

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**Rediseño del sistema eléctrico de la planta de Agregados del Quebrador Ochomogo
basado en análisis de la red actual instalada.**



Informe de trabajo final de graduación para optar por el título de Ingeniera en
Mantenimiento Industrial, con el grado académico de Licenciatura.

María Fernanda Reyes Delgado

I SEMESTRE 2023



Carrera evaluada y acreditada por:

Canadian Engineering Accreditation Board
Bureau Canadien d'Accréditation des Programmes d'Ingénierie

Profesor guía

Ing. Nicolás Vaquerano

Asesor industrial

Ing. Henry Ureña

Jurado examinador

Ing. Luis Gómez

Ing. Suzanne Melara

Datos personales

Nombre completo: María Fernanda Reyes Delgado

Número de cédula: 115560247

Número de carné: 2014160002

Edad: 29 años

Números de teléfono: 86866897

Correos electrónicos: ferreyde@hotmail.com

Dirección exacta de domicilio: Santa Rosa, Santo Domingo de Heredia, 800m sur de la plata de deportes, Proyecto La Victoria, segunda entrada al final, casa color papaya, con portón negro y palmera en el jardín.

Datos de la Empresa

Nombre: Quebrador Ochomogo

Actividad Principal: Extracción y suministro de agregados de construcción

Dirección: Cartago, Costa Rica, 1.5 Kilómetros al norte del Colegio

Seráfico.

Contacto: Henry Ureña Fonseca

Teléfono: 2537 1000 ext. 212

Celular: 8846 1125

Correo electrónico: henry.urena@8mogo.com

Carta de aceptación de la Empresa

Cartago, 24 de octubre del 2022

Srta. María Fernanda Reyes Delgado, Estudiante.
Sr. Ignacio del Valle, Coordinador de prácticas.
Ing. en Mantenimiento Industrial
Escuela de Electromecánica
Tecnológico de Costa Rica

Reciban un cordial saludo. Sírvase la presente para informar la aceptación de la estudiante María Fernanda Reyes Delgado, cédula 115560247 carné 2014160002 para realizar su práctica profesional en nuestra empresa.

El nombre del anteproyecto propuesto es: **Rediseño del sistema eléctrico de la planta de Agregados del Quebrador Ochomogo basado en análisis de la red actual instalada**, el proyecto es de gran importancia e impacto pues asegura la continuidad del negocio según los objetivos estratégicos de la organización y fue aprobado por la empresa.

El profesional responsable en la empresa Quebrador Ochomogo es mi persona: Henry Ureña, gerente de operaciones a cargo del área de mantenimiento, datos de contacto: 8846-1125 o bien, henry.urena@8mogo.com.

Agradezco su atención,

HENRY UREÑA
FONSECA (FIRMA)

Firmado digitalmente por HENRY
UREÑA FONSECA (FIRMA)
Fecha: 2022.11.04 11:39:01 -06'00'

Henry Ureña
Gerente de Operaciones
Quebrador Ochomogo

DEDICATORIA

A todas las personas que me acompañaron
en este largo camino.

AGRADECIMIENTOS

A Dios y todas las personas que estuvieron a mi lado en
estos años de carrera, principalmente a mis amigos
que me apoyaron y familia.

Al profesor Eduardo Canessa de la Escuela de Ing. en Computación,
San José; que me alentó a hacer el cambio de carrera y
seguir adelante a pesar de las dificultades que se presentaron
en el tiempo que estuve en Ing. en Computadores.

También agradezco al profesor Nicolás Vaquerano
por el acompañamiento y la atención a lo largo de este proyecto y
al Ing. Henry Ureña por la oportunidad brindada en el
Quebrador Ochomogo.

Tabla de contenidos

Datos personales	ii
Datos de la Empresa.....	ii
Carta de aceptación de la Empresa	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	v
Resumen.....	xi
Abstract	xiii
1. Introducción	1
2. Quebrador Ochomogo Ltda.	2
2.1. Reseña de la empresa	2
2.2. Misión	3
2.3. Visión	3
2.4. Valores	3
2.5. Descripción del proceso productivo	4
3. Planteamiento del problema	6
4. Objetivos	9
4.1. Objetivo general	9
4.2. Objetivos específicos	9
a) Objetivo específico 1	9
b) Objetivo específico 2.....	9
c) Objetivo específico 3.....	9
5. Justificación	10
6. Viabilidad.....	11
7. Alcance	12
8. Limitaciones.....	12
9. Metodología por seguir	13
10. Marco teórico	13
10.1. Instalación eléctrica	13
10.1.1. Tipos de instalaciones eléctricas.....	14
10.2. Componentes de una instalación eléctrica	15
10.3. Corriente de cortocircuito	16
10.4. Código Eléctrico Nacional (NEC)	18
10.5. Planos eléctricos	19

11. Condiciones actuales de las instalaciones en oficinas y plantas.....	20
12. Propuesta de diseño.....	26
12.1. Lista de equipos electrónicos	27
12.2. Tomacorriente	28
12.2.1. Tomacorrientes en áreas de oficinas, taller y casetas	28
12.2.2. Tomacorrientes en plantas	30
12.3. Luminarias	31
12.3.1. Luminarias en áreas de oficinas, taller y casetas.....	31
12.3.2. Luminarias en plantas.....	33
12.4. Circuitos para termoduchas y aires acondicionados	33
12.4.1. Circuitos para termoduchas	33
12.4.2. Circuitos para aires acondicionados.....	34
12.5. Selección de calibres, caídas de tensión y demás	34
12.5.1. Calibres de conductores, disyuntores, protecciones y caídas de tensión de motores	34
12.5.2. Calibres de conductores, ductos y caídas de tensión de oficinas, taller y casetas.....	39
12.6. Alimentador principal y subalimentadores	41
12.6.1. Subalimentadores planta primaria y secundaria.....	41
12.6.2. Alimentador principal.....	44
13. Análisis de cortocircuito.....	45
14. Presupuesto de la inversión	55
15. Conclusiones	59
16. Recomendaciones.....	60
17. Referencias bibliográficas	61
18. Anexos	63
18.1. Tablas	63
18.2. Formulario de informe de condiciones de instalaciones del CFIA	78
18.3. Diagramas unifilares propuestos	86
18.4. Cotizaciones	88
.....	99

Índice de figuras

Figura 1: Ubicación de Quebrador Ochomogo [Google Maps]	4
Figura 2: Proceso productivo de Quebrador Ochomogo [4].	5
Figura 3: Cableado eléctrico en oficinas administrativas [Elaboración propia].....	21
Figura 4: Tablero Oficina de Gerencia [Elaboración propia].....	22
Figura 5: Tomacorrientes comedor oficinas administrativas y probador de salida GFCI [Elaboración propia].	23
Figura 6: Tomacorrientes debajo de tanque de agua de clarificación [Elaboración propia].	23
Figura 7: Probador de salida GFCI [Elaboración propia].....	24
Figura 8: Tablero de taller sin etiquetado [Elaboración propia]......	25
Figura 9: La temperatura máxima y temperatura mínima en Cartago [17]......	27
Figura 10: Etiqueta de información aire acondicionado oficina de ventas [Elaboración propia].....	34
Figura 11: Placa de transformador seco planta secundaria [Elaboración propia]	47
Figura 12: Diagrama unifilar con kVA's equivalentes y fallas seleccionadas [Elaboración propia].....	49
Figura 13: Diagrama unifilar con kVA's equivalentes aguas arriba y abajo [Elaboración propia].....	50
Figura 14: Diagrama unifilar general [Elaboración propia].	86
Figura 15:Diagrama unifilar 440V [Elaboración propia].	87

Índice de tablas

Tabla 1: Definición del Problema [Fuente: elaboración propia]	6
Tabla 2: Lista de motores de planta primaria [4].....	7
Tabla 3: Lista de motores de planta secundaria [4].	8
Tabla 4: Lista de motores de otros equipos [4].	8
Tabla 5: Cuadro de metodología [Fuente: elaboración propia].	13
Tabla 6: Lista de equipos electrónicos de las oficinas, taller y otros [Elaboración propia].	28
Tabla 7: Número de tomacorrientes calculados para las oficinas administrativas [Elaboración propia].	29
Tabla 8: Cantidad de luminarias y circuitos calculados para las oficinas administrativas [Elaboración propia].	31
Tabla 9: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta primaria [Elaboración propia].....	36
Tabla 10: Datos de reactancia eficaz de cables [Elaboración propia].	37
Tabla 11: Caídas de tensión de motores de planta primaria [Elaboración propia].	38
Tabla 12: Calibres, caídas de tensión y ductor de oficinas administrativas [Elaboración propia].....	40
Tabla 13: Demanda máxima de tableros a transformador seco planta secundaria [Elaboración propia].	42
Tabla 14: Demanda máxima para transformador principal [Elaboración propia].	44
Tabla 15: Corrientes simétricas y asimétrica [Elaboración propia].	51
Tabla 16: Corrientes de corto circuito en fallas seleccionadas [Elaboración propia].	54
Tabla 17: Precio de contactores en Siesa [Elaboración propia].	57
Tabla 18: Precio de guardamotores en AB Automation y Sesenta Ciclos [Elaboración propia].....	57
Tabla 19: Número de tomacorrientes calculados para caseta de vigilancia [Elaboración propia].....	63
Tabla 20: Número de tomacorrientes calculados para comedor y vestidores [Elaboración propia].....	63
Tabla 21: Número de tomacorrientes calculados para oficinas y taller [Elaboración propia].	63
Tabla 22: Número de tomacorrientes calculados para caseta de despacho [Elaboración propia].....	64
Tabla 23: Número de tomacorrientes calculados para caseta de río [Elaboración propia]. .	64
Tabla 24: Cantidad de luminarias y circuitos oficinas, comedor, casetas y taller [Elaboración propia].	64
Tabla 25: Cantidad de luminarias y circuitos en planta [Elaboración propia].	65
Tabla 26: Información de placa de motores planta primaria [Elaboración propia].	65
Tabla 27: Información de placa de motores planta secundaria [Elaboración propia].	66
Tabla 28: Información de placa de motores de otros motores [Elaboración propia].	66
Tabla 29: Información de placa de motores de taller [Elaboración propia].	67
Tabla 30: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta secundaria [Elaboración propia].....	68
Tabla 31: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta otros motores [Elaboración propia].	68

Tabla 32: Calibres, disyuntores y protecciones de motores taller [Elaboración propia].	69
Tabla 33: Caídas de tensión de motores de planta secundaria [Elaboración propia].	69
Tabla 34: Caídas de tensión de otros motores [Elaboración propia].	69
Tabla 35: Caídas de tensión de motores taller [Elaboración propia].	70
Tabla 36: Caídas de tensión y ductos de comedor - vestidor [Elaboración propia].	70
Tabla 37: Caídas de tensión y ductos tablero taller 1 [Elaboración propia].	71
Tabla 38: Caídas de tensión y ductos tablero taller 440 [Elaboración propia].	71
Tabla 39: Caídas de tensión y ductos tablero taller 2 [Elaboración propia].	71
Tabla 40: Caídas de tensión y ductos tablero caseta vigilancia [Elaboración propia].	72
Tabla 41: Caídas de tensión y ductos tablero caseta despacho [Elaboración propia].	72
Tabla 42: Caídas de tensión y ductos tablero lago [Elaboración propia].	72
Tabla 43: Caídas de tensión y ductos tablero bombas de lago [Elaboración propia].	72
Tabla 44: Caídas de tensión y ductos tablero caseta río [Elaboración propia].	73
Tabla 45: Caídas de tensión y ductos tablero bombas de río [Elaboración propia].	73
Tabla 46: Caídas de tensión y ductos tablero río [Elaboración propia].	73
Tabla 47: KVA´s equivalentes de motores planta primaria [Elaboración propia].	73
Tabla 48: KVA´s equivalentes de motores planta secundaria [Elaboración propia].	74
Tabla 49: KVA´s equivalentes de otros motores [Elaboración propia].	74
Tabla 50: KVA´s equivalentes de otros motores [Elaboración propia].	75
Tabla 51: KVA´s equivalentes de transformadores [Elaboración propia].	75
Tabla 52: Precios de materiales [Elaboración propia].	75

Resumen

Palabras clave: análisis de cortocircuito, conductores, corrientes, fallas, NEC, voltaje.

El Quebrador Ochomogo es una empresa que ha estado en funcionamiento desde 1970. A lo largo de los años, ha realizado varias actualizaciones y ampliaciones en sus instalaciones eléctricas trifásicas. Anteriormente, operaban con una tensión de 220 V en las plantas, pero ahora han actualizado a 277/480 V. Sin embargo, esta actualización ha resultado en algunas instalaciones que no cumplen con los requisitos establecidos por el Código Eléctrico Nacional (NEC).

Algunos de los problemas identificados en las instalaciones incluyen el uso incorrecto de los colores de los cables, sobredimensionamiento de los cables y tomacorrientes expuestos a la intemperie sin protecciones, entre otros. Con el objetivo de abordar estos problemas y cumplir con las regulaciones del NEC, se ha llevado a cabo un rediseño de las instalaciones. Además, este rediseño permitirá que ambas plantas funcionen simultáneamente, lo cual aumentará la capacidad de producción.

Se realizó un análisis de cortocircuito utilizando el método de kVA equivalentes para determinar las corrientes de falla en el tablero principal y en las plantas. Los resultados obtenidos fueron de 27,90 kA, 91,10 kA y 59 kA, respectivamente.

También se ha elaborado un presupuesto para la implementación del rediseño, excluyendo los materiales y dispositivos eléctricos actuales de la empresa. El costo aproximado de esta inversión es de 174,7 millones de colones.

Por último, se han creado diagramas unifilares para la propuesta y se han elaborado planos de las construcciones arquitectónicas, los cuales no estaban disponibles anteriormente en la empresa.

Abstract

Key words: short circuit analysis, conductors, currents, faults, NEC, voltage.

El Quebrador Ochomogo is a company that has been in operation since 1970. Over the years, it has made several improvements and expansions to its three-phase electrical installations. Previously, they operated with a voltage of 220 V in the plants, but now they have been upgraded to 277/480 V. However, this upgrade has resulted in some installations that do not meet the requirements established by the National Electrical Code (NEC).

Some of the problems detected in the installations include incorrect use of cable colors, oversizing of cables, and unprotected outdoor exposed outlets, among others. In order to solve these problems and comply with NEC standards, a redesign of the installations has been carried out. In addition, this redesign will allow both plants to operate simultaneously, which will increase production capacity.

A short-circuit analysis was performed using the equivalent kVA method to determine the fault currents in the main switchboard and in the plants. The results obtained were 27,90 kA, 91,10 kA and 59 kA, respectively.

A budget has also been prepared for the redesign, excluding the company's current electrical materials and devices. The approximate cost of this investment is 174,7 million colones.

Finally, the single-line diagrams of the proposal have been prepared and the architectural construction drawings, which were not previously available at the company, have been prepared.

1. Introducción

Las instalaciones eléctricas industriales representan el conjunto de equipos y conductores que conforman los circuitos eléctricos necesarios para la transformación, control y distribución de energía eléctrica en una industria, que conllevan:

- Características de diseño
- Requisitos de diseño
- Normas de Instalación y Requerimientos
- Requerimientos de las instalaciones eléctricas industriales

El diseño de la instalación debe comprender las necesidades de suministro eléctrico en las diversas áreas de producción, teniendo en cuenta las caídas de tensión y los requisitos mínimos de seguridad y salud establecidos por las normativas nacionales aplicables [1]. En la industria, es crucial contar con instalaciones eléctricas industriales adecuadas que permitan un desarrollo normal del proceso productivo. La maquinaria utilizada en estos espacios consume una gran cantidad de energía eléctrica, por lo que es necesario realizar instalaciones eléctricas a gran escala que garanticen el correcto funcionamiento de todos los elementos. Para diseñar la estructura y los componentes necesarios de una instalación eléctrica industrial, es fundamental realizar un estudio exhaustivo. Además, es imprescindible que las instalaciones eléctricas industriales se realicen de acuerdo con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional de Costa Rica 2014 (NEC) [2].

2. Quebrador Ochomogo Ltda.

2.1. Reseña de la empresa

Quebrador Ochomogo Ltda. es una empresa costarricense ubicada en el cantón Central de la provincia de Cartago. Cuenta con un equipo de trabajo de 30 personas con amplia experiencia en la extracción y producción de agregados e ingeniería. Se destaca como líder en la zona en la extracción y suministro de agregados de alta calidad. La empresa utiliza tecnología de lavado comúnmente utilizada en la minería, así como procesos automatizados para minimizar el consumo de energía y garantizar la consistencia granulométrica, asegurando un manejo y una limpieza óptimos del producto. Con más de 40 años de experiencia en la comercialización de agregados en la provincia de Cartago, Quebrador Ochomogo Ltda. se ha posicionado como una empresa de renombre en el sector.

La historia de la empresa se remonta a 1970, cuando se fundó Quebrador Ochomogo S.A. bajo la dirección de Rigoberto Zúñiga Meoño. En ese entonces, los cargadores lavaban el material en el río utilizando un único equipo para separar las piedras de la arena, y los productos se vendían en el mismo lugar. En 1991, se implementó un plan de explotación con el objetivo de reducir el riesgo de desprendimientos masivos en el cauce del río, y en ese momento la empresa pasó a manos de la compañía Holcim. Posteriormente, en 2012, la empresa fue adquirida por su actual propietario, el ingeniero Jorge Vásquez, y se estableció como Agregados Ochomogo. Actualmente, la empresa opera bajo el nombre de Quebrador Ochomogo Limitada [3].

La estructura organizativa de la empresa se divide en tres áreas principales: administrativa, operativa y de mantenimiento. El área de construcción del sector administrativo abarca 232,65 m², mientras que el área operativa comprende 5.258,51 m². Por

otro lado, el área de mantenimiento consta de una oficina de mantenimiento y un taller, con un total de 902,52 m².

