas Espejos										806.00	12.00	3.00	36.00
2	SS.HH Damas	4.37	3.82	3.45	0.59	0.80	0.95	0.60	100.00	2928.67	800.00	10.00	4.00	40.00
2	SS.HH Caballeros Espejos										806.00	12.00	3.00	36.00
2	SS.HH Caballeros	4.37	6.00	3.45	0.73	0.80	0.95	0.60	100.00	4600.00	800.00	10.00	6.00	60.00
2	Mezanine interno	17.00	6.40	1.75	2.66	0.70	0.95	0.90	100.00	12725.15	1350.00	18.00	9.00	162.00
2	Cabina de sonido y iluminacion	3.90	2.10	1.75	0.78	0.70	0.95	0.80	70.00	754.34	800.00	10.00	1.00	10.00

Tabla 3.36, Potencia eléctrica de luminarias led en el Teatro Municipal de Trujillo. (Parte 2)

2	Entrada palco izquierdo	2,40	2,65	3,45	0,37	0,70	0,95	0,90	150,00	1115,79	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Entrada palco derecho	2,40	2,65	3,45	0,37	0,70	0,95	0,90	150,00	1115,79	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	deposito	4,40	5,82	3,45	0,73	0,65	0,95	0,60	150,00	6738,95	1350,00	18,00	5,00	90,00
2	Camerín 01 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 01	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Baño completo de/Camerín 01	2,46	2,99	1,68	0,80	0,80	0,95	0,60	100,00	1290,42	800,00	10,00	2,00	20,00
2	Camerín 02 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 02	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 03 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 03	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 04 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 04	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 05 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 05	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 06 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camerín 06	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 07 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camarín 07	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Camerín 08 Espejo										806,00	12,00	6,00	72,00
2	Camarín 08	2,38	2,99	2,53	0,52	0,70	0,95	0,80	200,00	1872,68	1350,00	18,00	1,00	18,00
2	Sala de Ensayo	4,03	10,76	2,53	1,16	0,70	0,95	0,90	150,00	7607,51	1350,00	18,00	6,00	108,00
2	pasadizo a camerinos	11,50	1,17	1,68	0,63	0,70	0,95	0,90	100,00	1573,68	800,00	10,00	2,00	20,00
2	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejo										806,00	12,00	2,00	24,00
2	SS.HH. y Vestidores de Hombres	1,80	7,84	1,68	0,87	0,80	0,95	0,60	100,00	2475,79	800,00	10,00	3,00	30,00
2	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejo										806,00	12,00	2,00	24,00
2	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	1,80	7,84	1,68	0,87	0,80	0,95	0,60	100,00	2475,79	800,00	10,00	3,00	30,00
2	Escalera Integrada [Escalera 2]	1,50	7,00	2,70	0,46	0,70	0,95	0,90	150,00	1842,11	1350,00	18,00	2,00	36,00
3	Escalera Integrada [Escalera 3]	1,50	7,00	2,70	0,46	0,65	0,95	0,90	150,00	1842,11	1350,00	18,00	2,00	36,00
3	SS.HH Damas Espejos										806,00	12,00	3,00	36,00
3	SS.HH Damas	2,50	6,40	2,35	0,77	0,80	0,95	0,60	100,00	2807,02	800,00	10,00	4,00	40,00
3	SS.HH Caballeros Espejos										806,00	12,00	3,00	36,00
3	SS.HH Caballeros	2,50	6,40	2,53	0,71	0,80	0,95	0,60	100,00	2807,02	800,00	10,00	4,00	40,00

Tabla 3.36, Potencia eléctrica de luminarias led en el Teatro Municipal de Trujillo. (Parte 3)

3	Galeria interno	17,00	5,20	2,35	1,69	0,70	0,95	0,80	150,00	17447,37	1350,00	18,00	13,00	234,00
3	Entrada palco izquierdo	1,70	2,05	2,35	0,40	0,70	0,95	0,80	150,00	687,83	1350,00	18,00	1,00	18,00
3	Entrada palco derecho	1,70	2,05	2,35	0,40	0,70	0,95	0,80	150,00	687,83	1350,00	18,00	1,00	18,00
3	Deposito de escenografía	3,80	2,20	3,20	0,44	0,65	0,95	0,60	150,00	2200,00	1350,00	18,00	2,00	36,00
3	Deposito de pizos de ballet	2,70	2,20	3,20	0,38	0,65	0,95	0,60	150,00	1563,16	1350,00	18,00	1,00	18,00
3	Salón de Ballet	14,82	7,15	4,20	1,15	0,70	0,95	0,90	150,00	18590,00	1920,00	24,00	10,00	240,00
3	Secretaria	2,85	2,33	3,35	0,38	0,70	0,95	0,90	100,00	776,67	1350,00	18,00	1,00	18,00
3	SS.HH. y Vestidores de Hombres Espejo										806,00	12,00	1,00	12,00
3	SS.HH. y Vestidores de Hombres	2,19	4,90	2,35	0,64	0,80	0,95	0,60	70,00	1317,84	800,00	10,00	2,00	20,00
3	SS.HH. y Vestidores de Mujeres Espejo										806,00	12,00	1,00	12,00
3	SS.HH. y Vestidores de Mujeres	2,70	7,05	2,35	0,83	0,80	0,95	0,60	70,00	2337,63	800,00	10,00	3,00	30,00
3	Escalera Integrada [Escalera 3]	1,50	7,00	2,70	0,46	0,65	0,95	0,90	150,00	1842,11	1350,00	18,00	2,00	36,00
3	Salón de Espera (pasillos y hall)	1,70	12,30	3,35	0,45	0,65	0,95	0,85	150,00	3884,21	1920,00	24,00	2,00	48,00
3	Oficina de la Directora	2,80	3,20	3,35	0,45	0,80	0,95	0,90	150,00	1571,93	1350,00	18,00	1,00	18,00
3	Escalera de Evacuación [Escalera 1]	1,50	6,80	2,70	0,46	0,65	0,95	0,90	150,00	1789,47	1350,00	18,00	2,00	36,00
3	Azotea y Cuarto de Máquinas	6,10	8,20	2,80	1,25	0,65	0,95	0,70	100,00	7521,80	1350,00	18,00	6,00	108,00
3	Escalera Integrada [Escalera 2]	1,50	3,50	2,70	0,39	0,65	0,95	0,80	150,00	1036,18	1350,00	18,00	2,00	36,00
0	Sótano										806,00	12,00	12,00	144,00
														5694,00

La potencia eléctrica demandada por las luminarias disminuyó desde 11972 W hasta 5594 W, esto se manifestará en la sección 3.4 como un beneficio económico, por la disminución de la potencia demandada.

3.2.2. Nueva demanda de potencia eléctrica

La potencia eléctrica solo varía por el cambio de luminarias led, esto es igual a 162.09 KW. Se calcula en la siguiente sección el factor de potencia para cada tablero eléctrico. La corriente es trifásica 380 V - 60 Hz. Se inició calculando los factores de potencia en las líneas de cada tablero eléctrico, esta información

será necesaria para determinar la sección transversal de los conductores y la selección de la aparamenta y protección. Se consideró equilibrar las cargas por fase.

- Factor de potencia en sub tablero segundo piso (ST-P2)

$$I_{ST-P2} = \frac{P * 4012}{V * fp} = \frac{2.38 * 4012}{220 * 0.95} = 45.69 A$$

$$fp = \frac{\sum P_i}{\sum S_i} = \frac{4.01}{\sqrt{4.01^2 + 0.76^2}} = 0.983$$

Tabla 3.37, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P2.

TABLERO SEGUNDO PISO ST-P2			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
Escalera a camerinos	2	18	36
Alumbrado camerinos	8	18	144
Baño camerín 1	2	10	20
Salón de ensayo	6	18	108
Focos espejo camerinos	48	12	576
Pasadizos	2	10	20
SS.HH hombres	3	10	30
SS.HH Hombres Espejos	2	12	24
SS.HH mujeres	3	10	30
SS.HH Mujeres Espejos	2	12	24
Termas eléctricas	2	1500	3000
			4012

Para equilibrar las 3 fases, se distribuyen las cargas. El factor de potencia, queda:

Tabla 3.38, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P2.

SUB TABLERO SEGUNDO PISO							
ST-P2	DEMANDA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
Cable	<i>KW</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Artefactos de resistencia 1	1500,00	220,00	1,50	6,89	8,11	0,21	0,99
Artefactos de resistencia 2	1500,00	220,00	1,50	6,89	8,11	0,21	0,99
Iluminación	1012,00	220,00	1,01	4,84	18,19	0,33	0,95
TOTAL	4012,00	380,00	4,01	6,20	10,73	0,76	0,98

- La potencia en sub tablero tercer piso (ST-P3)

Tabla 3.39, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P3.