2.2. Misión

Suministrar agregados de calidad y asegurar la limpieza del cauce del río Reventado generando un impacto social y ambiental positivo en la ciudad de Cartago [3].

2.3. Visión

Ser reconocidos por nuestros clientes y grupos de relación como una empresa modelo por su servicio, clima laboral y excelencia en su desempeño operacional y ambiental [3].

2.4. Valores

- Servicio

Practicamos día con día una actitud de colaboración, apoyo y respeto por atender las necesidades de nuestros clientes internos y externos. Tenemos un trato cordial y respetuoso con todas las personas con las que nos relacionamos.

- Desempeño

Buscamos la excelencia en todo lo que hacemos, usando nuestro conocimiento para optimizar el uso de los recursos y aprovechamos al máximo la tecnología. Estudiamos y analizamos los problemas en equipo, buscando la participación de todos los colaboradores, desarrollando sus ideas y reconociendo el desempeño individual.

- Integridad

Somos fieles a nuestros principios.

- Compromiso

Creemos en lo que hacemos, en nuestro trabajo y estamos dispuestos a dar más porque nos nace del corazón. Trabajamos con alegría, disfrutamos lo que hacemos y los hacemos bien desde la primera vez [3].

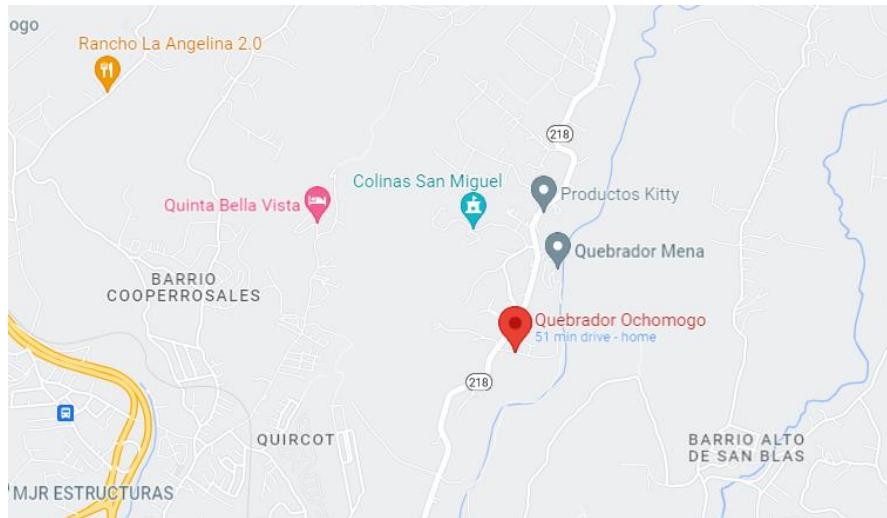


Figura 1: Ubicación de Quebrador Ochomogo [Google Maps]

2.5. Descripción del proceso productivo

El proceso comienza con la extracción del material del Río Reventado, que posteriormente se mezcla con caliza. Este material es transportado a la planta de tratamiento mediante vagonetas. Una vez allí, se deposita en un alimentador vibratorio. A continuación, se procede a romper las piedras de 5 metros de diámetro utilizando un martillo hidráulico y un triturador de mandíbula, con el fin de reducir su tamaño.

Después de triturar las piedras, el material resultante es transportado por una banda que pasa a través de un tambor giratorio, donde se realiza un lavado para eliminar las arcillas presentes. A continuación, se lleva a cabo un proceso de cribado con el objetivo de seleccionar el material según su tamaño. Los fragmentos de diferentes tamaños caen en otra

banda transportadora, que los lleva a una pila destinada a alimentar la planta secundaria. De la planta primaria se obtiene arena, piedra bruta y gavión.

Posteriormente, se realiza un segundo proceso en la planta secundaria, donde se completa la obtención de bases, subbase y grava.

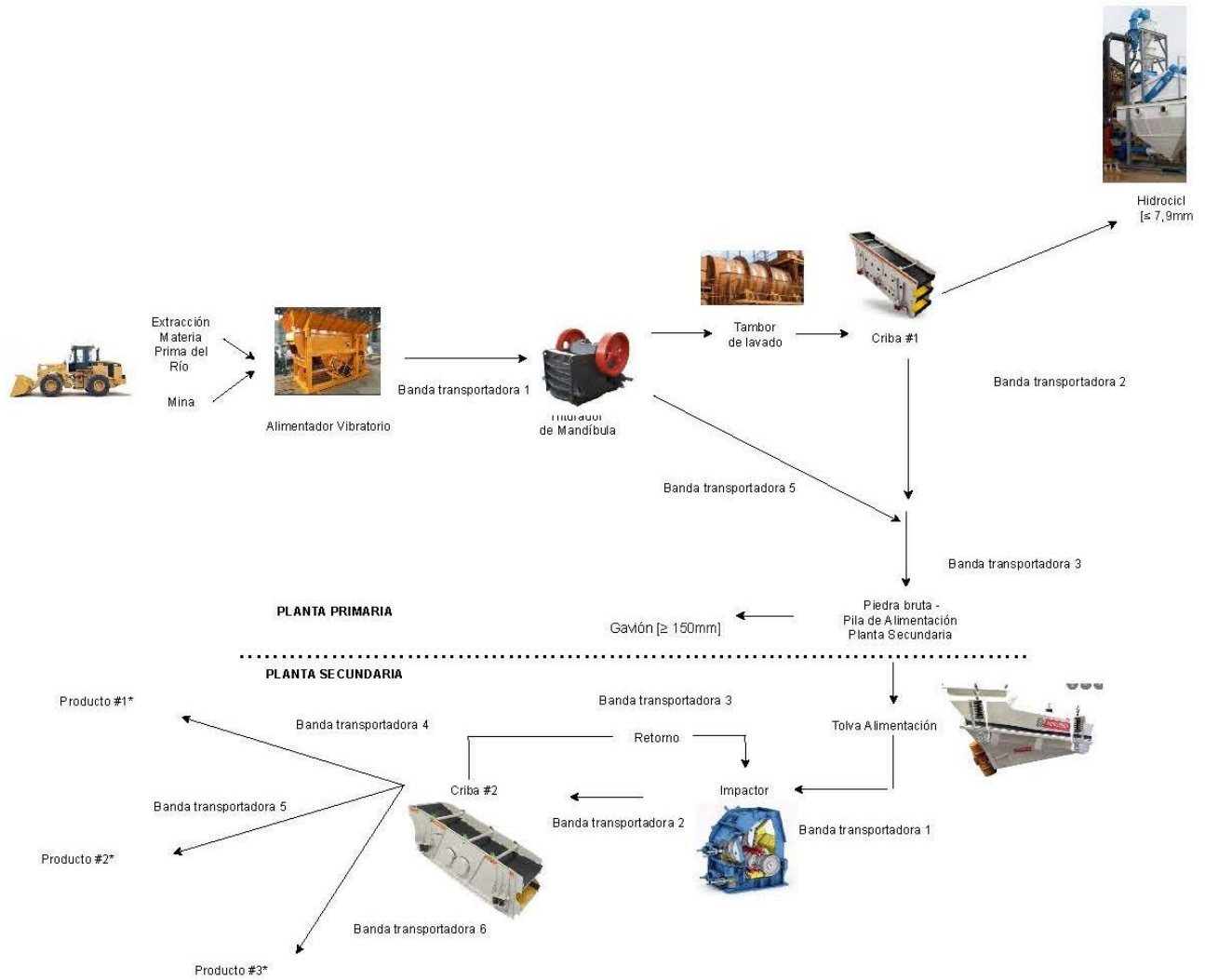


Figura 2: Proceso productivo de Quebrador Ochomogo [4].

3. Planteamiento del problema

Tabla 1: Definición del Problema [Fuente: elaboración propia]

		Dato Suministrado	Referencia bibliográfica
Debiera	Quebrador Ochomogo debe hacer mejoras en las instalaciones eléctricas según el Código Eléctrico Nacional (NEC)	El propósito del NEC es salvaguardar a las personas y los bienes de los riesgos que se derivan de una inadecuada instalación eléctrica o del uso de materiales y equipos para el uso de la electricidad, conteniendo disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de las mismas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos	[5]

Desviación (problema)	La empresa en gestión está teniendo problemas con sobrecargas, con la organización de las cajas eléctricas, el no funcionamiento de las dos plantas al mismo tiempo e igualmente al ir agregando equipos con cargas se desconoce si ha afectado el balance del mismo.
-----------------------	---

		Datos suministrados (Lugar)	Referencia lugar de estudio
Realidad	La instalación eléctrica de Quebrador tiene unos 20 años en el cual se pasaron de 220 V a 440 V, se debería hacer una revisión para verificar si cumple con el Código Eléctrico Nacional (NEC).	En la parte del Taller en algunas ocasiones se sobrecarga el disyuntor, solo una planta en funcionamiento y desorganización de cables en tablero eléctrico	No se llevan registros

Descripción del problema a resolver: En Quebrador Ochomogo, las instalaciones eléctricas tienen más de 20 años y presentan diversas deficiencias. Actualmente, se cuenta con un transformador de 500 kVA y una acometida principal de dos líneas con un calibre de 1000 kcmil, con una potencia máxima total de 845 kW. Además, hay 100 m² de equipos industriales (tabla 2, 3 y 4) y un área construida de 1257,55 m². En el pasado, se realizó una

actualización en la tensión de alimentación, pasando de 240 V a 440 V trifásico, y se unificaron los medidores eléctricos.

En la actualidad, se cuenta con dos medidores, uno para la planta principal y la planta secundaria, mientras que el otro medidor no está en funcionamiento. Desde la unificación de los medidores, no se ha verificado si las instalaciones cumplen con el código eléctrico NEC (National Electrical Code), y se desconoce si algunos cables en las cajas de distribución eléctrica tienen el calibre adecuado para el amperaje instalado. Además, en el cuarto de control existe una desorganización de cables y no cuenta con las dimensiones necesarias.

Se han observado sobrecargas en los disyuntores, lo cual provoca que el taller y algunas oficinas se sobrecarguen y se disparen. Esto impide que las dos plantas puedan operar simultáneamente, ya que la red eléctrica no tiene la capacidad para soportarlo. Como resultado, la planta primaria trabaja durante el día y la secundaria durante la tarde-noche, lo que genera pérdidas en la producción de la empresa.

Este problema puede generar costos adicionales en el futuro debido a la falta de actualización en la red eléctrica, lo cual puede ocasionar problemas de corriente en los equipos de la empresa. Al resolver los problemas mencionados anteriormente, la empresa podría ahorrar gastos en inversiones y aumentar la producción en el futuro, evitando daños a los equipos debido a sobrecargas y minimizando los paros innecesarios para arreglos en la red eléctrica.

Tabla 2: Lista de motores de planta primaria [4].

MOTORES PLANTA PRIMARIA		
Nombre	Descripción /Función	HP de placa
Alimentador	Motor WEG	20
Quebrador	Placa No Disponible por pintura / Ilegible	100
Banda	Motor General Electric 4P	15
Tambor	Leroy Somer	50

Criba	Placa No Disponible No estaba	15
Bomba Hidro	Motor Inductor WEG	100
Escurreidor 1	Motor Eral	7,5
Escurreidor 2	Motor Eral 6P	7,5
Banda Arena	Euro Motor 4P	15
Base Banda Arena	Motor de inducción Eberle 4p	5
Bomba 1	WEG	60
Bomba 2	WEG W22 IE2 High Efficiency 4P	-
Banda 2	WEG (Similar a 00718EP3E213TC)	7 ½
Banda 3	Placa No Disponible por pintura	-
Banda 4		-
Banda 5	Sin Placa	-
Bomba Presión	Sin Placa Solo Reparación RENAME	-
Bomba Martillo	Baldor (similar: 12H041Y291G2)	50

Tabla 3: Lista de motores de planta secundaria [4].

MOTORES PLANTA SECUNDARIA		
Nombre	Descripción /Función	HP de placa
Banda 5	Sin Placa	-
Bomba Presión	Sin Placa Solo Reparación RENAME	-
Bomba Martillo	Baldor (similar: 12H041Y291G2)	50
Alimentador	Sin Placa Solo Reparación RENAME	7,5
Banda túnel	WEG W22 132S	10
Impactor	WEG W21	250
Banda a criba	Placa No Legible	-
Criba	WEG inducción-Jaula	10
	WEG inducción-Jaula	10
Lavadora	WEG	7,5
Bomba	WEG W21	60
Banda retorno	WEG W22 132S	10
Banda Arena Ind.	Emerson (ELT10E2D)	10
Banda	Eberley 4 polos- 60HZ	10
Banda	Eberley 4 polos- 60HZ	10

Tabla 4: Lista de motores de otros equipos [4].

MOTORES OTROS EQUIPOS		
Nombre	Descripción /Función	HP de placa
Compresor		20
Máquina Soldar 1	Miller	-
Máquina Soldar 1	MILLER SRH-333	-
Motor Bomba Tanque	Leroy Somer	-

Motor Filtro	ABB Motors (3GAA222012-ADB Reemplazado por 3GAA222042-BDG)	-
Motor 1 T. Floculante A	No Disponible	-
Motor 2 T. Floculante A	Euro Motor	1
Bomba Lado Tanque Flo.	SEW Euro Drive	1
Motor 1 T. Floculante B	SEW-EURODRIVE	1
Motor 2 T. Floculante B	SEW-EURODRIVE	-
Bomba Peq. 1	Stairs Pump	-
Bomba amarilla	Baldor VM3711T	12,5
Bomba Agua manguera	Pedrollo	3
Bomba Lagos	WEG	-
Bomba Río		50

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Establecer mejoras en las instalaciones eléctricas en la empresa Quebrador Ochomogo para que cumpla con las regulaciones según el Código Eléctrico Nacional (NEC).

4.2. Objetivos específicos

a) Objetivo específico 1

Realizar la propuesta de diseño de la planta para el mejoramiento de la red eléctrica de acuerdo con las necesidades requeridas y a las normas vigentes.

Indicador de logro: Planos de instalaciones eléctricas y materiales necesarios.

b) Objetivo específico 2

Realizar un estudio de cortocircuito para determinar la capacidad interruptiva de los equipos sin que sufran daños por medio de diagramas.

Indicador de logro: Diagrama unifilar.

c) Objetivo específico 3

Elaborar un presupuesto de implementación del diseño recomendado para conocer los costos de implementación mediante cotizaciones.

Indicador de logro: Entrega de presupuesto de rediseño.

5. Justificación

Las instalaciones eléctricas son una parte esencial de nuestra vida cotidiana, ya que utilizamos constantemente equipos que dependen del suministro de energía eléctrica. Ya sea en nuestros hogares, lugares de trabajo, espacios públicos o en la vía pública, es crucial realizar una instalación eléctrica adecuada para obtener un rendimiento óptimo en el suministro de energía y, sobre todo, garantizar la seguridad necesaria.

La energía eléctrica es de vital importancia para los seres humanos, pero también implica riesgos si no se maneja de manera correcta. Por ello, es necesario establecer medidas de seguridad máximas para proteger la integridad de las personas y los bienes materiales en viviendas, empresas e industrias.

Una buena instalación eléctrica debe ser verificada mediante protocolos de medición que certifiquen la ausencia de sobrecargas, así como la selección adecuada de componentes para cada aplicación, minimizando la posibilidad de cortocircuitos o sobrecalentamientos. Muchas veces, los problemas mencionados anteriormente surgen debido al escaso número de tomas de corriente disponibles o al exceso de aparatos eléctricos conectados. Para ello, es importante seguir las pautas establecidas en el Código Eléctrico de Costa Rica para garantizar la seguridad de la vida y la propiedad.

En el caso de que no se realice un proyecto adecuado y la empresa no cuente con un funcionamiento correcto de las cargas eléctricas, podrían ocurrir accidentes relacionados con las instalaciones eléctricas, como, por ejemplo:

- Riesgo de incendios del cableado eléctrico.
- Disminución de la vida útil de máquinas y equipamientos.
- Quema y funcionamiento irregular de equipos.

- Sanciones y multas por falta de cumplimiento de las normas de seguridad.
- Paradas no programadas debido a accidentes o riesgo inminente de accidentes [6].

Al realizar una revisión de las instalaciones eléctricas en empresas con más de 20 años de antigüedad, es posible diagnosticar si están desactualizadas y determinar cuáles requieren prioridad. Esto ayuda a evitar gastos innecesarios en equipos debido a fallos en la instalación. Además, es importante llevar a cabo un mantenimiento periódico de las instalaciones eléctricas, lo cual permitirá identificar si es necesario cambiar el cableado, los tomacorrientes, corregir desequilibrios de carga u otros problemas que puedan afectar la gestión de la empresa.

Por lo tanto, se busca realizar una revisión exhaustiva de las instalaciones eléctricas en Quebrador Ochomogo con el objetivo de rediseñar los planos eléctricos y llevar a cabo un estudio de cortocircuito para determinar la capacidad interruptiva del sistema. Se buscará comprobar si existe un desequilibrio de cargas y se tomarán medidas para permitir el funcionamiento simultáneo de las dos plantas, lo cual incrementará la producción de la empresa. Asimismo, se abordará el problema de las sobrecargas y se elaborará un presupuesto de la inversión necesaria para garantizar que todo cumpla con la normativa de Costa Rica.

6. Viabilidad

Para desarrollar este proyecto se cuentan con los recursos adecuados y uno de ellos es la disponibilidad de acceder al material teórico en el cual se basa todo tipo de instalación eléctrica en el país, el NEC, lo que permite, la verificación de los estados de la red eléctrica de la empresa y el rediseño necesario para la misma.

Entre las herramientas tecnológicas por utilizar en el proyecto, se cuenta con el equipo de medición de algunos sistemas electromecánicos por parte de la empresa ya instalados

como donas y un AcuRev2000 analizador de energía, la empresa ha ofrecido apoyo y está dispuesta a suministrar equipos para el desarrollo del proyecto. Por otra parte, para el desarrollo de los informes e investigaciones se dispone de los programas de Microsoft Office 365 y otros softwares necesarios para la elaboración del proyecto.

Se cuenta con el apoyo de los colaboradores del Departamento de Mantenimiento, del supervisor de operación de proyectos de la empresa y con los encargados de las instalaciones eléctricas; ya que, por su experiencia y conocimientos en el tema son personas calificadas para contribuir con el desarrollo del proyecto.

7. Alcance

El alcance de este proyecto consiste en diagnosticar las instalaciones eléctricas de Quebrador Ochomogo, de acuerdo con el Código Eléctrico Nacional, con el objetivo de proponer mejoras y evitar sobrecargas y daños a los equipos y otras instalaciones.

Dentro de los alcances del proyecto se incluye la revisión de las cajas eléctricas y el cableado para determinar si requieren una actualización de acuerdo con los requerimientos de la empresa. Además, se elaborarán propuestas de planos eléctricos basadas en la información recopilada durante la revisión. Asimismo, se calcularán los gastos asociados a las mejoras que se indiquen en los resultados obtenidos.

8. Limitaciones

La principal limitación del proyecto radica en la falta de planos eléctricos y estructurales de la empresa. Por lo tanto, se contempla la necesidad de crear nuevos planos, teniendo en cuenta los resultados de las mejoras a medida que avance el proyecto.

9. Metodología por seguir

Tabla 5: Cuadro de metodología [Fuente: elaboración propia].

Objetivo específico planteado	Actividad por realizar	Forma de información	Análisis de datos con criterios estadísticos	Resultados esperados (Entregables)
Realizar la propuesta de diseño de la planta para el mejoramiento de la red eléctrica de acuerdo con las necesidades requeridas y a las normas vigentes.	Revisar y analizar el estado de la red eléctrica de la empresa. Verificar los requerimientos de la empresa y sus necesidades. Formulario de instalaciones eléctricas CFIA	Personal, administración y datos que tengan en registro	Se utilizarán diversas fuentes de información para obtener datos de la red y el NEC 2014.	Requerimientos de la empresa para rediseño y actualización. Planos eléctricos y estructurales, lista de materiales.
Realizar un estudio de corto circuito para determinar la capacidad interruptiva límite de los equipos sin que sufran daño por medio de diagramas	Cálculos de voltajes y corrientes, selección de cables, tableros eléctricos, etc.	NEC 2014 y materia de curso Instalaciones eléctricas	Uso de tablas para selección de cables, tableros, disyuntore y demás que vienen incluidas en el NEC	Diagrama unifilar actualizado
Elaborar un presupuesto de implementación del diseño recomendado para conocer los costos de implementación mediante cotizaciones	Elaboración de presupuesto para la determinación de costos	Datos obtenidos en el desarrollo del proyecto mediante cotizaciones y consultas en páginas de varias empresas	Se realizará un estudio financiero en un periodo de tiempo establecido para determinar los costos de los materiales necesarios.	Estudio financiero de los costos para la implementación de las mejoras eléctricas

10. Marco teórico

10.1. Instalación eléctrica

Es aquel conjunto de circuitos eléctricos concebido para suministrar energía eléctrica a edificios, inmuebles, infraestructuras, oficinas, etc. Una instalación de este tipo incluye

todos los equipos, cables y microsistemas necesarios para abastecer de energía al espacio y permitir la conexión de diferentes aparatos eléctricos.

Como concepto más amplio, la instalación eléctrica engloba aquel conjunto de sistemas energéticos capaces de generar, transmitir, distribuir y recibir energía eléctrica para su posterior uso. Sin embargo, al optar por una instalación eléctrica, siempre será recomendable tener en cuenta los diferentes tipos existentes [8].

A nivel nacional, este tipo de proyectos se encuentra regulado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos (CFIA). Como se mencionó anteriormente, se debe cumplir con el Decreto 36979 del MEIC, el cual establece la obligatoriedad de aplicar el NEC 2008. El Reglamento para el Trámite de Planos y la Conexión de los Servicios Eléctricos, Telecomunicaciones y de otros en Edificios, establece que todo proyecto de ingeniería debe contar con planos eléctricos que cumplan con lo especificado en dicho reglamento [9].

10.1.1. Tipos de instalaciones eléctricas

Por tensión

- Instalación de alta y media tensión: Hace alusión a las instalaciones de gran potencia, pero con grandes pérdidas de energía debida al calentamiento de los conductores. La diferencia de potencia máxima entre sus conductores suele ser superior a 1000 voltios (1 Kv).
- Instalación de baja tensión: Considerada como el tipo de instalación eléctrica más común, suele ser inferior a 1000 voltios (1 Kv) pero superior a 24 voltios.
- Instalación de muy baja tensión: Se caracteriza por una diferencia de potencia entre sus conductores de menos de 24 voltios.

Por uso

- Instalación generadora: Es aquella instalación que genera energía eléctrica a través de otras fuentes energéticas.
- Instalación de transporte: Aquella instalación que conecta diferentes instalaciones, pudiendo ser de tipo subterránea o aérea.
- Instalación transformadora: Como su nombre indica, recibe la energía eléctrica y la modifican a fin de obtener un tipo concreto de tensión.
- Instalación receptora: La más común de todas, se caracteriza por transformar la energía eléctrica a otros tipos [8].

10.2. Componentes de una instalación eléctrica

Lo primero que se debe tener es la conexión de la empresa distribuidora con el usuario, y este punto se logra a través de la acometida. La acometida puede ser una línea aérea o subterránea, dependiendo del caso, que se conecta a la red eléctrica de alimentación y tiene enlazado el sistema de medición junto con el disyuntor principal [10]. Luego, se encuentra el alimentador principal, y en algunos casos se conectan otros tableros llamados subalimentadores para mejorar la distribución eléctrica del lugar.

Los alimentadores o subalimentadores tienen una capacidad que depende del diseño indicado en el plano y cada circuito debe estar claramente identificado. Estos deben ubicarse en un lugar de fácil acceso y contar con un sistema de puesta a tierra. No deben instalarse en el baño o en los cuartos. Dentro de ellos se encuentran los circuitos ramales, los cuales permiten distribuir la corriente a diferentes equipos, como calentadores de agua, refrigeradores y sistemas de iluminación, entre otros electrodomésticos de uso residencial. Cada grupo o conjunto de cargas estará alimentado por un circuito ramal, que se deriva en otros circuitos hasta llegar a la carga final [11].

A continuación, se realiza la selección adecuada de los calibres, los cuales deben dimensionarse según la temperatura y la ampacidad, de acuerdo con el Código Nacional Eléctrico (NEC). Estos calibres se conectan a dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, los cuales pueden ser disyuntores individuales o varios dispositivos, como contactores y guardamotores.

Otro dispositivo utilizado en las instalaciones eléctricas son los transformadores, que permiten variar alguna función de la corriente, como el voltaje o la intensidad. Son ampliamente utilizados en empresas industriales [12].

10.3. Corriente de cortocircuito

Es una conexión de poca impedancia entre dos puntos entre los que existe una diferencia de potencial, dando lugar a una corriente de intensidad muy elevada. Las causas del cortocircuito son principalmente fallos de aislamiento de la instalación o fallos en los receptores conectados, por avería o conexión incorrecta. Sus efectos pueden ser:

- **Térmicos:** La corriente excesivamente alta produce calentamiento en los conductores debido al efecto Joule. En el caso de un cortocircuito, debido a su corta duración, el calor generado se utiliza exclusivamente para elevar la temperatura del conductor (que alcanza su temperatura máxima admisible en milisegundos), sin transferir calor al entorno, lo que puede resultar en la destrucción del conductor.
- **Electrodinámicos:** Las fuerzas de atracción o repulsión que se generan entre conductores debido al campo magnético creado por la corriente que los atraviesa son directamente proporcionales al producto de esas corrientes e inversamente proporcionales a la distancia entre los conductores. En el caso de corrientes de

cortocircuito, que tienen valores muy altos, estas fuerzas electrodinámicas también son muy elevadas, lo que puede resultar en la destrucción de las barras de conexión.

Se utilizan principalmente interruptores automáticos y fusibles para la protección en instalaciones eléctricas. También se puede emplear la combinación de fusible-interruptor automático y fusible-contacto-relé térmico.

La condición fundamental de protección es que el dispositivo de protección actúe de manera oportuna, interrumpiendo la corriente de cortocircuito antes de que la instalación resulte dañada debido a los efectos térmicos o electrodinámicos. En el caso de la protección con interruptor automático, los criterios de protección son los siguientes:

- Poder de corte del interruptor mayor que la máxima intensidad de cortocircuito (cortocircuito a principio de línea).
- Intensidad de cortocircuito mínima (cortocircuito al final de la línea) mayor que la intensidad de regulación del disparador electromagnético.
- El interruptor debe cortar la corriente de cortocircuito en un tiempo inferior a aquel que hace tomar al conductor una temperatura superior a su temperatura límite. Así en el cortocircuito el conductor no llegará a la temperatura máxima admisible. La intensidad de cortocircuito máxima debe ser menor que la intensidad que corresponde a la energía disipada admisible en el conductor.

En la protección con fusible, los criterios de protección son:

- Poder de corte del fusible mayor que la máxima intensidad de cortocircuito (cortocircuito a principio de línea).

- Intensidad de cortocircuito mínima (cortocircuito al final de la línea) mayor que la intensidad mínima a la que el fusible protege al conductor.

Los fusibles son capaces de actuar rápidamente en caso de cortocircuito, lo que limita la cantidad de energía disipada. Se deben seleccionar fusibles de un calibre ligeramente superior a la corriente de utilización de la línea.

La protección mediante la combinación de fusible-interruptor automático en serie a veces se elige por razones de economía. El fusible protege contra cortocircuitos de alta corriente, mientras que el interruptor automático protege contra sobrecargas y cortocircuitos de corriente moderada.

La protección mediante la combinación de fusible-contacto y relé térmico se utiliza en la protección de motores. El fusible protege contra cortocircuitos, mientras que el contacto y el relé térmico protegen contra sobrecargas. El fusible debe ser capaz de resistir la corriente de arranque del motor sin fundirse. Los dispositivos de protección se colocan en el origen de la instalación y en los puntos donde se produce una reducción de la corriente admisible. Estos dispositivos protegen la parte de la instalación que se encuentra aguas abajo, es decir, en el sentido de la alimentación [13].

10.4. Código Eléctrico Nacional (NEC)

La norma costarricense para instalaciones eléctricas se basa en los requisitos establecidos en la Sección 131 de la norma IEC 60364-1, la cual aborda los principios fundamentales de protección para la seguridad. Estos principios incluyen la protección contra descargas eléctricas, efectos térmicos, sobre corriente, corrientes de falla y sobre tensión. Todos estos riesgos potenciales están contemplados en los requisitos de este Código.

El código se aplica a todas las instalaciones eléctricas, así como a ampliaciones y remodelaciones de instalaciones eléctricas. Esto abarca la instalación de conductores, equipos y canalizaciones eléctricas, así como conductores, equipos y canalizaciones de comunicación y señalización, y cables y canalizaciones de fibra óptica [14].

10.5. Planos eléctricos

Referencia a la representación gráfica del esquema eléctrico de un determinado lugar, en la cual se definen claramente todos los puntos y componentes relacionados con las instalaciones eléctricas, así como las interconexiones y materiales o dispositivos utilizados.

Dentro del plano eléctrico se incluye la siguiente información:

- Ubicación del alumbrado interior y exterior.
- Tomas corrientes.
- Sistemas de comunicación.
- Conexiones presentes en las edificaciones.
- Apagadores eléctricos, bombillos o lámparas.
- Sistemas de tierra.
- Diagramas de control.
- Detalles de construcción y montaje eléctrico.

Todo va a depender de la información que necesite especificarse en los planos y la normativa que se esté utilizando en la elaboración de un plano eléctrico. Estos planos sirven

para mostrar las conexiones, materiales y ubicación de los circuitos eléctricos. Además, son una guía para los técnicos en el montaje de las instalaciones eléctricas.

Asimismo, los planos eléctricos son útiles para detectar rápidamente las averías en las instalaciones eléctricas que se encuentran en pleno funcionamiento. Esto se debe a que los técnicos tienen la posibilidad de verificar dónde está ocurriendo la falla para poder repararla [15].

11. Condiciones actuales de las instalaciones en oficinas y plantas.

Primeramente, se realizó un diagnóstico de las instalaciones eléctricas utilizando un formulario de informe de condiciones proporcionado por el CFIA (anexo 18.2), con el fin de investigar sobre las condiciones actuales.

La empresa cuenta con dos bancos de transformadores trifásicos de 500 kVA a 277/440 V. Cada uno de ellos tiene su propio medidor y están conectados en una configuración tipo estrella-delta. Estos transformadores se encuentran ubicados y conectados al lado del taller, pero el transformador en configuración estrella no se encuentra en funcionamiento. Además, se han conectado dos transformadores secos trifásicos de 75 kVA para la planta primaria y secundaria, los cuales están también conectados al transformador en configuración delta. Uno de estos transformadores alimenta las oficinas y el taller. En total, se han instalado 29 subtableros en toda la planta y los edificios.

En las oficinas administrativas se ha instalado un tablero de emergencia conectado al tablero principal. En caso de que haya una falla en el suministro de electricidad o se requiera realizar reparaciones, este tablero de emergencia cuenta con un tomacorriente hembra NEMA

10 para conectar un generador. Sin embargo, es importante mencionar que el cableado eléctrico de las instalaciones no se encuentra en ductos, tal como lo indica la norma.

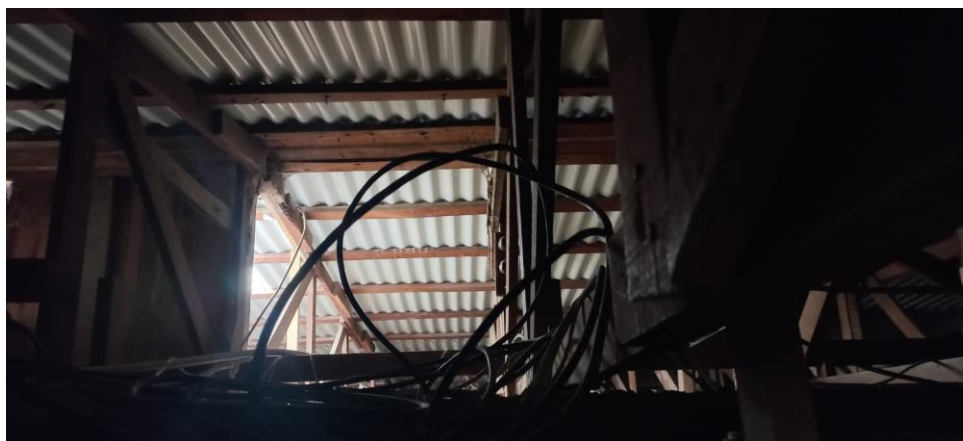


Figura 3: Cableado eléctrico en oficinas administrativas [Elaboración propia].

En algunos tableros, como el de la oficina de Gerencia que se ubica en el baño, se pueden observar cables a tierra de diferentes colores (blanco, rojo, azul, verde y negro). Según el NEC 2014, se establece que el color adecuado para los cables a tierra es el verde.

Otro problema que se puede apreciar en el mismo tablero es que dos de los disyuntores, el de 15 A y el de 50 A, tienen cables de calibre 10 AWG y 12 AWG respectivamente. De acuerdo con la tabla 310.15(B)(16)[16], el calibre adecuado para una temperatura de 75°C sería el 14 AWG para el de 15 A y el calibre 8 AWG para el de 50 A.

En la figura 4 se puede observar la barra de tierra, pero al utilizar el probador de GFCI en los tomacorrientes correspondientes a este tablero, indica que no están conectados a tierra



Figura 4: Tablero Oficina de Gerencia [Elaboración propia].

Otra de las irregularidades que se pueden mencionar es la ubicación de los tomacorrientes del comedor cerca del fregadero. Según el artículo 210.8(5) del NEC, estos tomacorrientes deberían contar con un interruptor de falla a tierra o GFCI (por sus siglas en inglés), especialmente cuando se instalan a una distancia no superior a 1.8 m del borde externo del sumidero.

Entre las verificaciones realizadas, se comprobó la conexión de puesta a tierra utilizando un probador de salida GFCI. Los resultados indicaron que los tomacorrientes presentan una tierra abierta.



Figura 5: Tomacorrientes comedor oficinas administrativas y probador de salida GFCI [Elaboración propia].

En la figura 5, se muestra el funcionamiento del probador de salida GFCI en el tomacorriente. Sin embargo, solo se observa que la luz del medio está encendida, lo cual indica que el circuito tiene una tierra abierta (no conectado a tierra).

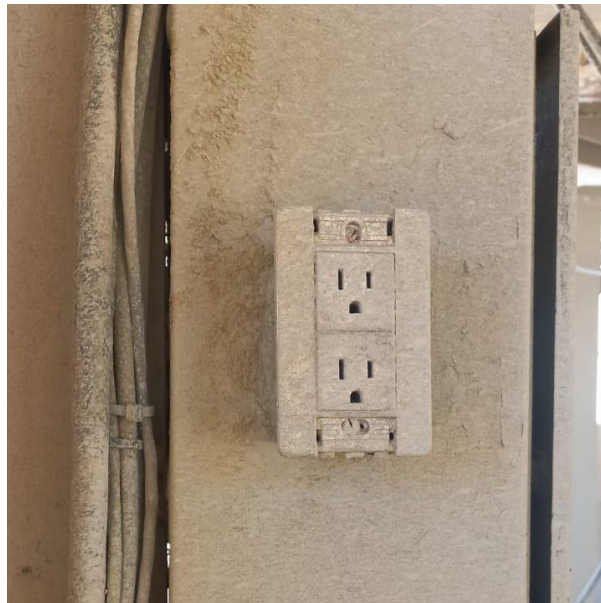


Figura 6: Tomacorrientes debajo de tanque de agua de clarificación [Elaboración propia].