TABLERO TERCER PISO ST-P3			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ALUMBRADO ESCALERAS	2	18	36
ALUMBRADO PASILLO	2	24	48
SALON DE BALET	10	24	240
EQUIPO DE SONIDO	1	700	700
TELEVISOR	1	50	50
VENTILADOR	1	50	50
OFICINA DE BALLET	1	18	18
SS. HH HOMBRES	2	12	24
SS. HH HOMBRES ESPEJOS	1	10	10
SS.HH MUJERES	3	12	36
SS.HH MUJERES ESPEJOS	1	10	10
THERMA ELECTRICA	1	1500	1500
HERBIDOR ELECTRICO	1	1500	1500
CALEFACTOR ELECTRICO	4	800	3200
			7422

Tabla 3.40, factor de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P3.

SUB TABLERO TERCER PISO							
ST-P3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Televisor	50,00	220,00	0,05	0,24	18,19	0,02	0,950
Equipo de sonido	700,00	220,00	0,70	3,35	18,19	0,23	0,950
Ventilador	50,00	220,00	0,05	0,24	18,19	0,02	0,950
Artefactos de resistencia 1	3200,00	220,00	3,20	14,69	8,11	0,46	0,990
Artefactos de resistencia 2	3000,00	220,00	3,00	13,77	8,11	0,43	0,990
Iluminación	422,00	380,00	0,42	1,17	18,19	0,14	0,950
TOTAL	7422,00	380,00	7,42	11,44	9,82	1,29	0,985

- Potencia en sub tablero cuarto piso (ST-P4)

Tabla 3.41, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero ST-P4.

TABLERO 4 PISO ST-P4			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
COMPUTADORA	1	200	200
THERMA ELECTRICA	1	1500	1500
FLUORECENTES	12	40	480
			2180

Tabla 3.42, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en ST-P4

SUB TABLERO CUARTO PISO							
ST-P4	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Computadora	200,00	220,00	0,20	0,96	18,19	0,07	0,95
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	6,82	0,00	0,00	1,00
Iluminación	480,00	220,00	0,48	2,30	18,19	0,16	0,95
TOTAL	2180,00	380,00	2,18	3,33	5,85	0,22	0,99

- Potencia en sub tablero sistema de bobeo de agua (TSBA)

Tabla 3.43, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TSBA.

TABLERO BOMBA DE AGUA -TSBA			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
BOMBA DE AGUA	2	1500	3000
			3000

Tabla 3.44, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en tablero TSBA.

TABLERO SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA							
TSBA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTOR DE BOMBA (M13 Y M14)	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86
TOTAL	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86

- Potencia en sub tablero de ascensor (TA)

Tabla 3.45, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TA.

TABLERO ASCENSOR -TA			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTOR ELECTRICO	1	5800	5800
ILUMINACION	2	25	50
			5850

Tabla 3.46, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en TA

TABLERO ASCENSOR							
TA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTOR (M15) 8 PERSONAS	5800,00	380,00	5,80	10,25	30,68	3,44	0,86
ILUMINACION	50,00	220,00	0,05	0,14	18,19	0,02	0,95
TOTAL	5850,00	380,00	5,85	10,32	30,59	3,46	0,86

Según el esquema unifilar preliminar de la instalación en general, indica que estos 5 sub-tableros están derivados del tablero de distribución (TD). En la tabla a continuación se muestra las potencias y el factor de potencia.

- Potencia en tablero de distribución (TD)

Tabla 3.47, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TD.

SUB TABLERO - TD			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
SALON DE PIANOS	8	24	192
SALA MULTIUSOS	4	24	96
ALUMBRADO PLATEA	50	12	600
CAMERIN PRINCIPAL	2	18	36
BAÑO CAMERIN PRINCIPAL	1	10	10
PAZADISOS	12	18	216
BAÑOS DE HOMBRE	3	10	30
BAÑOS DE HOMBRE ESPEJO	1	12	12
BAÑOS DE MUJERES	3	10	30
BAÑO DE MUJERES ESPEJO	1	12	12
ILUMINACION SOTANO	12	10	120
ILUMINACION ESCALERA DE ACCESO 1 A CAMERINOS	2	18	36
ST-P2			4012
ST-P3			7422
ST-P4			2180
TS-BA			3000
TA			5850
			23854

Tabla 3.48, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en TD.

TABLERO DE DISTRIBUCIÓN							
TD	POTENCIA INSTALADA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Iluminación 1	1150,00	220,00	1,15	5,50	18,19	0,65	0,95
Iluminación 2	240,00	220,00	0,24	1,15	18,19	0,14	0,95
ST-P2	4012,00	380,00	4,01	6,16	8,27	0,58	0,99
ST-P3	7422,00	380,00	7,42	11,31	4,67	0,61	1,00
ST-P4	2180,00	380,00	2,18	3,33	5,85	0,22	0,99
TSBA	3000,00	380,00	3,00	5,30	30,68	1,78	0,86
TA	5850,00	380,00	5,85	10,34	30,68	3,47	0,86
TOTAL	23854,00	380,00	23,85	37,97	17,36	7,45	0,95

Se debe lograr que las potencias en las 3 fases sean similares, sin embargo, se tendrá la línea neutra para retorno por consecuencia de un posible desequilibrio de cargas en las fases.

- Potencia en tablero mezzanine segundo nivel (Mezanine).

Tabla 3.49, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero T-P2

TABLERO PISO 2			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ESCALERA	2	18	36
SALA DE EXPOSICIÓN	15	24	360
OFICINA ADMINISTRATIVA	4	18	72
VENTILADORES	2	90	180
COMPUTADORAS	8	200	1600
OFICINA GERENCIA	3	18	54
SS.HH.DAMAS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.DAMAS	4	10	40
SS.HH.CABALLEROS ESPEJO	3	18	54
SS.HH.CABALLEROS	6	10	60
HERBIDOR DE AGUA	1	1500	1500
MEZANINE INTERNO	9	18	162
CABINA DE SONIDO Y ILUNIACON	1	10	10
ENTRADA PALCO DERECHO	1	18	18
ENTRADA PALCO IZQUIERDO	1	18	18
DEPOSITO	5	18	90
			4308

Tabla 3.50, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en T-P2.

TABLERO MESANINE 2DO NIVEL							
T - P2	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Iluminación 1	522,00	220,00	0,52	2,50	18,19	0,17	0,95
Iluminación 2	208,00	220,00	0,21	1,00	18,19	0,07	0,95
Iluminación 3	298,00	220,00	0,30	1,43	18,19	0,10	0,95
Ventiladores	180,00	220,00	0,18	0,96	31,79	0,11	0,85
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	6,82	0,00	0,00	1,00

Computadora	1600,00	220,00	1,60	8,08	25,84	0,77	0,90
TOTAL	4308,00	380,00	4,31	6,80	15,87	1,22	0,96

- Potencia en tablero mezzanine tercer nivel (Galería).

Tabla 3.51, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero T-P3

TABLERO PISO 3			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ESCALERA INTEGRADA	2	18	36
SS.HH. DAMAS ESPEJO	3	12	36
SS.HH. DAMAS	4	10	40
SS..HH.CABALLEROS ESPEJO	3	12	36
SS.HH.CABALLEROS	4	10	40
GALERIA INTERNO	13	18	234
ENTRADA PALCO IZQUIERDO	1	18	18
ENTRADA PALCO DERECHO	1	18	18
DEPOSITO DE ESCENOGRAFIA	2	18	36
DEPOSITO DE PIZOS DE BALLET	1	18	18
TOMA CORRIENTE	1	240	240
			752

Tabla 3.52, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en T-P3.

TABLERO GALERIA 3ER NIVEL							
T - P3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>°</i>	<i>KVAR</i>	<i>-</i>
Iluminación	512,00	220,00	0,51	2,45	18,19	0,17	0,95
Toma corrientes	240,00	220,00	0,24	1,14	16,26	0,07	0,96
TOTAL	752,00	380,00	0,75	1,20	17,58	0,24	0,95

- Potencia en sub tablero (ST)

De este tablero se bifurcan los tableros T-P2, T-P3 Y TD. Adicional a ello, debe suministrar energía para algunos equipos e iluminación de oficinas como se mostró en la tabla 3.53. A continuación se muestran las potencias reactivas y el factor de potencia aguas arriba y abajo.

Tabla 3.53, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TS.