En la figura 6, se puede observar un tomacorriente que se encuentra ubicado debajo de un tanque de agua sin cumplir las debidas condiciones establecidas por el NEC. Es decir, el tomacorriente no cuenta con ninguna forma de protección, como un interruptor GFCI u otras protecciones requeridas.



Figura 7: Probador de salida GFCI [Elaboración propia].

En la figura 7 se muestran las diferentes combinaciones de luces que indican el estado de la instalación eléctrica. En ella se puede observar la configuración del tomacorriente de la cocina sin conexión a tierra (GND).

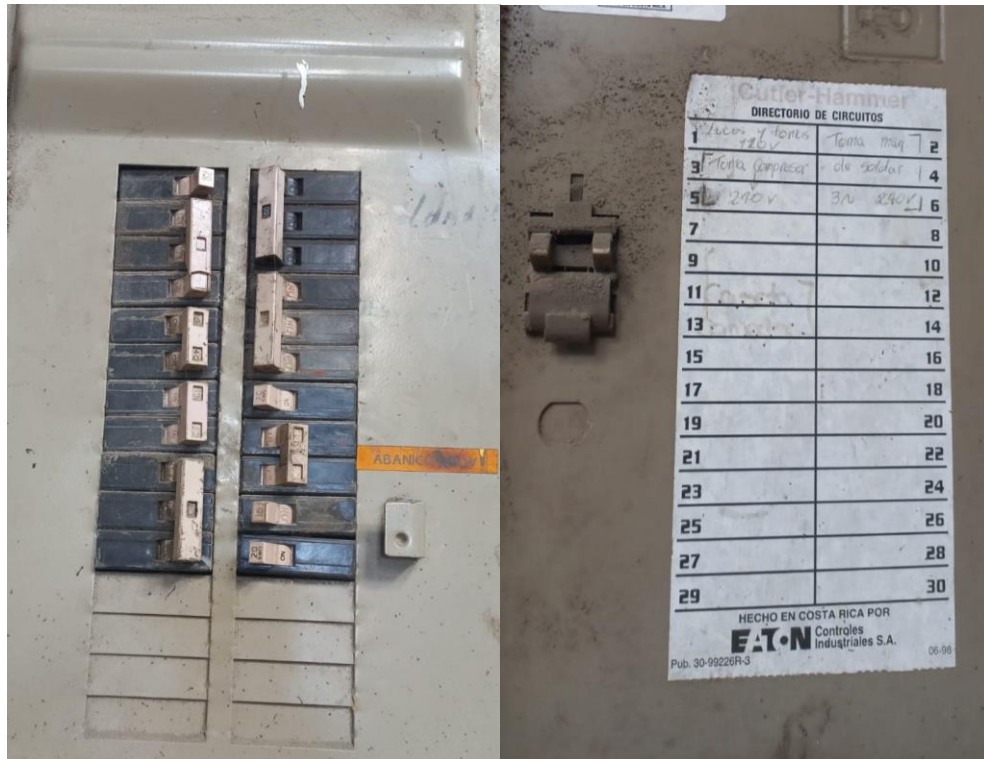


Figura 8: Tablero de taller sin etiquetado [Elaboración propia].

Una irregularidad que se muestra en los tableros (figura 8) es el etiquetado inadecuado de los disyuntores. En particular, se observa que uno de los tableros ubicado en el taller solo tiene una etiqueta, mientras que los demás disyuntores carecen de ellas. Aunque algunos disyuntores están identificados en la tapa del tablero, no se puede confirmar si la información es correcta. Se consultó a uno de los empleados del taller, quien no supo responder si la información era precisa. Otra observación relacionada con el taller es que las luces no tienen interruptores independientes, ya que están conectadas directamente a uno de los tableros de alimentación. En cuanto a la puesta a tierra, la empresa no cuenta con dicha conexión, como se evidencia en los puntos mencionados anteriormente.

Otro problema es que la empresa ha realizado un cambio de 220 V a 440 V, lo cual ha provocado que algunas instalaciones y componentes estén sobredimensionados. Esto

puede generar problemas, ya que se espera que los dispositivos de protección actúen en caso de inconvenientes eléctricos. Además de los problemas descritos anteriormente, la empresa tiene planes de instalar nuevos equipos, como un segundo hidrociclón en la planta secundaria y, en el futuro, más bandas transportadoras. Esto implica un aumento en la carga eléctrica instalada.

12. Propuesta de diseño.

Como se mencionó anteriormente, el Quebrador Ochomogo se encuentra ubicado en Cartago. La temporada templada tiene una duración de 1,5 meses, desde el 17 de marzo hasta el 2 de mayo, y durante este periodo, la temperatura máxima promedio diaria supera los 25°C. El mes más cálido del año en Cartago es abril, con una temperatura máxima promedio de 25°C y una mínima de 16°C.

Por otro lado, la temporada fresca abarca 3,9 meses, desde el 27 de septiembre hasta el 24 de enero, y durante este período, la temperatura máxima promedio diaria es inferior a los 23°C. El mes más frío del año en Cartago es octubre, con una temperatura mínima promedio de 16°C y una máxima de 23°C [17]. Esto es relevante para determinar el factor de corrección de temperatura en la selección de los calibres de los cables, tal como se indica en la tabla 310.15(B)(2)(a) [16].

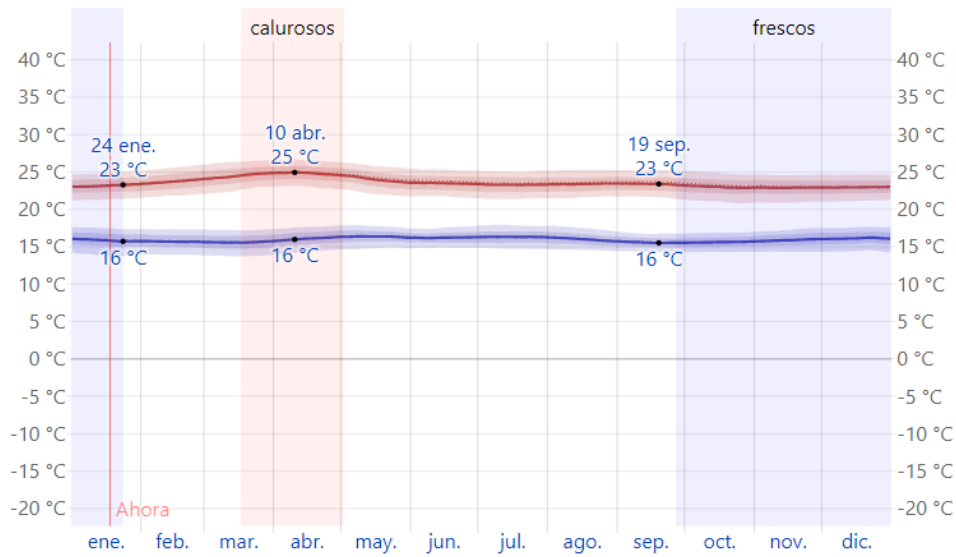


Figura 9: La temperatura máxima y temperatura mínima en Cartago [17].

Con respecto a la información se tiene que seleccionar un factor de corrección de 1.05 para una temperatura nominal de 75° C y 1,04 para 90° C.

12.1. Lista de equipos electrónicos

En la tabla 6 se presenta una lista de equipos electrónicos utilizados en las distintas áreas del Quebrador Ochomogo. Los datos han sido obtenidos de las etiquetas presentes en cada uno de ellos, los cuales son necesarios para llevar a cabo algunos cálculos que se realizarán más adelante.

Tabla 6: Lista de equipos electrónicos de las oficinas, taller y otros [Elaboración propia].

Equipos electrónicos de oficinas y taller									
Área	Equipo	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Ciclo de operación	Fabricante	Modelo
Oficinas y comedor	PC	10	100	1000	120	0,83	CC	HP	
	Monitor	10	396	3960	120	3,30	CC	X-micro	X22KN
	Servidor	1	200	200	120	1,67	CC	Varios	
	Extractor de olores	2	35	70	120	0,29	NC	Nimbus	DPT16-2 -10
	Router	4	5	20	120	0,04	CC	Aurora	CDD
	Sistema de vigilancia	1	300	300	120	2,50	CC	N.D	
	Refrigerador	5	1200	6000	120	10,00	CC	LG	VT38BPP
	Microondas	4	1200	4800	120	10,00	NC	Samsung	AMW83E-SB
	Telefono	6	72	432	120	0,60	NC	Grandstream	GXP1610
	Coffie Maker	3	900	2700	120	7,50	NC	Black and Decker	CM0915BK-LA
	Pantallas	3	75	225	220	0,34	NC	Sharp	
	Impresoras	3	12	36	120	0,10	NC	Epson	L3150
	PC Portatil	4	65	260	120	0,54	CC	Dell	3420
	Dispendador de agua	2	744	1488	120	6,20	NC	Wateriologic	+Pura
	Aire acondicionado	3	1276	3828	220	5,80	NC	MultiZone Ventus	MIX13CD1
	Camara de refrigeración	1	968	968	110	8,80	CC	N.D	
	Radio	30	72	2160	120	0,60	NC	Vertex Standart	
UPS	10	865	8650	120	7,21	CC	APC	Back-UPS 1500	
Esmeril	1	240	240	120	2,00	NC	N.D		
Taller	Taladro de banco	1	1119	1119	120	1,00	NC	JET	
	Cortadora	1	1800	1800	120	15,00	NC	MilKaukee	

12.2. Tomacorriente

12.2.1. Tomacorrientes en áreas de oficinas, taller y casetas

Para determinar la cantidad de tomacorrientes necesarios en las áreas administrativas, taller y casetas, se realizará un cálculo basado en el artículo 210.52(A)(1). Dicho artículo establece lo siguiente: 'Los receptáculos se deben instalar de modo que ningún punto, medido horizontalmente a lo largo de la línea del piso en cualquier espacio de la pared, esté a más de 1,8 m (6 pies) de una salida de receptáculo.' [16].

Para comprender este artículo, tomaremos como ejemplo el comedor del área administrativa. El comedor cuenta con una puerta corrediza de vidrio de 2,47 m, dos ventanas corredizas de 3,26 m y 1,96 m, y una entrada a un pasadizo de 1,2 m. Para calcular el perímetro total del comedor, debemos restar las distancias de las puertas y ventanas. Además, los tomacorrientes deben ubicarse a una distancia de 1,8 m de las puertas, y entre ellos debe haber una separación de 3,6 m.

El perímetro total del comedor es de 18,36 m.

$$\frac{(\text{Perímetro total} - \text{dist. venta.} - \text{dist. puert.})}{3,6} = \text{cant. tomacorrientes}$$

$$18,36 - 2,47 - 3,26 - 1,96 - 1,2 = 9,47 \text{ m}$$

$$\frac{9,47}{3,6} = 2,63$$

Por lo tanto, la cantidad de tomacorrientes que deberían de estar instalados el comedor sería de 3.

Para los tomacorrientes que se encuentren a nivel de piso terminado y que estén a una distancia de 45cm de la pared no se contarán en la cantidad de tomacorrientes generales por el artículo 210.52(A)(3) [16]. Cada disyuntor tendrá un máximo de 11 tomacorrientes instalados.

Tabla 7: Número de tomacorrientes calculados para las oficinas administrativas
[Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes para oficinas administrativas				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent. y puert. (m)	Cantidad tomacorrientes	
			Instalados	Propuestos
Comedor	18,36	8,89	3	3
Bodega	12,49	2,41	2	3
Oficina 1	14,35	4,84	2	3

Oficina 2	10,57	2,37	2	2
Oficina 3	14,69	5,01	4	3
Ofi. Ventas	12,43	3,52	6	2
Ventas	11,71	6,89	2	1
Oficina 4	9,69	2,87	1	2
Oficina 5	15,36	4,54	4	3
Sala Reuniones	16,05	5,41	4	3
Recepción	25,14	8,04	5	5
Cuarto Servid.	13,81	1,67	1	3

La tabla 7 es solo de las oficinas administrativas, para los demás recintos y áreas, los cálculos de tomacorrientes se encuentran en la parte de anexos (tablas 19, 20, 21, 22 y 23).

12.2.2. Tomacorrientes en plantas

Se instalarán tomacorrientes en lugares estratégicos según lo indicado en los planos. Esto se hará con el objetivo de proporcionar mayor comodidad al momento de conectar máquinas de soldar, extensiones eléctricas y herramientas necesarias para el mantenimiento. Estos tomacorrientes estarán protegidos por dispositivos de corriente de falla a tierra (GFCI) y se ubicarán en cajas metálicas, ya que estarán expuestos a la intemperie.

Se propondrá la instalación de tomacorrientes de 120 V en las cercanías de las cribas vibratorias, el área de sacado de barro en la planta secundaria, los cuartos de control eléctrico, las casetas de control de las plantas y cerca de la prensa. Estos tomacorrientes serán necesarios debido a la presencia de computadoras que controlan los procesos y su correcto funcionamiento. También se ubicarán cerca de los tanques de agua para facilitar cualquier reparación sin necesidad de utilizar extensiones de gran longitud.

Para las máquinas de soldadura que requieren alimentación de 440 V, se propondrá la instalación de tomacorrientes en lugares cercanos a las plantas y también en los cuartos de control eléctrico.

Los calibres para estos circuitos serán de 12 AWG para los de 120 V y de 8 AWG para los de 440 V, los disyuntores serán de 15 A o 20 A y 200 A respectivamente.

12.3. Luminarias

12.3.1. Luminarias en áreas de oficinas, taller y casetas

En este proyecto, se mantendrán las luminarias en su ubicación actual, pero se agruparán según la cantidad de luminarias por circuito, siguiendo las pautas establecidas en el Código Eléctrico Nacional (NEC). Se seleccionará el calibre de los cables y los disyuntores necesarios para cada circuito.

En las oficinas administrativas y en el taller, se utilizan luminarias LED de 18 W y 36 W, funcionando a 110 V. En otros lugares, se utilizan luminarias compactas de 10 W. En el taller, hay luminarias LED de 30 W, operando a 220 V. Además, en lugares específicos como mesas y estantes donde se guardan herramientas, se emplean luminarias de 18 W. En las casetas del río, despacho y vigilancia, se encuentran luminarias compactas de 10 W que operan a 110 V. Cabe destacar que esta descripción solo se refiere a las luminarias de los edificios, mientras que las de las plantas se considerarán por separado.

Tabla 8: Cantidad de luminarias y circuitos calculados para las oficinas administrativas [Elaboración propia].

Cantidad de luminarias y circuitos por área					
Área	Potencia (W)	Cantidad	Pot. Total (W)	Cálculo de circuitos	Circuitos
Oficinas administrativas	18	18	324	1,83	2
	10	4	40		
	18	4	72		
Taller	30	13	390	5,88	6
	36	4	144		
Oficinas taller	16	14	224	1,78	2

	10	9	90		
	36	6	216		
	36	8	288		
Comedor-vestidores- parqueo	18	8	144	1,10	1
	10	2	20		
Caseta vigilancia	10	6	60	0,46	1
Caseta río	10	2	20	0,13	1
Caseta de despacho	10	3	30	0,06	1
Cuarto de control eléctrico 1	18	2	36	0,05	
Cuarto de control eléctrico 2	18	2	36	0,05	1
Almacén floculante	10	1	10	0,06	

Para calcular la cantidad de circuitos necesarios, se debe determinar la corriente total de cada recinto y luego dividirla por el amperaje del disyuntor que se instalará. En el caso de las oficinas administrativas, se instalarán dos disyuntores de 20 A, mientras que para la caseta del río se utilizará un disyuntor de 15 A.

Para determinar la cantidad de luminarias que deben ir conectadas en cada circuito, se calcula la corriente total de las luminarias multiplicándola por 100 VA y luego se multiplica por el factor de carga continua, que es del 125%, debido a que estas luminarias están activas durante más de tres horas en algunas oficinas. El resultado se divide por el voltaje. A modo de ejemplo, utilizaremos un disyuntor de 20 A.

$$\frac{\text{Amperaje disyuntor} \times \text{Voltaje}}{100 \times 125\%} = \text{cantidad de luminarias por circuito}$$

$$20 \times 120 = 2400$$

$$\frac{2400}{125} = 19,2$$

Según la ecuación anterior para los disyuntores de 20 A tendrá un máximo de 19 luminarias y para los de 15 A un máximo de 14 luminarias, con capacidad máxima de 1900

VA y 1400 VA respectivamente. Por otro lado, los calibres de los cables de los circuitos serán número 12 AWG THHW, tanto para las líneas vivas como la tierra ya que de son 20 A o 15 A.

12.3.2. Luminarias en plantas

En la planta, se pueden encontrar luminarias de 18 W, 30 W y 150 W. Las luminarias de 18 W están instaladas en los cuartos de control, las casetas de operación, el almacén de floculante y la prensa de barro, con un total de 15 luminarias. Hay dos luminarias de 30 W en el área de sacado de barro de la planta secundaria. Además, se encuentran 5 luminarias de 150 W tipo LED distribuidas en diferentes áreas de la planta.

Para los circuitos, se instalarán 2 disyuntores de 20 A. Un disyuntor será utilizado para las luminarias de 18 W y 30 W, mientras que el otro disyuntor será para las luminarias de 150 W.

Los calibres de los cables para ambos circuitos serán de 12 AWG THHW para las líneas vivas y la tierra.