SUB TABLERO			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
ILUMI FACHADA TEATRO	12	18	216
BOLETERIA COMPUTAD	1	200	200
VIGILANCIA	1	18	18
OFICINA ADMINISTRATIVA	3	18	54
FOYER PRIMER AMBIENTE	6	24	144
FOYER SEGUNDO AMBIENTE	9	24	216
BOLETERIA	1	18	18
SS.HH.DAMAS ESPEJO	3	12	36
SS.HH.DAMAS	3	10	30
SS.HH CABALLEROS ESPEJOS	3	12	36
SS.HH CABALLEROS	3	10	30
SS.HH.DISCAPACITADOS ESPEJO	1	12	12
SS.HH.DISCAPACITADSOS	1	10	10
PASADIZOS A PALCOS LADO IZQUIERDO	7	18	126
PASADIZOS A PALCOS LADO DERECHO	7	18	126
INGRESO PALCO PRINCIPAL DERECHO	1	18	18
INGRESO PALCO PRINCIPAL IZQUIERDO	1	18	18
PASADIZO ESCENARIO	7	18	126
DEPOSITO DE EQUIPOS DE LIMPIEZA	1	10	10
CAFETERIA	2	10	20
CUARTO DE TABLEROS	1	18	18
SALIDA DE EMERGENCIA	11	18	198
PASILLO PRIMER PISO	6	18	108
OFICINA COMPUTADORA	4	200	800
VENTILADOR	2	90	180
FOTOCOPIADORA	1	150	150
TELEVISOR	1	90	90
IMPRESORAS	2	70	140
HERBIDOR ELECTRICO	1	1500	1500
SISTEMA DE ALARMA	1	500	500
DETECTORES DE HUMO	1	300	300
SECADORA DE MANOS	2	1500	3000
MICROONDAS	1	200	200
CAFETERA	1	200	200
ASPIRADORA	1	1200	1200
LUSTRADORA	1	800	800
TABLERO PISO 2 (T-P2)	1	4308	4308
TABLERO PISO 3 (T-P3)	1	752	752
TABLERO DISTRIBUIDOR	1	23854	23854
			39762

Tabla 3.54, Potencia por fase y factor de potencia en ST.

SUB TABLERO							
ST	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
ILUMINACION	1788,00	220,00	1,79	4,94	18,19	0,34	0,95
EQUIPOS RESISTIVOS	4500,00	220,00	4,50	11,81	0,00	0,00	1,00
TELEVISOR	90,00	220,00	0,09	0,26	25,84	0,03	0,90
COMPUTADORA	800,00	220,00	0,80	2,33	25,84	0,22	0,90
TOMACORRIENTES	2400,00	220,00	2,40	7,41	31,79	0,86	0,85
VENTILADOR	180,00	220,00	0,18	0,56	31,79	0,06	0,85
FOTOCOPIADORA	150,00	220,00	0,15	0,46	31,79	0,05	0,85
IMPRESORAS	140,00	220,00	0,14	0,41	25,84	0,04	0,90
SISTEMA DE ALARMA	500,00	220,00	0,50	1,46	25,84	0,14	0,90
DETECTORES DE HUMO	300,00	220,00	0,30	0,87	25,84	0,08	0,90
T-P2	4308,00	380,00	4,31	6,83	16,48	1,27	0,96
T-P3	752,00	380,00	0,75	1,20	17,98	0,24	0,95
TD	23854,00	380,00	23,85	37,97	17,36	7,45	0,95
	39762,00	380,00	39,76	62,60	15,20	10,80	0,97

- Potencia en tablero del sistema contra incendios (TSCI)

Tabla 3.55, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TSCI.

TABLERO DEL SISTEMA COINTRA INCENDIO –TSCI			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTOR DE BOMBA	1	18640	18640
BOMBA JOCKEY	1	1500	1500
ILUMI CUART BOMBA	6	18	108
			20248

Tabla 3.56, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en TSCI.

TABLERO SISTEMA CONTRA INCENDIOS							
TSCI	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
MOTORES DE BOMBAS (M1)	18640,00	380,00	18,64	32,93	30,68	11,06	0,86
Iluminación	108,00	220,00	0,11	0,52	18,19	0,04	0,95
MOTOR DE BOMBA JOQUEY (M2)	1500,00	380,00	1,50	2,65	30,68	0,89	0,86
TOTAL	20248,00	380,00	20,25	35,75	30,62	11,99	0,86

- Potencia en tablero del escenario (TE)

Tabla 3.57, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TE.

TABLERO ESCENARIO -T-E				
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	%	POTENCIA TOTAL (WATTS)
MOTORES DE TRAMOYA	10	2238	60	13428
ILUMINACION ESPECIAL ESCENARIO				0
PAR 64	40	1000	80	32000
LICOS	8	1000	80	6400
FRESNELES	8	1000	80	6400
ALOGENAS	30	500	80	12000
PARLED	20	180	100	3600
DIMMER	4	300	100	1200
CORTADORA	2	1500	50	1500
MAQUINA DE HUMO	2	1200	50	1200
CABEZAS MOVILES	10	500	80	4000
CONSOLA DE LUCES	1	200	100	200
CAÑON SEGUIDOR	1	2000	80	1600
EQUIPO DE SONIDO PARA EL ESCENARIO	1	5000	100	5000
				88528

Tabla 3.58, Potencia activa, reactiva y factor de potencia en TE.

TABLERO ESCENARIO							
TE	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	(°)	KVAR	-
EQUIPO DE AUDIO	5000,00	220,00	5,00	25,25	25,84	2,42	0,90
EQUIPO DE ILUMINACION	70100,00	380,00	70,10	112,11	18,19	13,30	0,95
MECANICA TEATRAL (M1)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
MECANICA TEATRAL (M2)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
MECANICA TEATRAL (M3)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
MECANICA TEATRAL (M4)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
MECANICA TEATRAL (M5)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
MECANICA TEATRAL (M6)	2238,00	380,00	2,24	4,00	31,79	1,39	0,85
TOTAL	88528,00	380,00	88,53	136,99	10,94	17,11	0,98

- Factor de potencia en tablero general (TG)

Por último, en esta sección, se calculó el valor del factor de potencia del tablero general, del cual se derivan el tablero de sistema contra incendios, sub tablero y tablero de escenario.

Tabla 3.59, Demanda de potencia en equipos eléctricos tablero TG.

TABLERO GENERAL			
AMBIENTE	CANT.	POTENCIA UNITARIA (WATTS)	POTENCIA TOTAL (WATTS)
Sub tablero (ST)	1	39762	39762
Tablero de escenario (TE)	1	88528	88528
Tablero sistema contra incendios (TSCI)	1	20248	20248
			148538

Tabla 3.60, Potencia y factor de potencia en TG.

TABLERO GENERAL							
TG	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	PHI	POTENCIA REACTIVA	FACTOR DE POTENCIA
	W	V	KW	A	°	KVAR	-
Sub tablero (ST)	39762,00	380,00	39,76	62,60	15,20	10,80	0,97
Tablero de escenario (TE)	88528,00	380,00	88,53	136,99	10,94	17,11	0,98
Tablero sistema contra incendios (TSCI)	20248,00	380,00	20,25	35,75	30,62	11,99	0,86
TOTAL	148538,00	380,00	148,54	233,68	15,04	39,90	0,97

La máxima demanda actual en referencia a la anterior disminuye 11.22 KW.

3.2.3. Cálculo de la sección de conductores

Se calculó la sección del conductor por el criterio de intensidad nominal y de caída de tensión en línea, considerando el cálculo explícito de secciones por este criterio, asumiendo en principio que la sección que resultará de este cálculo no superará los 150 mm². El código indica que la sección del conductor del neutro puede ser igual a la sección de la fase en instalaciones monofásicas y para instalaciones trifásicas sería dimensionado con la potencia y factor de potencia de las 3 fases, de ser el caso de un sistema desequilibrado, la diferencia de energía retornaría por el neutro. Para calcular la sección de un conductor se debe conocer la longitud del cable es por ello que las dimensiones se extrajeron de los planos de distribución de conductores.

Para seleccionar la sección de un conductor se debe considerar un factor de diseño que modifique la intensidad de corriente nominal.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos(\phi)} = \frac{4012}{\sqrt{3} * 380 * 0.98} = 6.22 A$$

$$I_d = f_d * I = 1.25 * 6.22 = 7.78 A$$

Con el valor de la corriente de diseño, se buscó en tabla de conductores de un proveedor la sección adecuada para esta intensidad.

Tabla 3.61, Capacidad de corriente según área de sección transversal de conductor de THW. Aislado con cloruro de polivinilo (PVC).

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Para el conductor aguas arriba del tablero, la tabla 3.35 indica una sección de 2.5 mm², sin embargo, por el criterio de caída de tensión, con esta sección, el porcentaje de caída de tensión no supero el 5%; es por ello que se seleccionó como adecuada.