12.4. Circuitos para termoduchas y aires acondicionados

12.4.1. Circuitos para termoduchas

Para circuitos de termoducha se debe de tomar en cuenta el artículo 422.11(F)(1) [16], se obtiene la corriente con la potencia que indica el fabricante y con el valor se elige el calibre se tiene un valor de 5500 W con un voltaje de 240 V

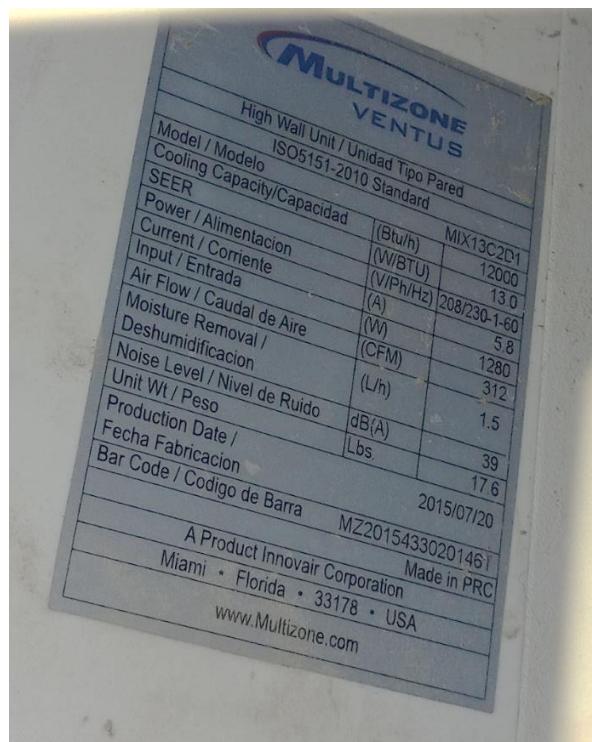
$$\text{Corriente del ramal} = \frac{5500\text{W}}{240} = 22,91 \text{ A}$$

El calibre sería de un 8 AWG para la línea viva y para la tierra un 10 AWG, con respecto al disyuntor tiene que ser de 25 A – 2 polos.

12.4.2. Circuitos para aires acondicionados

El Quebrador cuenta con tres unidades de aire acondicionado: uno en la oficina de ventas y los otros dos en las casetas de operación de las plantas. Para seleccionar el disyuntor y los calibres de los cables, según el artículo 440.2 del NEC 2014, se debe tomar en cuenta la corriente indicada en la placa o etiquetado de los fabricantes.

Los aires acondicionados son de marca Multizone Ventus, con una corriente nominal de 5,8 A. Por lo tanto, para cada uno de los aires acondicionados, se seleccionará un disyuntor de 15 A de dos polos, y se utilizarán calibres de cables de 12 AWG.



MULTIZONE VENTUS		
High Wall Unit / Unidad Tipo Pared		
Model / Modelo	ISO5151-2010 Standard	MIX13C2D1
Cooling Capacity / Capacidad	(Btu/h)	12000
SEER	(W/BTU)	13.0
Power / Alimentación	(V/Ph/Hz)	208/230-1-60
Current / Corriente	(A)	5.8
Air Flow / Caudal de Aire	(CFM)	1280
Moisture Removal / Deshumidificación	(L/h)	312
Noise Level / Nivel de Ruido	(dB(A))	1.5
Unit Wt / Peso	(Lbs)	39
Production Date / Fecha Fabricación		2015/07/20
Bar Code / Código de Barra		MZ20154330201461
A Product Innovair Corporation		
Miami • Florida • 33178 • USA		
www.Multizone.com		

Figura 10: Etiqueta de información aire acondicionado oficina de ventas [Elaboración propia].

12.5. Selección de calibres, caídas de tensión y demás

12.5.1. Calibres de conductores, disyuntores, protecciones y caídas de tensión de motores

Para determinar los calibres de los conductores, los contactores y las protecciones de los circuitos de los motores, se han considerado varios artículos del NEC. En primer lugar, se debe conocer la corriente nominal del motor, la cual se puede obtener de la placa del motor o de la tabla 430.250 [16], basándose en el voltaje y la potencia del motor.

A continuación, se calcula la corriente corregida teniendo en cuenta diversos factores, como el factor de temperatura (tabla 310.15(B)(2)(a)) [16], el factor de agrupamiento (tabla 310.15(B)(3)(a)) [16], el factor de servicio de trabajo (artículo 430.22) [16] y el artículo 430.6 [16].

Una vez realizados estos cálculos, se procede a seleccionar el calibre del conductor utilizando la tabla 310.15(B)(16). Luego, se elige el tipo de contactor, en este caso se utiliza el tamaño IEC, según los anexos. A continuación, se selecciona el disyuntor y se calculan las corrientes de sobrecarga mínima y máxima, que se obtienen multiplicando la corriente nominal por un 115% para la mínima y un 130% para la máxima.

Por último, se calcula la protección térmica para cada motor utilizando interruptores automáticos de tiempo inverso. Para aquellos motores que no tienen una placa legible o no tienen placa, se aplica el porcentaje del 115% establecido en el artículo 430.32(A)(1) [16].

En la siguiente tabla se muestra el resultado de los cálculos mencionados anteriormente para todos los motores de la planta primaria. Los datos de los motores de la planta secundaria y otros motores se encuentran en las tablas 27 y 28 de los anexos.

Tabla 9: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta primaria [Elaboración propia].

Selección de calibres, disyuntores y protecciones de motores planta primaria										
Nombre	Corriente a plena carga (A)	Corriente a plena carga NEC (A)	Corriente con factores de corrección (A)	Calibres cables (AWG o kcmil)		Contactor IEC (bobina 220V)	Disyuntor	Corriente sobrecarga (A)		Proteccion término (A)
				Conductores	Tierra			Mín.	Máx.	
Alimentador	25	27	39,69	8	10	F (32A)	100	31,05	35,1	28,75
Quebrador	90	96	141,12	1/0	6	N (140A)	400	110,40	124,8	103,50
Banda 1	18,6	21	30,87	8	10	E (25A)	80	24,15	27,3	21,39
Tambor	67,9	65	95,55	2	8	K (73A)	250	74,75	84,5	78,09
Criba	21	21	30,87	8	10	E (25A)	80	24,15	27,3	24,15
Bomba Hidro	122	96	141,12	1/0	6	N (140A)	400	110,40	124,8	140,30
Escurreidor 1	10,2	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	11,73
Escurreidor 2	10,2	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	11,73
Banda Arena	18,04	21	30,87	8	10	E (25A)	80	24,15	27,3	20,75
Base Banda Arena	7	7,6	11,172	14	14	B (10A)	30	8,74	9,88	8,05
Bomba 1	67	77	113,19	2	6	L (85A)	300	88,55	100,1	77,05
Bomba 2	63	65	95,55	2	8	K (73A)	250	74,75	84,5	72,45
Banda 2	9,5	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	10,93
Banda 3	18	21	30,87	10	10	E (25A)	80	24,15	27,3	20,70
Banda 4	18,04	21	30,87	10	10	E (25A)	80	24,15	27,3	20,75
Banda 5	14	21	30,87	10	10	E (25A)	80	24,15	27,3	16,10
Bomba Presión	34,7	34	49,98	8	10	G (27A)	125	39,10	44,2	39,91
Bomba Martillo	59	65	95,55	2	8	K (73A)	250	74,75	84,5	67,85

Para comprobar la caída de tensión de cada ramal se toma la distancia en línea recta desde la luminaria o tomacorrientes más lejano al tablero de alimentación, en el caso de los motores es una distancia única.

Para obtener los datos de resistencia y reactancia, se consulta la tabla 9 del capítulo 9 del NEC para el cálculo de impedancia de los cables, para los motores se utiliza la siguiente ecuación ya que tienen factor de potencia diferente a 1:

$$Z_e = R \times [PF + X_L \times \sin(\arccos(PF))]]$$

Z_e : Impedancia equivalente (ohm/km)

R: resistencia (ohm)

FP: factor de potencia

X_L: reactancia (ohm)

Tabla 10: Datos de reactancia eficaz de cables [Elaboración propia].

Reactancia eficaz de cables				
Calibre AWG# o Kcmil	R	X	PF	Ze
2	0,62	0,148	0,80	0,496
2	0,62	0,148	0,85	0,527
2	0,62	0,148	0,87	0,5394
2	0,62	0,148	0,91	0,5642
8	2,56	0,171	0,85	2,176
10	3,9	0,164	0,85	3,315
12	6,6	0,177	0,85	5,61
12	6,6	0,177	0,77	5,082
12	6,6	0,177	0,88	5,808
12	6,6	0,177	0,9	5,94
14	10,2	0,19	0,82	8,364
14	10,2	0,19	0,87	8,874
14	10,2	0,19	0,76	7,752
14	10,2	0,19	0,85	8,67
14	10,2	0,19	0,71	7,242
14	10,2	0,19	0,75	7,65
1/0	0,39	0,144	0,85	0,3315
750	0,157	0,125	0,8	0,1256

En la tabla 10, se puede observar los valores de resistencia (R) y reactancia (X) para cada conductor que se encuentra en el NEC, los factores de potencia (FP) se tomaron de las placas de los motores y los que no tenían el dato se consideraron de 0,85; con estos datos se puede calcular la impedancia equivalente (Z_e).

Ya con la reactancia obtenida se calcula la caída de tensión de cada circuito trifásico.

$$\%CV_{3\phi} = \frac{\sqrt{3} \times Z \times L \times I}{1000 \times V} \times 100\%$$

Z: Impedancia equivalente (ohm/km)

L: longitud (m)

I: Corriente (A)

V: Tensión nominal (V)

Tabla 11: Caídas de tensión de motores de planta primaria [Elaboración propia].

Caídas de tensión de motores planta primaria						
Circuito	Z (Ω/km)	Distancia (m)	Corriente (A)	FP	Conductor (AWG o Kcmil)	Caída de tensión (%)
Alimentador	2,176	10,93	39,69	0,85	8	0,34
Quebrador	0,331	7,13	141,12	0,85	1/0	0,12
Banda 1	2,176	4	30,87	0,85	8	0,10
Tambor	0,539	5,79	95,55	0,87	2	0,11
Criba	2,176	9,86	30,87	0,85	8	0,24
Bomba Hidro	0,331	5,79	141,12	0,85	1/0	0,10
Escurreidor 1	8,67	7,21	16,17	0,85	14	0,36
Escurreidor 2	8,67	7,21	16,17	0,85	14	0,36
Banda Arena	2,176	30,64	30,87	0,85	8	0,74
Base Banda Arena	8,364	17,93	11,17	0,82	14	0,60
Bomba 1	0,539	24,52	113,19	0,87	2	0,54
Bomba 2	0,539	24,52	95,55	0,87	2	0,46
Banda 2	8,364	6,28	16,17	0,82	14	0,31
Banda 3	3,315	24,01	30,87	0,85	10	0,89
Banda 4	3,315	29,6	30,87	0,85	10	1,09
Banda 5	3,315	4,47	30,87	0,85	10	0,17
Bomba Presión	2,56	23,32	49,98	0,85	8	1,08
Bomba Martillo	0,527	7,78	95,55	0,85	2	0,14

En la tabla 12 se puede observar que las caídas de tensión son menores al 3 %, cumpliendo así con lo establecido en la nota 2 del artículo 215.2.(A)(1) [16]. Dicha nota indica que los conductores para alimentadores, dimensionados de acuerdo con la definición del Artículo 100, deben ser diseñados para evitar una caída de tensión que exceda el 3% en la salida más lejana de las cargas de energía, calefacción, iluminación o combinaciones de dichas cargas. Además, la caída máxima total de

tensión, tanto en alimentadores como en circuitos ramales hasta la salida más lejana, no debe exceder el 5 %. Esto asegurará un funcionamiento eficiente [17].

Para las demás caídas de tensión correspondientes a los motores de la planta secundaria, otros motores y máquinas del taller, se puede consultar el punto 18.1 y las tablas 33, 34 y 35.

12.5.2. Calibres de conductores, ductos y caídas de tensión de oficinas, taller y casetas.

En las caídas de tensión de los ramales monofásicos la fórmula cambia un poco:

$$\%CV_{1\phi} = \frac{2 \times \rho \times L \times I}{1000 \times V} \times 100\%$$

ρ : Impedancia equivalente (ohm/km)

L: longitud (m)

I: Corriente (A)

V: Tensión nominal (V)

El factor de potencia utilizado para determinar las impedancias equivalentes será de 1 para los ramales de luminarias y los tomacorrientes generales.

Tomaremos como ejemplo el tablero de las oficinas administrativas para calcular las caídas de tensión en los ramales monofásicos. Las caídas de tensión para los demás ramales se pueden encontrar en el punto 18.1, en las tablas 37 a 46.

Dado que las oficinas administrativas no tienen conductos para los cables de corriente, se recomendará la utilización de conductos EMT.

Tabla 12: Calibres, caídas de tensión y ductor de oficinas administrativas [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero área administrativa (TOA)									
Circuito	Potencia (VA oW)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
CA1	1620	120	13,50	13,95	12	6,6	2,07	1/2	Tomacorrientes generales
CA2	1800	120	15,00	5,71	12	6,6	0,94	1/2	Tomacorrientes generales
CA3	1800	120	15,00	9,82	12	6,6	1,62	1/2	Tomacorrientes generales
CA4	1260	120	10,50	11,6	12	6,6	1,34	1/2	Tomacorrientes generales
CA5	1700	120	14,17	12,72	12	6,6	1,98	1/2	Luminarias comedor, bodega, oficina 1, 2 y pasillo
CA6	1600	120	13,33	8,35	12	6,6	1,22	1/2	Luminarias oficina 3, oficina ventas, ventas y recepción
CA7	1100	120	9,17	8,72	12	6,6	0,88	1/2	Luminarias baño, sala reuniones, oficinas 4 y 5
CA8-9	1280	220	5,82	5,47	12	6,6	0,19	1/2	Aire acondicionado
CA10-11	10740	120	89,50	42,88	1/0	0,39	2,49	1 1/4	Tablero de comedor - vestidores (TC)

Para determinar el tamaño de la canalización requerida para cada ramal, es necesario calcular el área transversal de cada cable y determinar cuántos cables se colocarán en la canalización. En el caso de los ramales monofásicos, esto incluirá la línea viva, el neutro y la tierra. Según la tabla 1 del capítulo 9, se debe utilizar como máximo el 40 % del área transversal del conducto cuando se tienen más de dos conductores.

Para iniciar el proceso de selección, se elige el material del conducto. En este caso, se ha seleccionado conductos de EMT, los cuales se encuentran en la tabla 4 del capítulo 9 del NEC. A continuación, se calcula el área total de los calibres de los cables presentes en cada circuito. Para finalizar, se realiza la selección del diámetro del conducto.

Las áreas transversales correspondientes a cada calibre se pueden obtener de la tabla 5 del capítulo 9. Tomando como ejemplo el circuito CA1, el cual tiene un calibre de 12 AWG THHW, en la tabla se indica que el área transversal es de 8,581 mm². Dado que el conductor de tierra es del mismo calibre, se tienen un total de 3 cables en la canalización.

$$A_{12} = 8,581 \text{ mm}^2$$

$$A_{12} = 8,581 \text{ mm}^2$$

$$A = 8,581 \times 2 + 8,581 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 25,743 \text{ mm}^2$$

Al consultar la tabla 4, se determina que el diámetro de 1/2 pulgada cumple con el requisito de utilizar máximo el 40 % del área transversal del conducto. Por lo tanto, se elegirá el ducto de 1/2 pulgada para el circuito CA1.

En el caso del circuito CA10-11, que corresponde al disyuntor del comedor-vestidor, se utilizará un ducto de PVC cédula 40. Este tipo de ducto es recomendado por el NEC para instalaciones en exteriores y expuestas a la luz solar, ya que será instalado de manera aérea hasta el tablero correspondiente. Otros circuitos que también serán instalados de manera aérea utilizando ducto de PVC cédula 40 son la conexión de la caseta de despacho, la caseta de vigilancia y el motor de la bomba del río.

En cuanto a los tableros de las oficinas administrativas (TOA), del lago (TBL) y de la planta secundaria, se realizarán conexiones subterráneas. El tablero de las oficinas administrativas se conectará a uno de los tableros del taller, mientras que el tablero del lago se conectará directamente a la acometida, al igual que el tablero de la planta secundaria.

12.6. Alimentador principal y subalimentadores

12.6.1. Subalimentadores planta primaria y secundaria

Para suministrar la corriente a los circuitos monofásicos de las oficinas, casetas y parte del taller, se cuenta con un transformador seco de 75 kVA de 480 V/120-240 V. Para asegurarnos de que el transformador es adecuado, procederemos a realizar la suma de cargas.

Dado que las instalaciones no son de tipo vivienda, el NEC indica la aplicación de ciertos factores de demanda para los circuitos de tomacorrientes e iluminación en infraestructuras industriales. Para los tomacorrientes, se consideran los primeros 10,000 VA a plena carga y el 50 % de la carga restante. En el caso de la iluminación, se considera el 100 % de la carga según lo establecido en las tablas 220.42 y 220.44, respectivamente.

En cuanto a las casetas de control de las plantas, se tiene un total de 1,838 kVA en voltamperios, ya que cada caseta cuenta con aire acondicionado, iluminación y un tomacorriente. Cabe mencionar que una caseta se encuentra conectada a un transformador, mientras que la otra se encuentra conectada al otro transformador.

Tabla 13: Demanda máxima de tableros a transformador seco planta secundaria [Elaboración propia].

Demandas máximas de tableros transformador seco planta secundaria			
Tablero	Tomacorrientes (VA)	Iluminación (W)	Otros (VA)
Oficinas administrativas	6480	364	1280
Taller 1	7340		5500
Taller 2	2480	1164	2000
Caseta vigilancia	1140	60	5500
Caseta despacho	360	30	380
Planta secundaria	1080	822	1270
comedor-vestidores	1800	452	5500
total	20680	2892	21430

Teniendo en cuenta las potencias con los factores de demanda para cada tablero, se puede determinar la demanda máxima total en kVA para el transformador seco de la planta secundaria, utilizando los datos de la tabla 14. Las potencias de los aires acondicionados, duchas y otros equipos se indicaron en la columna correspondiente a 'otros'.