Tabla 3.62, secciones en tablero ST – P2 por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	M	mm ²	V	%	%
Artefactos de resistencia 1	58,00	2,50	3,41	1,55%	3,59%
Artefactos de resistencia 2	58,00	2,50	3,41	1,55%	3,59%
Iluminación	41,00	2,50	1,62	0,74%	2,78%
TOTAL	9,00	2,50	0,82	0,22%	2,04%
TD				1,37%	1,82%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.63, secciones en tablero ST – P3 por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	m	mm ²	V	%	%
Televisor	10,00	2,50	0,02	0,01%	1,82%
Equipo de sonido	35,00	2,50	0,96	0,44%	2,24%
Ventilador	32,00	2,50	0,06	0,03%	1,84%
Artefactos de resistencia 1	22,00	2,50	2,76	1,25%	3,06%
Artefactos de resistencia 2	23,00	2,50	2,70	1,23%	3,03%
Iluminación	32,00	2,50	0,31	0,08%	1,89%
TOTAL	16,00	2,50	2,69	0,71%	1,81%
TD				0,64%	1,10%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.64, secciones en tablero ST – P4 por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	m	mm ²	V	%	%
Computadora	32,00	2,50	0,25	0,11%	1,46%
Artefactos de resistencia	41,00	2,50	2,41	1,09%	2,44%
Iluminación	35,00	2,50	0,66	0,30%	1,64%
TOTAL	19,00	2,50	0,94	0,25%	1,35%
TD				0,64%	1,10%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.65, secciones en tablero TSBA por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	M	mm ²	V	%	%
MOTOR DE BOMBA (M13 Y M14)	35,00	2,50	2,38	0,63%	2,05%
TOTAL	18,00	2,50	1,22	0,32%	1,42%
TD				0,64%	1,10%

ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.66, secciones en tablero TA por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	m	mm ²	V	%	%
MOTOR (M15) 8 PERSONAS	35,00	10,00	1,15	0,30%	1,68%
ILUMINACION	35,00	2,50	0,07	0,03%	1,41%
TOTAL	8,00	2,50	1,06	0,28%	1,38%
TD				0,64%	1,10%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.67 secciones en tablero TD por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	M	mm ²	V	%	%
ST-P2	9,00	2,50	0,82	0,22%	1,31%
ST-P3	16,00	2,50	2,69	0,71%	1,81%
ST-P4	19,00	2,50	0,94	0,25%	1,35%
TSBA	18,00	2,50	1,22	0,32%	1,42%
TA	8,00	2,50	1,06	0,28%	1,38%
TD	45,00	25,00	2,43	0,64%	1,10%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.68, secciones en tablero T-P2 por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductor	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
Iluminación 1	9,00	2,50	0,18	0,08%	1,06%
Iluminación 2	16,00	2,50	0,13	0,06%	1,03%
Iluminación 3	19,00	2,50	0,22	0,10%	1,07%
Ventiladores	18,00	2,50	0,13	0,06%	1,03%
Artefactos de resistencia	8,00	2,50	0,47	0,21%	1,19%
Computadora	23,00	6,00	0,60	0,27%	1,25%

TOTAL	20,00	2,50	1,95	0,51%	0,97%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.69, secciones en tablero T-P3 por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductor	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
	M	mm ²	V	%	%
Iluminación	9,00	2,50	0,18	0,08%	0,63%
Toma corrientes	16,00	2,50	0,15	0,07%	0,61%
TOTAL	19,00	2,50	0,32	0,09%	0,54%
ST				0,24%	0,46%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.70, secciones en ST por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductor	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
T-P2	20,00	2,50	1,95	0,51%	0,97%
T-P3	19,00	2,50	0,32	0,09%	0,54%
TD	45,00	25,00	2,43	0,64%	1,10%
ST	10,00	25,00	0,90	0,24%	0,46%
TG				0,22%	

Tabla 3.71, secciones en TSCI por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
MOTORES DE BOMBAS (M1)	15,00	10,00	1,58	0,42%	1,58%
Iluminación	17,00	2,50	0,07	0,03%	1,20%
MOTOR DE BOMBA JOQUEY (M2)	20,00	2,50	0,68	0,18%	1,34%
TOTAL	78,00	25,00	3,58	0,94%	1,16%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.72, secciones en TE por caída de tensión.

	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)
		mm ²	V	%	%
EQUIPO DE AUDIO	3,00	6,00	0,24	0,11%	1,80%
EQUIPO DE ILUMINACION	22,00	35,00	2,50	0,66%	2,35%
MECANICA TEATRAL (M1)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
MECANICA TEATRAL (M2)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
MECANICA TEATRAL (M3)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
MECANICA TEATRAL (M4)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
MECANICA TEATRAL (M5)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
MECANICA TEATRAL (M6)	16,00	25,00	0,08	0,02%	1,71%
TOTAL	78,00	70,00	5,59	1,47%	1,69%
TG				0,22%	0,22%

Tabla 3.73, secciones en TE por caída de tensión.

Tablero	Longitud	Sección conductora	ΔU	% ΔU	% ΔU (ACUM.)	Icc ADMISIBLE
		mm ²	V	%	%	A
Sub tablero (ST)	10,00	25,00	0,90	0,24%	0,24%	6428,70
Tablero de escenario (TE)	78,00	70,00	5,59	1,47%	1,47%	18000,35
Tablero sistema contra incendios (TSCI)	78,00	25,00	3,58	0,94%	0,94%	6428,70
TG	12,00	120,00	0,84	0,22%		30857,74

El conductor para la acometida será NYY 3x120, con capacidad enterrado de hasta 360 Amp. Este fue seleccionado de la tabla 3.74, donde se muestran los datos técnicos eléctricos del cable NYY (80°) para baja tensión.

Tabla 3.72, Datos técnicos eléctricos de cable NYY (80°) 0,6/1 KV triple.

Sección [mm²]	Amperaje enterrado 20°C [A]	Amperaje aire 30°C [A]	Amperaje ducto a 20°C [A]
6	72	54	58
10	95	74	77
16	127	100	102
25	163	131	132
35	195	161	157
50	230	196	186
70	282	250	222
95	336	306	265
120	382	356	301
150	428	408	338
185	483	470	367
240	561	565	426
300	636	646	480
400	730	790	555
500	823	895	567

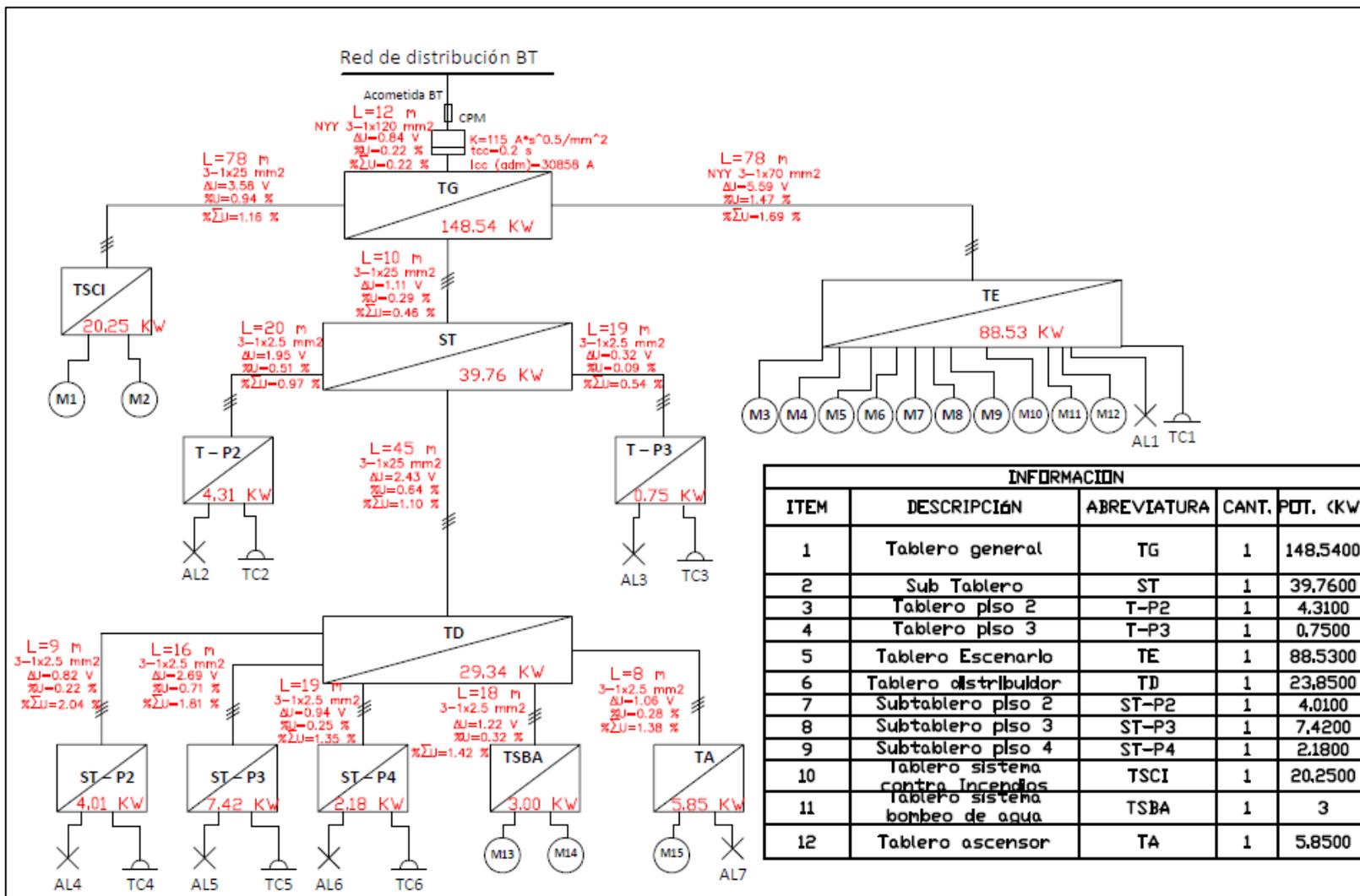


Figura 3.2, Esquema eléctrico unifilar de instalación eléctrica de teatro municipal de Trujillo. (fuente propia)