La demanda máxima total del transformador se calcula sumando las potencias individuales: $20,68 \text{ kVA} + 2,892 \text{ kVA} + 21,43 \text{ kVA} = 45,002 \text{ kVA}$. Con la potencia total obtenida, podemos afirmar que el transformador cumplirá con la demanda. Podríamos optar

por utilizar un transformador de menor capacidad, pero para evitar una inversión innecesaria, se puede mantener el transformador de 75 kVA.

Además, la planta primaria cuenta con otro transformador seco que suministra energía a las instalaciones monofásicas de la caseta de control de la primaria, las luces, tomas de corriente y otros lugares. Este transformador también se tiene en cuenta para futuras instalaciones previstas.

$$I_{\text{primario}} = \frac{75\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 480} = 90,21 \text{ A}$$
$$I_{\text{secundario}} = \frac{75\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 240} = 180,42 \text{ A}$$

Las protecciones y los calibres de los conductores de los transformadores se seleccionarán de acuerdo con la corriente y el artículo 450.3 del NEC. La corriente en el primario del transformador es de 90.12 A, mientras que la corriente en el secundario dependerá de las cargas instaladas. Para el transformador que alimenta las oficinas y otras áreas, se tiene una corriente de 180.42 A.

Considerando la impedancia del transformador indicada en la placa, que es del 3.96%, se aplicarán los porcentajes de ajuste por sobrecorriente según la tabla 450.3(A) [16]. Para el primario, que será protegido con un interruptor automático sin supervisión, se aplica un factor de ajuste del 600 %, lo que resulta en una corriente de 540.72 A. En el secundario, que será protegido con un interruptor automático y opera a menos de 1000 V, se aplica un factor de ajuste del 125 %, resultando en una corriente de 225.52 A.

Con base en los cálculos de corriente, se seleccionarán disyuntores de 600 A/3P para el primario y de 250 A/3P para el secundario. En cuanto a los calibres de los conductores, se utilizarán las corrientes calculadas aplicando los factores de carga continua y temperatura.

Para el primario, se utilizará conductor de 2 AWG THHW para las líneas y conductor de 8 AWG THHW para la tierra. Para el secundario, se utilizará conductor de 4/0 AWG THHW para las líneas y conductor de 6 AWG THHW para la tierra. Estas selecciones de calibres se aplicarán a ambos transformadores.

12.6.2. Alimentador principal

Para el alimentador principal, se cuenta con uno de 500 kVA donde se encuentran las dos plantas conectadas, pero al hacer la sumatoria de las cargas totales de los motores de las plantas y demás se tiene una demanda máxima que sobrepasa ese transformador.

Tabla 14: Demanda máxima para transformador principal [Elaboración propia].

Demandas máximas	
Tablero	Otros (kVA)
Planta primaria	497,23
Planta secundaria	439,28
Otros motores	184,57
Transformador seco 1	45,002
Transformador seco 2	4,5
total	1170,58

Se puede observar que al realizar la sumatoria, el resultado es de 1170,58 kVA. Con el transformador actual, no sería posible satisfacer la demanda máxima. Por lo tanto, se recomienda adquirir un transformador de 1500 kVA o tres transformadores de 500 kVA cada uno. Esto se debe a que se tiene previsto ampliar la planta secundaria al agregar más motores para las bandas transportadoras o utilizar el transformador de 500 kVA que actualmente no está en uso y adquirir otro más.

$$I_{\text{primario}} = \frac{1500\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 34,5\text{kV}} = 25,10 \text{ A}$$

$$I_{\text{secundario}} = \frac{1500\text{kVA}}{\sqrt{3} \times 0,48} = 1804,21 \text{ A}$$

Siguiendo los mismos pasos de los subalimentadores, se obtienen corrientes de 25,10 A en el primario y 1804,21 A en el secundario. Aplicando los factores del 600% en el primario y del 125 % en el secundario, las corrientes resultantes serían de 150,6 A y 2255,26 A, respectivamente. Para proteger este transformador, se recomienda utilizar un disyuntor de 175A/3P en el primario y uno de 2500A/3P en el secundario.

En cuanto a los conductores, se debe aplicar el artículo 310.60(B)[16] y considerar los factores de continuidad y temperatura. De acuerdo con la tabla 310.60.(C)(67)[16], se selecciona un calibre de 6 AWG THHW Tipo MV-90 de cobre para las líneas y un calibre de 12 AWG THHW para la conexión a tierra en el lado primario. En el lado secundario, se recomienda utilizar conductores de 500 kcmil THHW Tipo MV-90 para las líneas, con 4 líneas en cada fase, incluyendo el neutro, y un conductor de tierra de 350 kcmil THHW.

13. Análisis de cortocircuito

La planificación, el diseño y la operación de los sistemas eléctricos requieren de minuciosos estudios para evaluar su comportamiento, confiabilidad y seguridad. Entre los estudios típicos que se realizan se encuentran los flujos de potencia, la estabilidad, la coordinación de protecciones, el cálculo de cortocircuito, entre otros. Un buen diseño debe basarse en un cuidadoso estudio que incluya la selección del voltaje, el tamaño del equipamiento y la elección adecuada de las protecciones.

La mayoría de estos estudios requieren de un modelo complejo y detallado que represente el sistema eléctrico, el cual generalmente se establece en la etapa de proyecto. Los estudios de cortocircuito son ejemplos típicos de estos estudios y son esenciales para la

selección de equipos y el ajuste de las protecciones correspondientes. Las dimensiones de una instalación eléctrica y los materiales que se instalan, así como la determinación de las protecciones para las personas y los bienes, requieren el cálculo de las corrientes de cortocircuito en cualquier punto de la red. El objetivo de un estudio de cortocircuito es proporcionar información sobre las corrientes y los voltajes en un sistema eléctrico durante condiciones de falla [18].

Para el análisis de cortocircuito, se seleccionarán tres puntos de falla que se pueden observar en la figura 11. Solo se tendrán en cuenta las cargas de los motores, ya que las cargas monofásicas no presentan un porcentaje importante en comparación con estos. Los cálculos se realizarán utilizando el método de kVA equivalentes. A través de correo electrónico, se consultó a la compañía de distribución eléctrica JASEC la corriente de cortocircuito para 34,5 kV, la cual fue informada como 2189 A. Con este dato, se pueden calcular los kVA equivalentes.

Las reactancias subtransitorias para los motores se tomarán como 0,16 para motores mayores de 50 HP y 0,21 para motores menores de 50 HP. Para obtener los kVA equivalentes, se toman los kVA de cada motor y se utiliza la siguiente fórmula:

$$kVA_{cc} = \frac{kVA}{X''d}$$

Donde:

kVA_{cc}= son los kVA's equivalentes

kVA= potencia de motor

X''d= reactancias subtransitorias

Y para los transformadores, la siguiente fórmula:

$$kVA_{cc} = \frac{kVA}{Z} \times 100$$

Donde:

kVA_{acc}= son los kVA's equivalentes

kVA= potencia del transformador

Z= porcentaje de reactancia

Con respecto al porcentaje de impedancia de los transformadores, para el principal se tomará un porcentaje de 5,75 % y para los transformadores secos, el dato se obtuvo de las placas de los equipos, como se puede observar en la figura 10 el valor de impedancia para estos es de 3,96 %.

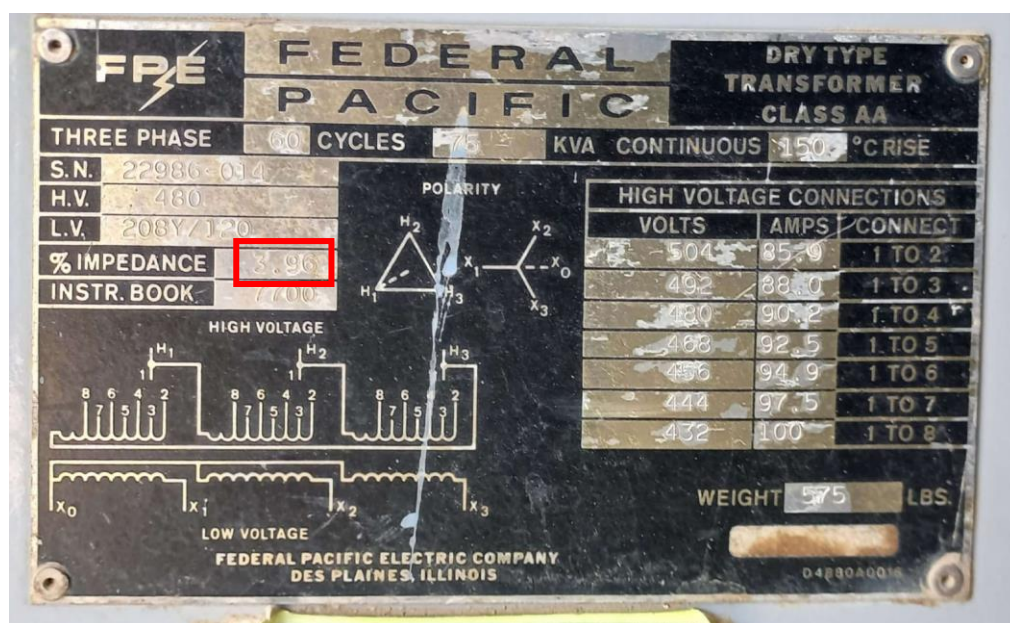


Figura 11: Placa de transformador seco planta secundaria [Elaboración propia]

En el caso de los conductores, se necesita conocer la distancia, la impedancia y la reactancia. Estos últimos dos valores se obtienen de la tabla 9, ubicada en el capítulo 9. Es importante tener en cuenta estos datos para calcular de manera más precisa la corriente.

Una vez que se tienen los kVA equivalentes, se procede a realizar los cálculos tanto aguas arriba (desde los motores del tablero de la planta primaria hasta la alimentación de la compañía) como aguas abajo (desde la alimentación de la compañía hasta el tablero de la

planta primaria). En la figura 11 se muestran los kVA de cada motor y conductor, lo cual nos permite continuar con lo mencionado anteriormente.

Cabe destacar que los conductores de los motores que cuentan con variadores de frecuencia no se han tenido en cuenta, debido a que se encuentran a una distancia menor a un metro del tablero eléctrico hasta el variador.

$$kVA_{\text{equi.motores}} = \frac{kVA}{x \cdot d}$$
$$kVA_{\text{equi.transfomadores}} = \frac{kVA}{Z} \times 100$$

Para calcular los paralelos y en serie se utilizan las siguientes formulas:

$$\frac{1}{kVA_{\text{serie}}} = \frac{1}{kVA1} + \frac{1}{kVA2} + \frac{1}{kVA3} + \dots$$
$$kVA_{\text{paralelo}} = kVA1 + kVA2 + kVA3 + \dots$$

Con los datos necesarios obtenidos, que se encuentran en las tablas de datos adjuntas, se calculan las kVA aguas arriba (representadas en color rojo) y aguas abajo (representadas en color verde). Estos valores son necesarios para el cálculo de las corrientes simétricas y asimétricas. En la figura 12 se muestran las kVA equivalentes tanto aguas arriba como aguas abajo en el diagrama unifilar.

En el caso del banco de capacitores, no contribuye al cortocircuito, por lo tanto, no se tendrá en cuenta en este cálculo.

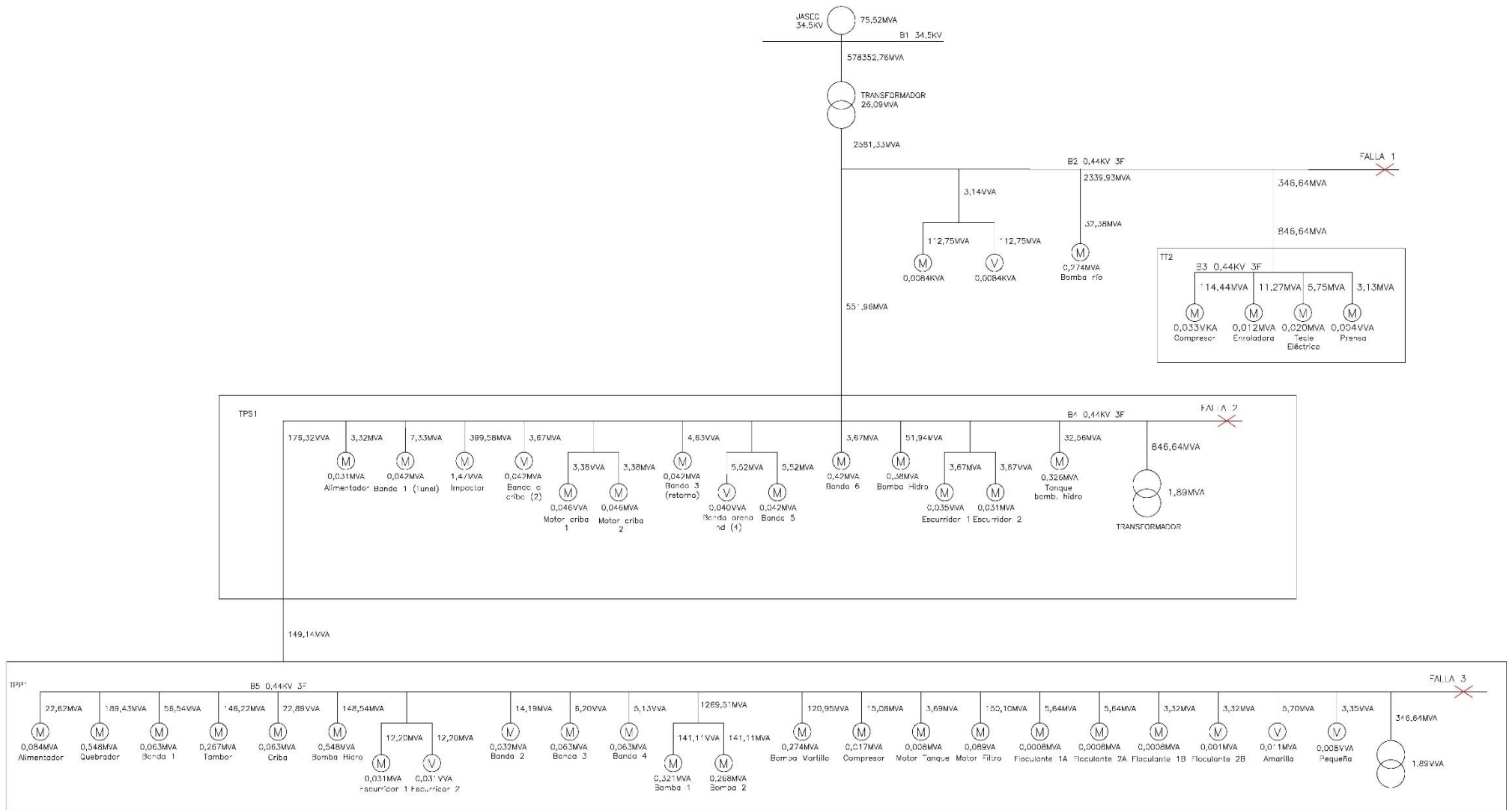


Figura 12: Diagrama unifilar con kVA's equivalentes y fallas seleccionadas [Elaboración propia].

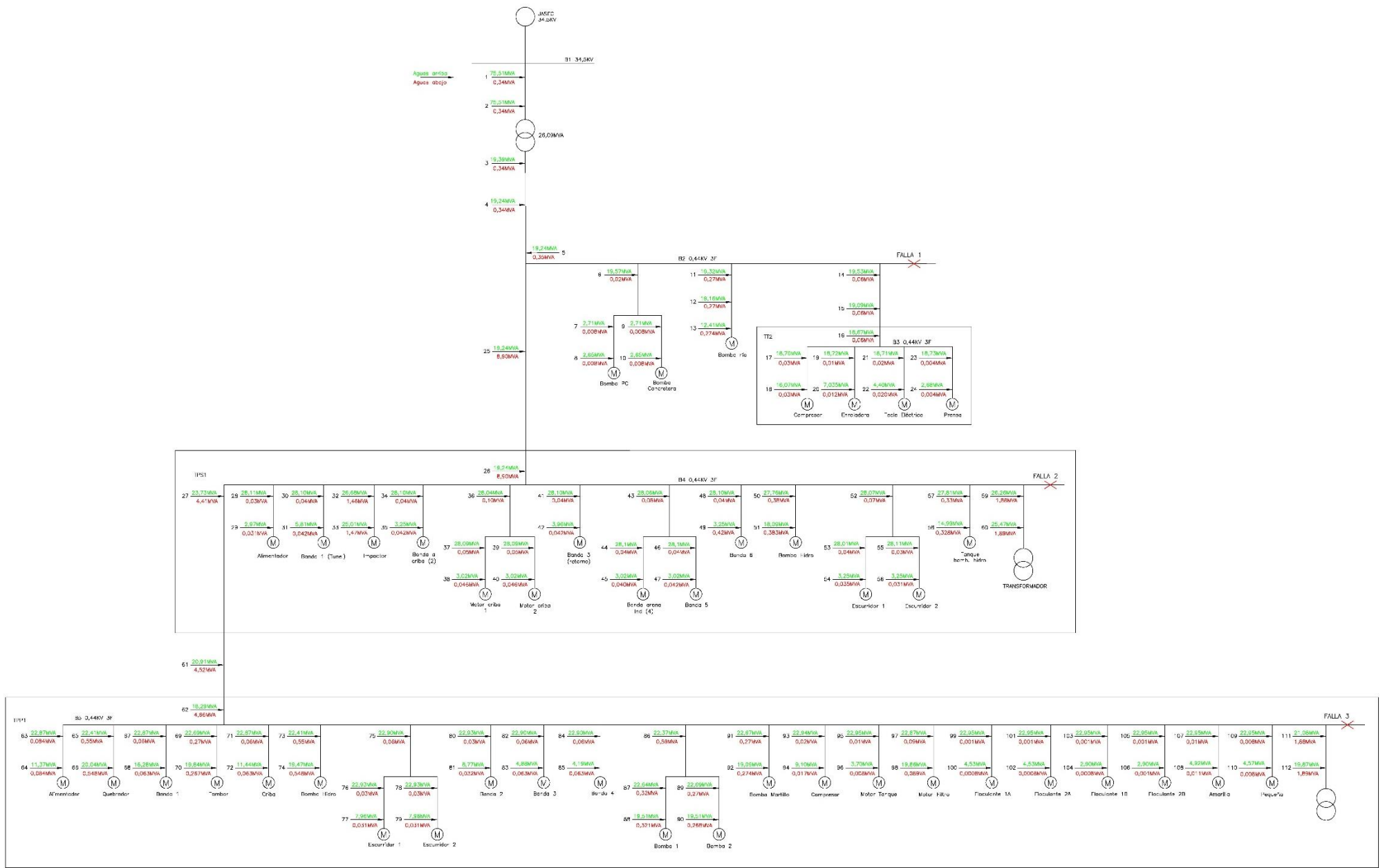


Figura 13: Diagrama unifilar con kVA's equivalentes aguas arriba y abajo [Elaboración propia].