3.3. Diseño de sistema eléctrico de control y protección para 10 motores del sistema de tramoyas

3.3.1. Diseño del sistema eléctrico de control y protección para los motores de tramoya.

La instalación eléctrica cuenta con un sistema de tramoyas que están derivados del tablero del escenario, se propone un esquema eléctrico de control y protección para 10 Motores del Sistema de Tramoyas 3 HP con desconexión por final de carrera. El motor debe contar con una llave termomagnética para protección contra sobretensiones, asimismo se necesita pulsadores, contactores con auto-enclavamiento y sensores mecánicos de fin de carrera.

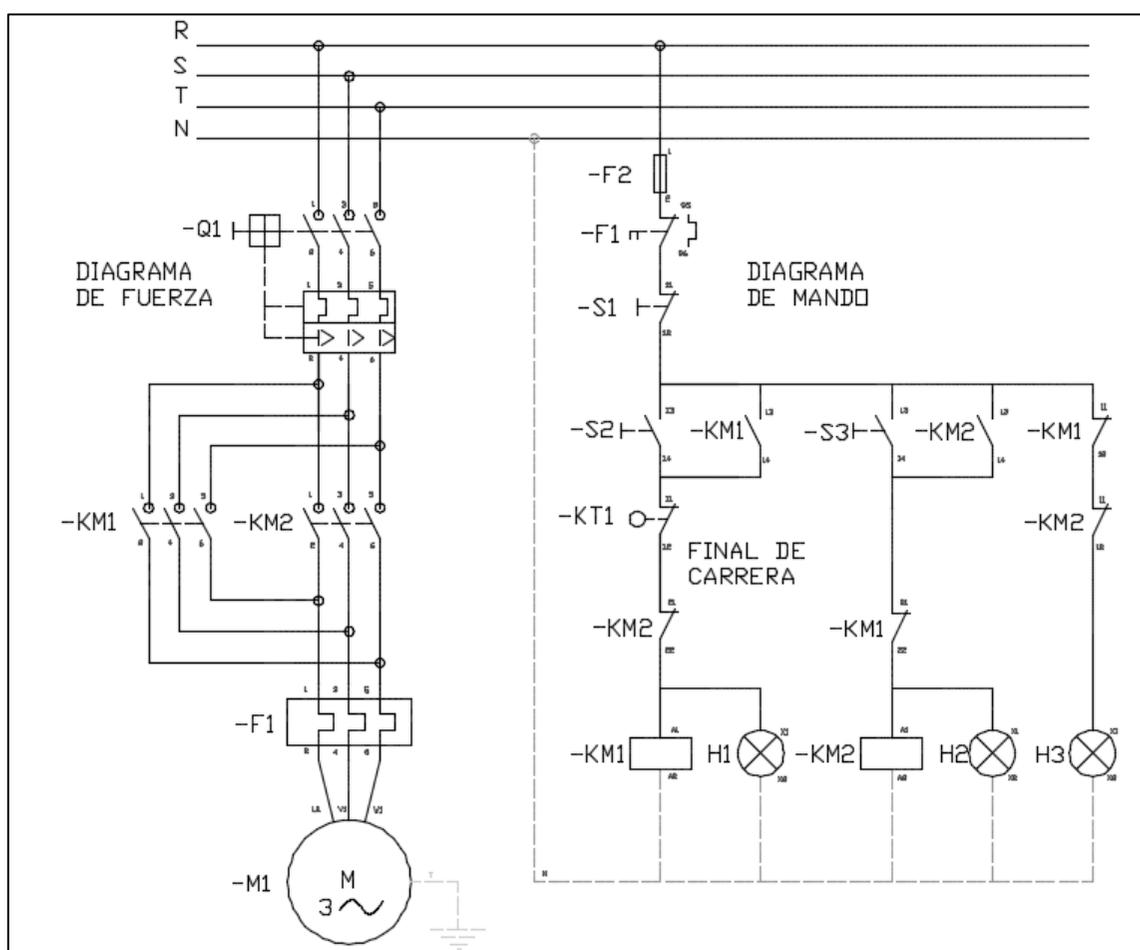


Figura 3.3, Esquema de control y de mando de un motor trifásico con inversión de giro y final de carrera. (fuente propia)

Los motores accionadores de la tramoya no funcionan en paralelo, el factor de utilización de 50%, lo que significa que solo entraran en funcionamiento 5 de los 10 motores asíncronos trifásicos.

Los motores son de la marca Siemens y están conectados en estrella. Este motor se encarga de accionar los carretes donde se envuelven los cables que sostienen las barras de los telones y escenografía; para ello se usa una caja reductora de velocidad para reducir la velocidad de rotación del carrete de 1800 RPM hasta 40 RPM.

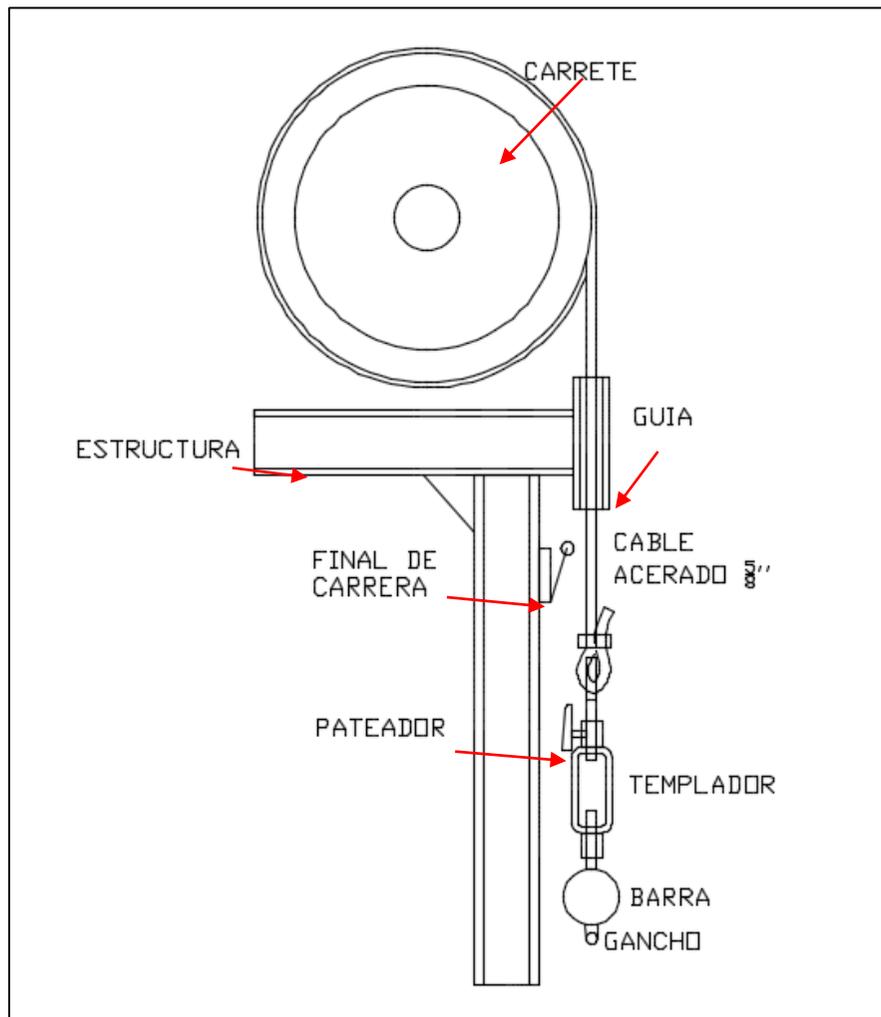


Figura 3.4, Esquema de propuesta de implementación de sensor de final de carrera. (fuente propia)

El sensor mecánico de final de carrera (kt1) debe ser normalmente cerrado para que al momento de que el pateador se acerque, abra contacto y desconecte el

contactor del motor KM1. De este modo se busca evitar que los templadores se fracturen provocando accidentes.

3.3.2. Selección de los interruptores termomagnéticos y diferenciales

La instalación eléctrica actual no cuenta con interruptores diferencial en la mayoría de sus tableros, por tal motivo se seleccionan los diferenciales considerando una sensibilidad de 30 mA y una resistencia de la puesta a tierra igual a 1.65 para un defecto de voltaje máximo de 50 V; esto considerando que la actual puesta a tierra cuenta con bentonita para disminuir su resistividad a un valor de $8 \Omega \cdot m$ y también con una barra de cobre de $\frac{3}{4}$ " diámetro y 2.2 metros de largo.

Tabla 3.72, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero ST-P2.

ST-P2	DEMANDA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
Cable	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>		<i>A</i>	<i>°</i>		-	ID
Artefactos de resistencia 1	1500,00	220,00	1,50	0,90	7,58	1,25	9,47	2X16	2X16A ID 30 MA
Artefactos de resistencia 2	1500,00	220,00	1,50	0,90	7,58	1,25	9,47	2X16	2X16A ID 30 MA
Iluminación	976,00	220,00	0,98	0,95	4,67	1,25	5,84	2X16	2X16A ID 30 MA
TOTAL	3976,00	380,00	3,98	0,98	6,16	1,25	7,71	3X16	3X1A ID 30 MA

Tabla 3.73, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero ST-P3.

ST-P3	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>		<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	ID
Televisor	50,00	220,00	0,05	0,95	0,2	1,25	0,25	2X16	2X16A ID 30MA
Equipo de sonido	700,00	220,00	0,70	0,95	3,02	1,25	3,778	2X16	2X16A ID 30MA
Ventilador	50,00	220,00	0,05	0,95	0,22	1,25	0,270	2X16	2X16A ID 30MA
Artefactos de resistencia 1	3200,00	220,00	3,20	0,99	14,40	1,25	18,000	2X16	2X26A ID 30MA
Artefactos de resistencia 2	3000,00	220,00	3,00	0,99	13,50	1,25	16,875	2X20	2X20A ID 30MA
Iluminación	910,00	220,00	0,91	0,95	3,93	1,25	4,912	2X16	2X16A ID 30MA
TOTAL	7910,00	380,00	7,91	0,98	12,26	1,25	15,329	3X20	3X20A ID 30MA

Tabla 3.74, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero ST-P4.

ST-P4	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>		<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>ID</i>
Computadora	200,00	220,00	0,20	0,95	0,86	1,25	1,08	2X16	2X16A 30MA
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	1,00	6,82	1,25	8,52	2X16	2X16A 30MA
Iluminación	480,00	220,00	0,48	0,95	2,07	1,25	2,59	2X16	2X16A 30MA
TOTAL	2180,00	380,00	2,18	0,99	3,35	1,25	4,18	3X16	3X16A 30MA

Tabla 3.75, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TSBA.

TSBA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>		<i>A</i>	<i>A</i>		<i>A</i>	<i>ID</i>
MOTOR DE BOMBA (M13 Y M14)	3000,00	380,00	3,00	0,86	5,30	1,25	6,63	3X16	3X16A 30 MA
TOTAL	3000,00	380,00	3,00	0,86	5,30	1,25	6,63	3X16	3X16A 30 MA

Tabla 3.76, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TA.

TA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	W	V	KW		A	A	A	A	ID
MOTOR (M15) 8 PERSONAS	5800,00	380,00	5,80	0,86	10,25	6,00	61,48	3X65	3X65 A 30 MA
ILUMINACION	50,00	220,00	0,05	0,95	0,22	1,25	0,27	2X16	2X16 A 30MA
TOTAL	5850,00	380,00	5,85	0,86	10,34	6,00	62,01	3X70	3X80 A30 MA

Tabla 3.77, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TD.

TD	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	W	V	KW		A	A	A	A	ID
Iluminación 1	1150,00	220,00	1,15	0,95	4,97	1,25	6,21	2X16	2X16 A 30 MA
Iluminación 1	240,00	220,00	0,24	0,95	1,04	1,25	1,30	2X16	2X16 A 30 MA
ST-P2	3976,00	380,00	3,98	0,99	6,10	1,25	7,63	3X16	3X16 A 30 MA
ST-P3	7422,00	380,00	7,42	1,00	11,28	1,25	14,10	3X16	3X16 A 30 MA
ST-P4	2180,00	380,00	2,18	0,99	3,35	1,25	4,18	3X16	3X16 A 30 MA
TSBA	3000,00	380,00	3,00	0,86	5,30	1,25	6,63	3X16	3X16 A 30 MA
TA	5850,00	380,00	5,85	0,86	10,34	1,25	12,92	3X16	3X16 A 30 MA
TOTAL	23818,00	380,00	23,82	0,96	37,70	1,25	47,12	3X50	3X50 A 30 MA

Tabla 3.78, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero T-P2.

T-P2	DEMANDA MAXIMA POTENCIA	TENSION DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>ID</i>
Iluminación 1	522,00	220,00	0,52	0,95	2,25	1,25	2,82	2X16	2X16 A 30 MA
Iluminación 2	208,00	220,00	0,21	0,95	0,90	1,25	1,12	2X16	2X16 A 30 MA
Iluminación 3	298,00	220,00	0,30	0,95	1,29	1,25	1,61	2X16	2X16 A 30 MA
Ventiladores	180,00	220,00	0,18	0,85	0,70	1,25	0,87	2X16	2X16 A 30 MA
Artefactos de resistencia	1500,00	220,00	1,50	1,00	6,82	1,25	8,52	2X16	2X16 A 30 MA
Computadora	1600,00	220,00	1,60	0,90	6,55	1,25	8,18	2X16	2X16 A 30 MA
TOTAL	4308,00	380,00	4,31	0,96	6,82	1,25	8,52	3X16	3X16 A 30 MA

Tabla 3.79, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero T-P3.

T-P3	C	TENSION DE LINEA	DEMANDA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	<i>W</i>	<i>V</i>	<i>KW</i>		<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>ID</i>
Iluminación	512,00	220,00	0,51	0,95	2,45	1,25	3,06	2X16	2X16 A 30 MA
Toma corrientes	240,00	220,00	0,24	0,96	1,14	1,25	1,42	2X16	2X16 A 30 MA
TOTAL	752,00	380,00	0,75	0,95	1,20	1,25	1,50	3X16	3X16 A 30 MA

Tabla 3.80, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero ST.

ST	DEMANDA MAXIMA	TENSION DE LINEA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE CORRIENTE	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DEL INTERRUPTOR	ID DIERENCIAL
T-P2	4,31	380	0,96	6,8	1,25	8,5	3X16	3X16 A 30 MA
T-P3	0,75	380	0,95	1,2	1,25	1,5	3X16	3X16 A 30 MA
TD	23,82	380	0,96	37,7	1,25	47,1	3X50	3X50 A 30 MA
ST	29,73	380	0,97	46,6	1,25	58,2	3X60	3X60 A 30 MA

Tabla 3.81, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TE.

TE	DEMANDA MAXIMA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	W	V	KW		A	A	A	A	ID
EQUIPO DE AUDIO	5000,00	220,00	5,00	0,90	20,45	1,25	25,57	2X32	2X32 A 30 MA
EQUIPO DE ILUMINACION	70100,00	380,00	70,10	0,95	112,11	1,25	140,14	3X150	3X150 A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M1)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M2)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16 A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M3)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16 A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M4)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16 A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M5)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16 A 30 MA
MECANICA TEATRAL (M6)	2238,00	380,00	2,24	0,85	4,00	1,25	5,00	3X16	3X16 A 30 MA
TOTAL	88528,00	380,00	88,53	0,98	137,25	1,25	171,56	3X200	3X200 A 30 MA

Tabla 3.82, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TSCI.

TSCI	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	W	V	KW		A	A	A	A	
MOTORES DE BOMBAS (M1)	18640,00	380,00	18,64	0,86	32,93	1,25	41,16	3X50	3X50 A 30 MA
Iluminación	108,00	220,00	0,11	0,95	0,47	1,25	0,58	2X16	2X16 A 30 MA
MOTOR DE BOMBA JOQUEY (M2)	1500,00	380,00	1,50	0,86	2,65	1,25	3,31	3X16	3X16 A 30 MA
TOTAL	20248,00	380,00	20,25	0,86	35,77	1,25	44,71	3X60	3X60 A 30 MA

Tabla 3.83, Amperaje de interruptor y diferencial en tablero TG.