Para obtener la corrientes simétricas y asimétricas se deben sumar los kVA's equivalentes de aguas arriba y abajo, el total se debe dividir entre el voltaje base por la raíz de tres por ser un sistema trifásico para las corrientes simétricas, para las asimétricas se debe tomar la corriente simétrica y multiplicarla por un factor de continuidad de 1,25.

Tabla 15: Corrientes simétricas y asimétrica [Elaboración propia].

Corrientes simétricas y asimétricas						
#	MVA's Arriba - abajo	MVA's Abajo - arriba	MVA's Total	Tensión (kV)	Corriente simétrica (kA)	Corrientes asimétrica (kA)
1	75,51	0,34	75,85	0,44	99,53	124,41
2	75,51	0,34	75,85	0,44	99,53	124,41
3	19,39	0,34	19,73	0,44	25,89	32,36
4	19,24	0,34	19,58	0,44	25,69	32,12
5	19,24	0,35	19,59	0,44	25,71	32,13
6	19,57	0,02	19,59	0,44	25,71	32,13
7	2,71	0,008	2,718	0,44	3,57	4,46
8	2,65	0,008	2,658	0,44	3,49	4,36
9	2,71	0,008	2,718	0,44	3,57	4,46
10	2,65	0,008	2,658	0,44	3,49	4,36
11	19,32	0,27	19,59	0,44	25,71	32,13
12	19,16	0,27	19,43	0,44	25,50	31,87
13	12,41	0,27	12,68	0,44	16,64	20,80
14	19,53	0,06	19,59	0,44	25,71	32,13
15	19,09	0,06	19,15	0,44	25,13	31,41
16	18,67	0,06	18,73	0,44	24,58	30,72
17	18,7	0,03	18,73	0,44	24,58	30,72
18	16,07	0,03	16,1	0,44	21,13	26,41
19	18,72	0,01	18,73	0,44	24,58	30,72
20	7,04	0,012	7,052	0,44	9,25	11,57
21	18,71	0,02	18,73	0,44	24,58	30,72
22	4,4	0,02	4,42	0,44	5,80	7,25
23	18,73	0,004	18,734	0,44	24,58	30,73
24	2,68	0,004	2,684	0,44	3,52	4,40
25	19,24	8,9	28,14	0,44	36,92	46,16
26	19,24	8,9	28,14	0,44	36,92	46,16
27	23,73	4,41	28,14	0,44	36,92	46,16
28	28,11	0,03	28,14	0,44	36,92	46,16
29	2,97	0,031	3,001	0,44	3,94	4,92

30	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
31	5,81	0,042	5,852	0,44	7,68	9,60
32	26,68	1,46	28,14	0,44	36,92	46,16
33	25,01	1,47	26,48	0,44	34,75	43,43
34	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
35	3,25	0,042	3,292	0,44	4,32	5,40
36	28,04	0,1	28,14	0,44	36,92	46,16
37	28,09	0,05	28,14	0,44	36,92	46,16
38	3,02	0,046	3,066	0,44	4,02	5,03
39	28,09	0,05	28,14	0,44	36,92	46,16
40	3,02	0,046	3,066	0,44	4,02	5,03
41	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
42	3,96	0,042	4,002	0,44	5,25	6,56
43	28,06	0,08	28,14	0,44	36,92	46,16
44	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
45	3,02	0,04	3,06	0,44	4,02	5,02
46	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
47	3,02	0,042	3,062	0,44	4,02	5,02
48	28,1	0,04	28,14	0,44	36,92	46,16
49	3,25	0,42	3,67	0,44	4,82	6,02
50	27,26	0,38	27,64	0,44	36,27	45,34
51	18,09	0,38	18,47	0,44	24,24	30,29
52	28,07	0,07	28,14	0,44	36,92	46,16
53	28,01	0,04	28,05	0,44	36,81	46,01
54	3,25	0,035	3,285	0,44	4,31	5,39
55	28,11	0,03	28,14	0,44	36,92	46,16
56	3,25	0,031	3,281	0,44	4,31	5,38
57	27,81	0,33	28,14	0,44	36,92	46,16
58	14,99	0,328	15,318	0,44	20,10	25,12
59	26,26	1,88	28,14	0,44	36,92	46,16
60	25,47	1,89	27,36	0,44	35,90	44,88
61	20,91	4,52	25,43	0,44	33,37	41,71
62	18,29	4,66	22,95	0,44	30,11	37,64
63	22,87	0,084	22,954	0,44	30,12	37,65
64	11,37	0,084	11,454	0,44	15,03	18,79
65	22,41	0,55	22,96	0,44	30,13	37,66
66	20,04	0,548	20,588	0,44	27,01	33,77
67	22,87	0,06	22,93	0,44	30,09	37,61
68	16,28	0,063	16,343	0,44	21,44	26,81
69	22,69	0,27	22,96	0,44	30,13	37,66
70	19,84	0,267	20,107	0,44	26,38	32,98
71	22,87	0,06	22,93	0,44	30,09	37,61
72	11,44	0,063	11,503	0,44	15,09	18,87

73	22,41	0,55	22,96	0,44	30,13	37,66
74	19,47	0,548	20,018	0,44	26,27	32,83
75	22,9	0,06	22,96	0,44	30,13	37,66
76	22,93	0,03	22,96	0,44	30,13	37,66
77	7,96	0,031	7,991	0,44	10,49	13,11
78	22,93	0,03	22,96	0,44	30,13	37,66
79	7,97	0,031	8,001	0,44	10,50	13,12
80	22,93	0,03	22,96	0,44	30,13	37,66
81	8,77	0,032	8,802	0,44	11,55	14,44
82	22,9	0,06	22,96	0,44	30,13	37,66
83	4,88	0,063	4,943	0,44	6,49	8,11
84	22,9	0,06	22,96	0,44	30,13	37,66
85	4,19	0,063	4,253	0,44	5,58	6,98
86	22,37	0,59	22,96	0,44	30,13	37,66
87	22,64	0,32	22,96	0,44	30,13	37,66
88	19,51	0,321	19,831	0,44	26,02	32,53
89	22,69	0,27	22,96	0,44	30,13	37,66
90	19,51	0,268	19,778	0,44	25,95	32,44
91	22,67	0,27	22,94	0,44	30,10	37,63
92	19,09	0,274	19,364	0,44	25,41	31,76
93	22,94	0,02	22,96	0,44	30,13	37,66
94	9,1	0,017	9,117	0,44	11,96	14,95
95	22,95	0,01	22,96	0,44	30,13	37,66
96	3,7	0,008	3,708	0,44	4,87	6,08
97	22,87	0,09	22,96	0,44	30,13	37,66
98	19,86	0,089	19,949	0,44	26,18	32,72
99	22,95	0,001	22,951	0,44	30,12	37,64
100	4,53	0,0008	4,5308	0,44	5,95	7,43
101	22,95	0,001	22,951	0,44	30,12	37,64
102	4,53	0,0008	4,5308	0,44	5,95	7,43
103	22,95	0,001	22,951	0,44	30,12	37,64
104	2,9	0,0008	2,9008	0,44	3,81	4,76
105	22,95	0,001	22,951	0,44	30,12	37,64
106	2,9	0,0008	2,9008	0,44	3,81	4,76
107	22,95	0,01	22,96	0,44	30,13	37,66
108	4,92	0,011	4,931	0,44	6,47	8,09
109	22,95	0,008	22,958	0,44	30,12	37,66
110	4,57	0,008	4,578	0,44	6,01	7,51
111	21,08	1,88	22,96	0,44	30,13	37,66
112	19,87	1,89	21,76	0,44	28,55	35,69

Para determinar las corrientes en las barras donde se ubicaron las fallas, se toman la suma de los valores de los puntos 5, 26 y 62 que corresponden a falla 1, 2 y 3, tomando el voltaje base de 0,44 kV de cada de una de las barras, siendo el mismo para las tres y se multiplica por la raíz de 3.

$$\text{Corrientes simétrica} = \frac{\text{MVA's total}}{V \times \sqrt{3}}$$

Tabla 16: Corrientes de corto circuito en fallas seleccionadas [Elaboración propia].

Corrientes de corto circuitos en fallas					
# Falla	# Barra	Potencia (MVA)	Voltaje (kV)	Corrientes de falla simétrica (kA)	Corrientes de falla asimétrica (kA)
1	2	19,59	0,44	25,71	32,13
2	4	28,14	0,44	36,92	46,16
3	5	22,95	0,44	30,11	37,64

Finalmente se obtienen las corrientes de falla en cada barra y con esto se eligen las protecciones correspondientes para cada una, como las protecciones se encuentran estandarizadas, se debe elegir una que tenga la capacidad interruptiva con un valor mayor a la corriente calculada.

14. Presupuesto de la inversión

Para determinar el costo de implementación de la propuesta, se elaboró una lista de los materiales necesarios, la cual se encuentra en los anexos. Esta lista incluye los accesorios requeridos, como uniones, cajas ortogonales y otros elementos. Para facilitar el proceso y poder enviarla a las empresas para obtener cotizaciones, se ingresaron los datos de las cantidades en una hoja de cálculo. Estas cantidades se obtuvieron a partir de las tablas resumen del proyecto.

Para determinar la cantidad de cables y tuberías, se utilizó la información de los planos diseñados. Se consideró una altura de aproximadamente 3 metros para las paredes. A los cables se les añadió un margen de 20 cm debido a que las medidas son aproximadas. En el caso de los cables que se extienden entre plantas, se sumaron aproximadamente 50 metros al total para tener en cuenta las subidas y los dobleces necesarios para conectarlos a los tableros de distribución eléctrica.

Con la cantidad total de materiales obtenida, se procedió a solicitar cotizaciones a empresas como:

- Sesenta ciclos
- SIESA
- EPA
- AB Automation
- Ferretería Brenes

Dado que el Quebrador Ochomogo ya cuenta con algunos de los materiales de la lista, es probable que algunos costos sean menores debido a la posibilidad de reutilización. Esto

genera un ahorro en materiales de aproximadamente un 40 %. Sin embargo, al solicitar las cotizaciones, estos ahorros no se tuvieron en cuenta para obtener una estimación del costo total de la inversión considerando todos los materiales necesarios. Los tableros eléctricos no se incluyeron, ya que se planea reutilizar los existentes.

Se ha elegido un transformador de pedestal de la marca Rymel, con un costo de 48,600 dólares, que equivalen a casi 26,000,000 de colones.

Dado que las empresas consultadas no disponen de todos los materiales necesarios, se realizará un estimado con la empresa que tenga el stock adecuado para cada uno de ellos, de manera de calcular el gasto total de la implementación.

Para la compra de conductores, tuberías, uniones, conectores y cajas ortogonales, se elegirá la empresa Sesenta Ciclos, ya que cuenta con la mayoría de las cantidades solicitadas. Mientras que las demás empresas no tienen los materiales o solo tienen una parte en stock, lo que implicaría esperar hasta 12 semanas para obtener el resto. Solo en los materiales mencionados anteriormente, el gasto aproximado sería de 22,570,000 colones, incluyendo el IVA, sin tener en cuenta los 13.56 metros de conductor 700 kcmil.

En cuanto a los contactores, se encuentran disponibles en las empresas Siesa y AB Automation, pero Siesa cuenta con la mayor cantidad en stock. Realizando un cálculo en una hoja de cálculo para obtener el precio total con las cantidades exactas y en colones (utilizando un tipo de cambio de 534.88 colones por dólar), se estima un costo de aproximadamente 6,313,000 colones, incluyendo el IVA y con un descuento del 20 %.

Tabla 17: Precio de contactores en Siesa [Elaboración propia].

Precio de contactores en Siesa con cantidades totales			
Descripción	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
Contactador IEC 7A-Bobiba 220V	9	31 986	287 872
Contactador IEC 10-Bobiba 220V	2	34 286	68 572
Contactador IEC 12A-Bobiba 220V	7	42 309	296 163
Contactador IEC 18A-Bobiba 220V	9	59 265	533 382
Contactador IEC 22A-Bobiba 220V	8	79 002	632 014
Contactador IEC 27A-Bobiba 220V	1	113 555	113 555
Contactador IEC 73A-Bobiba 220V	4	274 554	1 098 216
Contactador IEC 85A-Bobiba 220V	2	361 311	722 623
Contactador IEC 105A-Bobiba 220V	1	428 760	428 760
Contactador IEC 140A-Bobiba 220V	3	615 219	1 845 657
Contactador IEC 300A-Bobina 220V	1	1 864 431	1 864 431
Total			€ 6 312 996

Los guardamotores o protecciones térmicas se podrían comprar en AB Automation y Sesenta Ciclos, empresas que hicieron una oferta con algunos de ellos según la lista suministrada, por lo que se tendría que comprar en las dos empresas, quedando pendiente el guardamotor del motor 353,14 A, dando como resultado 8 741 000 con IVA.

Tabla 18: Precio de guardamotores en AB Automation y Sesenta Ciclos [Elaboración propia].

Precio de contactores en Siesa con cantidades totales			
Descripción	Cantidad	Precio/unidad	Precio Total
Guardamotor siemens 2,2 a 3,2A	4	56 178	224 714
Guardamotor siemens 2,8 a 4A	1	56 178	56 178
Guardamotor siemens 3,5 a 5A	2	56 178	112 357
Guardamotor siemens 7 a 10A	5	62 725	313 627
Guardamotor siemens 10 a 16A	14	45 641	638 978
Guardamotor siemens 18 a 25A	7	58 136	406 953
Guardamotor siemens 27 a 32A	4	73 616	294 462
Guardamotor siemens 70 a 90A	4	473 041	1 892 162
Guardamotor siemens 80 a 100A	1	194 691	194 691
Guardamotor siemens 35 a 45A	1	130 869	130 869
Guardamotor siemens 54 a 65A	1	138 636	138 636
Guardamotor siemens 62 a 73A	1	279 539	279 539
Guardamotor siemens para 103,5A	2	1 352 417	2 704 834

Guardamotor siemens para 140,3A	1	1 352 417	1 352 417
Guardamotor siemens para 353,1A	1		0
Total			₡ 8 740 417

Para los tomacorrientes y disyuntores de 110/220 V y 440 V, se solicitaron cotizaciones a EPA, Siesa y Ferretería Brenes. Al igual que en el caso de los guardamotors, estas empresas no disponen de todos los elementos indicados, por lo que se tendría que comprar en las diferentes empresas mencionadas. Los precios de los disyuntors faltantes se tomarán como referencia de un documento de la empresa US Breaker Inc. de Estados Unidos [19] para tener un estimado. El gasto total para estos elementos sería de 44,383,040 colones (se pueden encontrar más detalles en el punto 18.5 de los anexos).

Como resultado de todas las cotizaciones realizadas, se estima que el gasto total para implementar completamente la propuesta sería de aproximadamente 109,737,490 colones.

En cuanto a la mano de obra, se consideró un 60% de la inversión, por lo que se deben sumar 65 millones de colones.

15. Conclusiones

- Se realizaron los planos eléctricos de la empresa, ya que no contaban con ellos y a su vez con la actualización del diagrama unifilar eléctrico, se redujo la cantidad de tableros y subtableros, pasando de 29 a 18.
- Con el estudio de corto circuito y todos los artículos aplicados a lo largo del proyecto, se concluyó que el transformador principal (500 kVA) no es el adecuado para poner en funcionamiento de las dos plantas al mismo tiempo, pero sí se puede solucionar poniendo en funcionamiento el otro transformador de 500 kVA, quedando como carga total 1000 kVA.
- Se concluyó que el banco de capacitores necesita mantenimiento, esto genera problemas con el factor de potencia provocando multas en la factura eléctrica, por lo que se tiene que monitorear el TDH con instrumentos funcionales.
- Algunos de los disyuntores y conductores como, por ejemplo, los del baño de la oficina de gerencia no son los adecuados para las instalaciones, por lo tanto, se tienen que cambiar para cumplir con el NEC.
- La estimación de gastos para una implementación completa de la propuesta da como resultado 174,7 millones de colones aproximadamente, pero como el quebrador cuenta con algunos de los dispositivos eléctricos y se pueden reutilizar, este generaría un ahorro de 44 millones para la empresa.