TG	DEMANDA MAXIMA DE POTENCIA	TENSIÓN DE LINEA	DEMANDA MAXIMA	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD DE DISEÑO	FACTOR DE DISEÑO	INTENSIDAD DE DISEÑO	AMPERAJE DE INTERRUPTOR	ID DIFERENCIAL
	W	V	KW		A	A	A	A	ID
SUB TABLERO (ST)	39726,00	380,00	39,73	0,97	62,22	1,25	77,78	3X80	3X80 A 30 MA
TABLERO DE ESCENARIO (TE)	88528,00	380,00	88,53	0,98	137,25	1,25	171,56	3X200	3X200 A 30 MA
TABLERO SISTEMA CONTRA INCENDIO (TSCI)	20248,00	380,00	20,25	0,86	35,77	1,25	44,71	3X50	3X50 A 30 MA
TOTAL	148502,00	380,00	148,50	0,97	232,60	1,25	290,75	3X350	3X350 A 10 MA

3.4. Cálculo del beneficio económico del rediseño de la instalación

El beneficio económico se calcula a partir del costo de inversión y de la diferencia de gasto por consumo eléctrico.

3.4.1. Costo de inversión en la ejecución del rediseño de la instalación

Los gastos se clasifican de la siguiente manera:

- Gastos en mano de obra
- Gastos materiales
- Gastos generales

En la tabla 3.84 se muestran los gastos para la ejecución de obra.

Tabla 3.84, gastos en ejecución de obra de rediseño de instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo.

COSTO DE MANO DE OBRA									
	INGENIERO RESIDENTE DE OBRA	SUPERVISOR DE OBRA	MAESTRO DE OBRA	SOLDADOR	OFICIAL	AYUDANTE	ELECTRICISTA		
EPP'S	S/ 50,00	S/ 65,00	S/ 65,00	S/ 110,00	S/ 75,00	S/ 60,00	S/ 60,00		
SCTR	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ 31,00	S/ 31,00		
ANT. POLICIALES	S/ 30,00	S/ 30,00	S/ 30,00	S/ 30,00	S/ 30,00	S/ 30,00	S/ 30,00		
SUB TOTAL	S/ 111,00	S/ 126,00	S/ 126,00	S/ 171,00	S/ 136,00	S/ 121,00	S/ 121,00		
ALIMENTACION	S/ 28,00	S/ 28,00	S/ 28,00	S/ 28,00	S/ 28,00	S/ 28,00	S/ 28,00		
PASAJES	S/ 10,00	S/ 10,00	S/ 10,00	S/ 10,00	S/ 10,00	S/ 10,00	S/ 10,00		
DIAS TRABAJADOS	30	30	30	15	15	30	30		
SUB TOTAL	S/ 1.140,00	S/ 1.140,00	S/ 1.140,00	S/ 570,00	S/ 570,00	S/ 1.140,00	S/ 1.140,00		
COSTO DIA	S/ 100,00	73	73	65	60	45	45		
ONP (13%)	S/ 13,00	S/ 9,49	S/ 9,49	S/ 8,45	S/ 7,80	S/ 5,85	S/ 5,85		
CTS	S/ 16,67	S/ 12,17	S/ 12,17	S/ 5,42	S/ 5,00	S/ 7,50	S/ 7,50		
VAC. TRUNCAS	S/ 16,67	S/ 12,17	S/ 12,17	S/ 5,42	S/ 5,00	S/ 7,50	S/ 7,50		
SUB TOTAL	S/ 146,33	S/ 106,82	S/ 106,82	S/ 84,28	S/ 77,80	S/ 65,85	S/ 65,85		
CANTIDAD	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	4,00	4,00		
TOTAL	S/ 5.641,00	S/ 4.470,70	S/ 8.941,40	S/ 2.005,25	S/ 1.873,00	S/ 12.946,00	S/ 12.946,00		

En la tabla 3.85 se muestran los gastos en materiales que faltan en los tableros (llaves diferenciales), en nuevos cables THW 90° y NYY 80° con aislamiento de PVC. Del mismo modo, se muestran gastos adicionales como cemento, gravilla, tierra fértil y bentonita.

Tabla 3.85, gastos materiales de rediseño de instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo.

ITEM	DESCRIPCION	PEDIDO		COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
		UND.	CANT.		
1	MATERIALES ST-P2	und.	1	S/ 576,00	S/ 576,00
2	MATERIALES ST-P3	und.	1	S/ 918,00	S/ 918,00
3	MATERIALES ST-P4	und.	1	S/ 576,00	S/ 576,00
4	MATERIALES TSBA	und.	1	S/ 568,00	S/ 568,00
5	MATERIALES TA	und.	1	S/ 722,00	S/ 722,00
6	MATERIALES TD	und.	1	S/ 532,00	S/ 532,00
7	MATERIALES T-P2	und.	1	S/ 918,00	S/ 918,00
8	MATERIALES T-P3	und.	1	S/ 462,00	S/ 462,00
9	MATERIALES ST	und.	1	S/ 309,00	S/ 309,00
10	MATERIALES TE	und.	1	S/ 3.838,00	S/ 3.838,00
11	MATERIALES TSCI	und.	1	S/ 906,00	S/ 906,00
12	MATERIALES TG	und.	1	S/ 1.250,00	S/ 1.250,00
TOTAL					S/ 11.575,00

Tabla 3.86, gastos generales de rediseño de instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo.

ITEM	DESCRIPCION	PEDIDO		COSTO UNITARIO	SUB TOTAL
		UND.	CANT.		
1	Transporte administrativos	und.	6	S/ 250,00	S/ 1.500,00
2	Transporte materiales	und.	4	S/ 500,00	S/ 2.000,00
3	Otros	und.	1	S/ 1.000,00	S/ 1.000,00
TOTAL					S/ 4.500,00

La inversión aproximada para el rediseño de la instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo considerando una utilidad 15 % de la contratista ejecutora, es:

$$I = 65405.35 * 1.15 = S/. 75216.15 \text{ Soles}$$

3.4.2. Beneficio económico anual

El beneficio se manifiesta en la reducción en la demanda máxima de potencia eléctrica en el teatro municipal de Trujillo. En la tabla 3.87.

Tabla 3.87, Beneficio económico rediseño de instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo.

	Demanda actual	Demanda de rediseño	Ahorro	Costo KWH	Horas por día	Días al año	Beneficio anual
	KW	KW	KW	S./KWH	h/día	días/año	S/.
Beneficio	159,75	148,54	11,21	0,45	12	336	20339,424

3.4.3. Flujo de caja, TIR y VAN

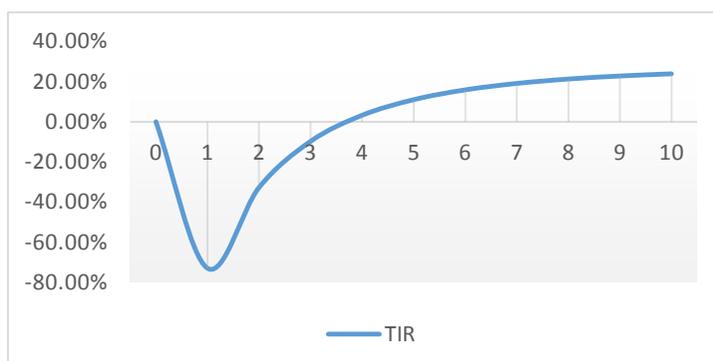
El flujo de caja del teatro municipal de Trujillo centrada en la inversión de la ejecución del rediseño y en el beneficio anual para 10 años.

Tabla 3.88, Flujo de caja, TIR y VAN del rediseño de instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo.

AÑO	FLUJO (S/.)	TIR (%)
0	-75.216,15	0,00%
1	20.339,42	-72,96%
2	20.339,42	-32,75%
3	20.339,42	-9,77%
4	20.339,42	3,22%
5	20.339,42	10,98%
6	20.339,42	15,86%
7	20.339,42	19,07%
8	20.339,42	21,25%
9	20.339,42	22,78%
10	20.339,42	23,86%

VPN	S/. 30.876,64
TIR (%)	23,86%

Figura 3.4, Evolución de la TIR en 10 años.



IV. Discusión de resultados

4.1. La demanda máxima actual es igual a 159.75 KW, sin embargo, con la implementación de la propuesta en esta investigación se proyecta disminuir hasta 148.54 KW, esto es un 7.02 % menos, para lo cual se hizo uso de luminarias incandescentes de 18 y 40 Watts al igual que Palomino en su investigación, de 420 KWh disminuyó a 331.8 KWh con uso de la iluminación led, manifestándose en un ahorro de más de 11000 € anuales.

4.2. Se diseñó las instalaciones eléctricas interiores de iluminación considerando luminaria LED, debido a que las lámparas actuales son de bajo rendimiento y representan un mal aprovechamiento de nuestros recursos energéticos, tal y como lo planteó Uribe en su tesis, dando claras conclusiones acerca del cumplimiento o no de lo que concierne a inspecciones eléctricas e iluminación presentes en las normas, donde los niveles de iluminación promedio van desde 50 a 500 Lx. Para una mejor interpretación de la situación actual y del rediseño de la instalación eléctrica del teatro municipal de Trujillo se usó el software AUTOCAD al igual que Uribe para la distribución de lámparas.

4.3. Se diseñó el nuevo sistema eléctrico de control y protección para 10 Motores del Sistema de Tramoyas 3 HP usados en el escenario, este sistema incluye un sensor mecánico de final de carrera para evitar la fractura de los templadores en el ascenso de telones o escenografía. Para el cálculo de la demanda de potencia de los motores se consideró 50% de factor de utilización, lo que representa que solo 5 motores estarían en funcionamiento a la vez. Se seleccionaron los diferenciales con sensibilidad de 30 mA para lo cual se consideró una puesta tierra con barra de 2.2 metros, enterrado en bentonita con tierra fértil para disminuir su resistividad; al igual que García en su trabajo de investigación concluyó que en la red de tierras se consideró varillas introducidas verticalmente con una longitud mínima de 2.5 metros y una resistencia de 75 $\Omega \cdot m$ debido a que el terreno es arenoso barroso.

1.7.2.4. El beneficio económico en la reducción de los costos en consumo de energía eléctrica se calcularon considerando 12 horas de funcionamiento y 336

días del año, dando un beneficio de S/. 20339.00, como Palomino que con iluminación led, logró un ahorro de más de 11000 € anuales.

V. Conclusión

5.1. Se realizó el diagnóstico del sistema eléctrico actual del Teatro Municipal mediante un análisis de carga de la demanda máxima, esta carga es igual a 159.75 KW; para ello se consideró cada potencia de los equipos y la potencia total de las luminarias igual 148.54 KW haciendo uso de luminarias incandescentes de 18 y 40 Watts. Con ello se identificó que los cables no están dimensionados correctamente, manifestándose en caídas de tensión de hasta 6.19%. Respecto a la seguridad en los tableros, se notó que en el sub-tablero (ST) y en el tablero del escenario (TE) no cuentan con llaves diferenciales.

5.2. Se diseñó las instalaciones eléctricas interiores de iluminación considerando luminarias con tecnología LED de 10, 12 y 18 Watts; para estos cálculos se utilizó un factor de utilización máximo de 0.95 a diferencia de las lámparas incandescentes que se evaluaron tomando como factor de utilización máximo 0.65 según la ficha técnica del proveedor. La potencia total en iluminación del teatro municipal de Trujillo haciendo uso de luminarias LED, es 5.69 KW, esto es 7 KW menos que con el tipo de lámpara actual. Se redimensionaron los cables para disminuir la caída de voltaje por debajo de 5%. La corriente de corto circuito admisible en el tablero general es igual a 30848 Amperios en un tiempo de 0.2 segundos.

5.3. Se diseñó el nuevo sistema eléctrico de control y protección para 10 Motores del Sistema de Tramoyas 3 HP usados en el escenario considerando un sensor mecánico de final de carrera. Asimismo, se seleccionaron los interruptores termomagnéticos y diferenciales considerando la intensidad de corriente de diseño y la intensidad de corriente máxima admisible del conductor. La sensibilidad de los interruptores diferenciales es de 30 mA a excepción del tablero general que se plantea un diferencial con sensibilidad de 10 mA. La

sensibilidad de los diferenciales se definieron a partir de considerar la resistividad del suelo preparado con bentonita igual a 8 ohm*metro, que junto con la longitud de la barra de cobre de 2.2 metros y un defecto de voltaje máximo de 50 voltios para establecimientos como el teatro, la resistencia de la tierra es igual a 1.65 Ohm.

5.4. El beneficio económico en la reducción de los costos en consumo de energía eléctrica anual es igual a S/. 20,339.00 y la inversión igual a S/. 75,216.00, evaluando para 10 años, la TIR y el VPN son, 23.86% y S/. 30,876.00. Los gastos considerados en la inversión, fueron materiales, mano de obra y gastos generales más utilidad del 15% de la contratista a ejecutar.

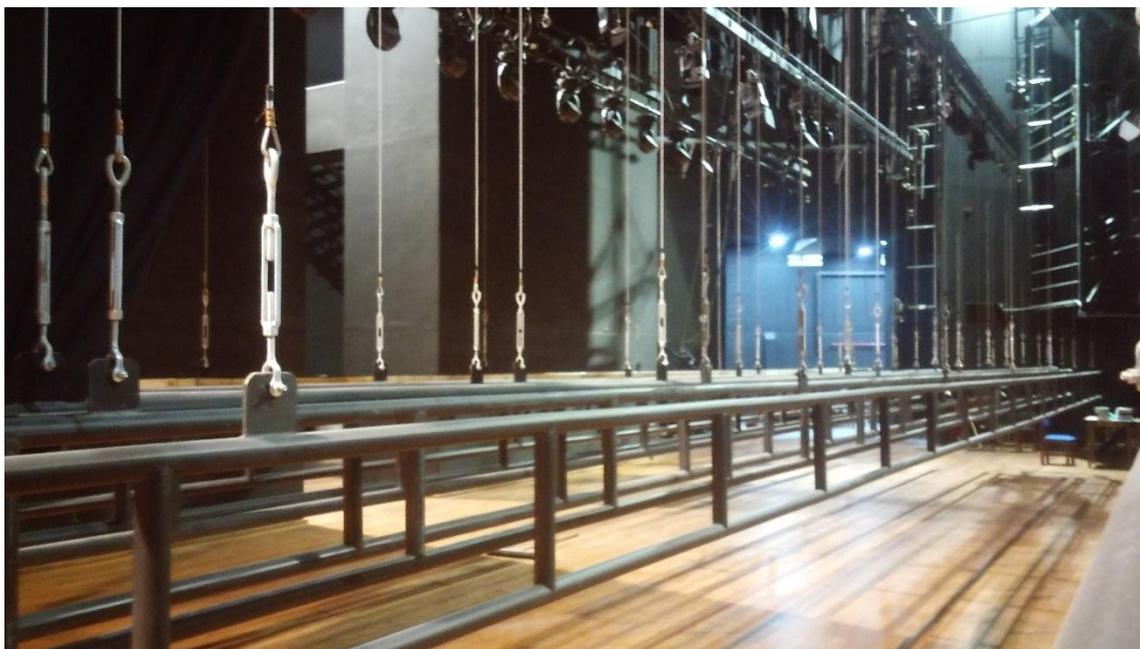
VI. Recomendaciones

- 6.1. Se recomienda implementar un sistema de gestión de mantenimiento de las instalaciones eléctricas del teatro municipal de Trujillo, para que los factores de mantenimiento asumidos en el cálculo de luminarias no disminuyan y para que la seguridad de la instalación no se vea afectada.
- 6.2. Se recomienda seleccionar un grupo electrógeno para posibles eventualidades de corte de energía eléctrica programado, de manera que no se interrumpa los eventos culturales.
- 6.3. En caso de un aumento de la demanda máxima a futuro se recomienda seleccionar un transformador eléctrico para evitar caídas de tensión.

Bibliografía

1. Catedra de Ingenieria Rural, E. (s.f.). *protecciones electricas*.
2. CNE, C. N. (2006). *Codigo Nacional Eléctrico Tomo v*.
3. Codigo Nacional de Electricidad . (entro el año 1982). *el cual establece factores de simultaneidad de 0.5 para residencias y 1 para cargas especiales , .*
4. Colmenar Santos, A., & Hernández Martín, J. L. (2012). *Instalaciones eléctricas en baja tensión, 2da edición*. España: RA-MA EDITORIAL.
5. LADISLAO , Saucedo. (s.f.). *Electricidad Basica*.
6. Libro Instrumentos para tableros . (diciembre 2012). *informes finales investigacion .*
7. Marques Bravo, c. (2012). *proyecto de iluminacion y electrificacion de un teatro . catalunya barcelona españa*.
8. MISTERIO DE ENERGIA Y MINAS , D. (ACTUALIZADO A DICIEMBRE 2008). *MANUAL DE SUSTENTACION DEL CODIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD UTILIZACION 2006*.
9. Palomino Juarez, L. (2015). *diseño de una instalacion electrica en un teatro del municipio de xativa. valencia españa*.
10. SOWEL tomas. (2013). *Economia Basica*. España: deustuo SA.
11. Uribe Arenas, F. A. (2012). *diagnostico de las instalaciones electricas de iluminacion de la institucion educativa . colombia*.
12. VIEJO ZUBICARAY, M. (2010). *Energias electricasy renovables . madrid : limusa wiley*.

Anexos



Tramoya del teatro municipal de Trujillo.

	Potencia Nominal del Equipo	Potencia Consumida
LED	70 W	70 W
VASP	150 W	183 W
VM	125 W	153 W

Potencia consumida aproximada de luminarias.

Tecnología	Lúmenes/W	Factor de Utilización	Factor de Mantenimiento	Resultado
LED	125*	0,98	0,96	117,66
VASP	130	0,6	0,74	57,89
VM	60	0,6	0,58	21,04

Factor de utilización de luminarias LED.