16. Recomendaciones

- Respetar el código de colores para los cables conductores líneas vivas (negro, rojo o azul), neutro (blanco) y tierra (verde) con el fin de poder intervenir la instalación para su reparación o modificación sin mayores inconvenientes.
- Hacer un análisis de calidad de energía para determinar la distorsión armónica total (THD)
- Independizar las cargas de la planta primaria y secundaria.
- Capacitar al personal de operaciones sobre el tema de banco de capacitores y compensación de potencia reactiva.
- Poner en funcionamiento el transformador en estrella que se encuentra deshabilitado para no tener que invertir en otro.
- Revisar la eficiencia de todos los motores para aplicar norma ISO 51001.
- Se recomienda que los disyuntores principales como los del vestidor-comedor, caseta de despacho, caseta de vigilancia y otros se encuentren ubicados en el tablero del lugar correspondiente no en otros tableros por aparte.
- Se debe plantear un buen sistema a tierra.

17. Referencias bibliográficas

- [1] Structuralia, “Diseño de instalaciones eléctricas Industriales de Baja Tensión,” Blog y noticias sobre ingeniería, 04-Aug-2021. [Online]. Available: <https://blog.structuralia.com/instalaciones-electricas-industriales#:~:text=Las%20instalaciones%20el%C3%A9ctricas%20industriales%20representan,energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20en%20una%20industria.> [Accessed: 19-Oct-2022].
- [2] Sergio, “Instalaciones eléctricas industriales: ¿Cómo funcionan?,” Blog de Tusocal, 08-Oct-2019. [Online]. Available: <https://www.tusocal.com/blog/instalaciones-electricas-industriales-como-funcionan/>. [Accessed: 19-Oct-2022].
- [3] “Quienes somos: Quebrador Ochomogo,” Quienes Somos | Quebrador Ochomogo. [Online]. Available: <http://ochomogocr.com/quienes-somos>. [Accessed: 19-Oct-2022].
- [4] D. Vargas, “información proporcionada por empresa”.
- [5] “La importancia de una correcta Instalación Eléctrica,” Energía y Network, 18-Mar-2018. [Online]. Available: <http://www.energiaynetwork.com/blog/post/la-importancia-de-una-correcta-instalacion-electrica>. [Accessed: 24-Oct-2022].
- [6] “Instalación Eléctrica industrial Y La Importancia de las cajas de paso,” Kraus Muller | Fabricante de Materiais Eléctricos, 01-Mar-2019. [Online]. Available: <https://www.krausmuller.com.br/es/instalacion-electrica-industrial-y-la-importancia-de-las-cajas-de-paso/>. [Accessed: 24-Oct-2022].
- [7] P. G. Chumpitazi, “Importancia de las instalaciones eléctricas,” LinkedIn, 04-Apr-2020. [Online]. Available: <https://es.linkedin.com/pulse/importancia-de-las-instalaciones-el%C3%A9ctricas-paola-gonzales-chumpitazi>. [Accessed: 24-Oct-2022].
- [8] “¿Qué es una instalación eléctrica?,” Blog Pepeenergy, <https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-instalacion-electrica/> (accessed May 17, 2023).
- [9] K. Elizondo-Picado, “Rediseño de la instalación Eléctrica de la Planta de envases comeca S. A.,” Página Principal, Jan-2018. [Online]. Available: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10083>. [Accessed: 24-Oct-2022].
- [10] “¿Cuáles son las partes de una instalación eléctrica?,” Blog Pepeenergy, <https://www.pepeenergy.com/blog/partes-instalacion-electrica/> (accessed May 17, 2023).

- [11] “Guía para instalaciones eléctricas,” ICE,
<https://www.grupoice.com/wps/wcm/connect/1e517f7e-6ca2-4915-8349-0555c8224811/guia+instalaciones+electricas.pdf?MOD=AJPERES> (accessed May 17, 2023).
- [12] “Transformadores,” Endesa, <https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/corrientes-alternas-con-un-transformador-electrico> (accessed May 17, 2023).
- [13] Tema 3: Corrientes de cortocircuito en redes trifásicas. introducción. clasificación de cortocircuitos. consecuencias del cortocircuito. cortocircuitos simétricos.,
<http://www.uco.es/~el1bumad/docencia/minas/ie06t3.pdf> (accessed May 17, 2023).
- [14] D. N. Flores, “Reforma Reglamento de Oficialización del Código Eléctrico de Costa Rica para la Seguridad de la Vida y de la Propiedad (RTCR 458:2011),” Sistema Costarricense de Información Jurídica. [Online]. Available:
http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=77291&nValor3=96805&strTipM=TC#:~:text=El%20prop%C3%B3sito%20de%20este%20C%C3%B3digo,el%20uso%20de%20la%20electricidad. [Accessed: 24-Oct-2022].
- [15] “Planos Eléctricos o de Electricidad: ¿Qué es? ¿Para qué sirve? ¿Por qué es importante?,” Grupo Casalima, <https://grupocasalima.com/blog/electricidad/planos-electricos-o-de-electricidad-que-es-para-que-sirve-por-que-es-importante/> (accessed May 17, 2023).
- [16] A. Estévez trad., NEC 2014: NFPA 70 National Electrical Code. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2014.
- [17] “El clima y el tiempo promedio en todo el año en Cartago,” El clima en Cartago, el tiempo por mes, temperatura promedio (Costa Rica) - Weather Spark. [Online]. Available: <https://es.weatherspark.com/y/16154/Clima-promedio-en-Cartago-Costa-Rica-durante-todo-el-a%C3%B1o>. [Accessed: 23-Jan-2023].
- [18] “CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO,” unam.mx. [Online]. Available:
<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/801/A7.pdf>.
- [19] “Eaton Cutler-Hammer FD3020L Circuit Breaker 3P,” *Eaton Cutler Hammer FD3020 L Circuit Breaker*. [Online]. Available: <https://www.usbreaker.com/Eaton-Breaker/FD3020L/FD3020L>. [Accessed: 28-Apr-2023].

18. Anexos

18.1. Tablas

Tabla 19: Número de tomacorrientes calculados para caseta de vigilancia [Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes para caseta vigilancia				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent y puert. (m)	Cantidad tomacorrientes	
			Instalados	Propuestos
Baño	6,5	1,66	0	0
Ducha	8,42	1,6	0	2
Cocina - comedor	16,73	6,89	3	3
Cuarto	11,77	1,64	2	3
Caseta	14,31	5,7	2	2

Tabla 20: Número de tomacorrientes calculados para comedor y vestidores [Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes para comedor y vestidores				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent y puert. (m)	Cantidad tomacorrientes	
			Instalados	Propuestos
Comedor	30,75	5,01	7	7
Vestidores	12,49	5,01	0	2

Tabla 21: Número de tomacorrientes calculados para oficinas y taller [Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes para taller y oficinas				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent y puert. (m)	Cantidad tomacorrientes	
			Instalados	Propuestos
Bodega Usados	15,78	1,00	1	1
Bodega Aceites	12,38	2,51	0	1
Oficina Gerencia	21,93	3,82	8	5
Ofi. Repuestos	17,04	3,91	2	4
Bodega Rep.	22,79	0,95	1	6
Oficina Producc.	12,77	2,09	2	3

Bodega	10,87	2,35	1	2
Herramit.				
Comedor	21,11	3,61	1	5
Taller	108,62	35,91	13	20

Tabla 22: Número de tomacorrientes calculados para caseta de despacho [Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes caseta de despacho				
Cantidad tomacorrientes				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent y puert. (m)	Instalados	Propuestos
Caseta	9,87	3,98	1	1

Tabla 23: Número de tomacorrientes calculados para caseta de río [Elaboración propia].

Cantidad de tomacorrientes caseta de río				
Cantidad tomacorrientes				
Recinto	Perímetro (m)	Med. Vent y puert. (m)	Instalados	Propuestos
Habitación	9,08	0,75	1	2
Bodega	11,2	0,87	2	3

Tabla 24: Cantidad de luminarias y circuitos oficinas, comedor, casetas y taller [Elaboración propia].

Cantidad de luminarias y circuitos por área					
Área	Potencia (W)	Cantidad	Pot. Total (W)	Cálculo de circuitos	Circuitos
Oficinas administrativas	18	18	324	1,83	2
	10	4	40		
Taller	18	4	72	5,88	6
	30	13	390		
	36	4	144		
Oficinas taller	18	14	252	1,78	2
	10	9	90		
	36	6	216		
Comedor-vestidores-parqueo	36	8	288	1,10	1
	18	8	144		
	10	2	20		

Caseta vigilancia	10	6	60	0,46	1
Caseta río	10	2	20	0,13	1
Caseta de despacho	10	3	30	0,06	1

Tabla 25: Cantidad de luminarias y circuitos en planta [Elaboración propia].

Cantidad de luminarias y circuitos por área				
Área	Potencia (W)	Cantidad	Pot. Total (W)	Circuitos
Caseta operación primaria	18	2	36	
Caseta operación secundaria	18	2	36	
Almacén floculante	18	2	36	1
Área de sacado de barro secundaria	30	2	60	
Cuarto de control 1	18	4	72	
Cuarto de control 2	18	2	36	
Prensa de barro	18	3	54	
Planta	150	5	750	1

Tabla 26: Información de placa de motores planta primaria [Elaboración propia].

Información de placa de motores planta primaria							
Nombre	Marca	HP	Tensión (V)	Corriente nom. (A)	FP	Potencia (kW)	Potencia aparente (kVA)
Alimentador	WEG	20	440	25	0,85	14,91	17,55
Quebrador	N.D	100	440	90	0,85	74,57	87,73
Banda 1	GE	15	440	18,6	0,85	11,19	13,16
Tambor	Leroy Somer	50	440	67,9	0,87	37,29	42,86
Criba	N.D	15	440	21	0,85	11,19	13,16
Bomba Hidro	WEG	100	440	122	0,85	74,57	87,73
Escurreidor 1	Eral	7,5	440	10,2	0,85	5,59	6,58
Escurreidor 2	Eral	7,5	440	10,2	0,85	5,59	6,58
Banda Arena	Euro Motor	15	440	18,04	0,85	11,19	13,16
Base Banda Arena	Eberley	5	380	7	0,82	3,73	4,55
Bomba 1	WEG	60	440	67	0,87	44,74	51,43
Bomba 2	WEG	50	440	63	0,87	37,29	42,86

Banda 2	WEG	7,5	440	9.5	0,82	5,59	6,82
Banda 3	N.D	15	440	18	0,85	11,19	13,16
Banda 4	N.D	15	440	18,04	0,85	11,19	13,16
Banda 5	N.D	12,5	440	14	0,85	9,32	10,97
Bomba Presión	N.D	25	440	34,7	0,85	18,64	21,93
Bomba Martillo	Baldor	50	440	59	0,85	37,29	43,86

Tabla 27: Información de placa de motores planta secundaria [Elaboración propia].

Información de motores de placa planta secundaria							
Nombre	Marca	HP	Tensión (V)	Corriente nom. (A)	FP	Potencia (kW)	Potencia aparente (kVA)
Alimentador	WEG	7,5	440	9,55	0,87	5,59	6,43
Banda túnel	WEG	10	440	12,3	0,85	7,46	8,78
Impactor	WEG	250	440	307	0,8	186,43	233,04
Banda a criba (1)	N. D	10	380	15	0,85	7,46	8,78
Criba	WEG	10	440	15,8	0,77	7,46	9,69
	WEG	10	440	15,8	0,77	7,46	9,69
Banda retorno (3)	WEG	10	440	12.3	0,85	7,46	8,78
Banda Arena Inda. (4)	Emerson	10	440	11,9	0,88	7,46	8,48
Banda (5)	Eber ley	10	380	15	0,85	7,46	8,78
Banda (6)	Eber ley	10	380	15	0,85	7,46	8,78
Escurridor 1	Eral	7,5	440	10,2	0,75	5,59	7,45
Escurridor 2	Eral	7,5	440	10,2	0,85	5,59	6,58
Bomba hidro	ABB	70	440	90	0,85	52,2	61,41
Tanque agua hidro	N. D	60	440	77	0,85	44,74	52,64

Tabla 28: Información de placa de motores de otros motores [Elaboración propia].

Información de placas de otros motores							
Nombre	Marca	HP	Tensión (V)	Corriente nom. (A)	FP	Potencia (kW)	Potencia aparente (kVA)
Compresor	Korlback	20	440	27	0,85	14,91	17,55
Motor Bomba Tanque	Leroy Somer	7,5	440	8,2	0,71	5,59	7,88
Motor Filtro	WEG	100	440	86	0,85	74,57	87,73
Motor 1 T. Floculante A	Euro Motor	1	440	1,96	0,85	0,75	0,88

Motor 2 T. Floculante A	Euro Motor	1	440	1,96	0,85	0,75	0,88
Bomba Lado Tanque Flo.	SEW - Eurodrive	1	440	3,35	0,71	0,75	1,05
Motor 1 T. Floculante B	SEW - Eurodrive	1	440	1,93	0,75	0,75	0,99
Motor 2 T. Floculante B	SEW - Eurodrive	1	440	1,93	0,75	0,75	0,99
Bomba amarilla	N.D	12,5	440	18,2	0,85	9,32	10,97
Bomba Peq. 2	Baldor	10	440	11,9	0,9	7,46	8,29
Bomba PC	N.D	2	440	3,2	0,85	1,49	1,75
Bomba Concretera	N.D	2	440	3,2	0,85	1,49	1,75
Bomba río	Weg	50	440	62	0,85	37,29	43,86

Tabla 29: Información de placa de motores de taller [Elaboración propia].

Información de placas de quipos de taller							
Nombre	Marca	HP	Tensión (V)	Corriente nom. (A)	FP	Potencia (kW)	Potencia aparente (kVA)
Motor Compresor	Browm Boveri	8	440	25	0,85	5,97	7,02
Enroladora	N.D	3	220	4,2	0,85	2,24	2,63
Tecele eléctrico	N.D	5	440	7	0,85	3,73	4,39
Prensa Hidráulica	N.D	1	220	4,2	0,85	0,75	0,88

Tabla 30: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta secundaria [Elaboración propia].

Selección de calibres, disyuntores y protecciones de motores planta secundaria										
Nombre	Corriente a plena carga (A)	Tabla Corriente a plena carga (A)	Corriente con factores de corrección (A)	Calibres cables (AWG o kcmil)		Contactor NEMA	Disyuntor	Corriente sobrecarga (A)		Proteccion término (A)
				Conductor es	Tierra			Mín.	Máx.	
Alimentador	9,55	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	10,98
Banda túnel	12,3	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	14,15
Impactor	307	302	443,94	700	2	-	1200	347,30	392,6	353,05
Banda a criba	15	14	20,58	12	10	300A	60	16,10	18,2	17,25
Criba	15,8	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	18,17
	15,8	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	18,17
Banda retorno	12,3	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	14,15
Banda Arena Ind.	11,9	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	13,69
Banda	15	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	17,25
Banda	15	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	17,25
Escurridor 1	10,2	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	11,73
Escurridor 2	10,2	11	16,17	14	12	C (12A)	45	12,65	14,3	11,73
Bomba hidro	90	96	141,12	1/0	6	M (105A)	400	110,40	124,8	103,50
Tanque agua hidro	77	77	113,19	2	6	L (85A)	300	88,55	100,1	88,55

Tabla 31: Calibres, disyuntores y protecciones de motores planta otros motores [Elaboración propia].

Selección de calibres, disyuntores y protecciones de otros motores										
Nombre	Corriente a plena carga (A)	Tabla Corriente a plena carga (A)	Corriente con factores de corrección (A)	Calibres cables (AWG)		Contactor IEC	Disyuntor	Corriente sobrecarga		Proteccion término (A)
				Conductor es	Tierra			Mín.	Máx.	
Compresor	27	34	49,98	8	10	F (32A)	60	39,1	44,2	31,05
Motor Bomba Tanque	8,2	11	16,17	14	14	C (12A)	45	12,65	14,3	9,43
Motor Filtro	86	96	141,12	1/0	6	N (140A)	400	110,40	124,8	98,9
Motor 1 T. Floculante A	1,96	4,2	6,174	14	14	A (7A)	20	4,83	5,46	2,254
Motor 2 T. Floculante A	1,96	4,2	6,174	14	14	A (7A)	20	4,83	5,46	2,254
Bomba Lado Tanque Flo.	3,35	4,2	6,174	14	14	A (7A)	15	4,83	5,46	3,8525
Motor 1 T. Floculante B	1,93	2,1	3,087	14	14	A (7A)	15	2,42	2,73	2,2195
Motor 2 T. Floculante B	1,93	2,1	3,087	14	14	A (7A)	15	2,42	2,73	2,2195
Bomba amarilla	18,2	21	30,87	10	10	E (25A)	90	24,15	27,3	20,93
Bomba Peq 2	11,9	14	20,58	12	10	D (18A)	60	16,10	18,2	13,685
Bomba PC	6,1	6,8	9,996	14	14	A (7A)	15	7,82	8,84	7,015
Bomba Concretera	6,1	6,8	9,996	14	14	A (7A)	15	7,82	8,84	7,015
Bomba río	54,6	65	95,55	2	8	K (73A)	250	74,75	84,5	62,79

Tabla 32: Calibres, disyuntores y protecciones de motores taller [Elaboración propia].

Selección de calibres, disyuntores y protecciones de motores de taller										
Nombre	Corriente a plena carga (A)	Tabla Corriente a plena carga (A)	Corriente con factores de corrección (A)	Calibres cables (AWG)		Contactor NEMA	Disyuntor	Corriente sobrecarga		Protección término (A)
				Conductores	Tierra			Mín.	Máx.	
Motor Compresor	25	14	20,58	10	10	E (25A)	60	16,10	18,2	28,75
Enroladora	4,2	9,6	14,112	14	14	A (7A)	40	11,04	12,48	4,83
Teclé eléctrico	7	7,6	11,172	14	14	B (10)	30	8,74	9,88	8,05
Prensa Hidráulica	4,2	4,2	6,174	14	14	A (7A)	20	4,83	5,46	4,83

Tabla 33: Caídas de tensión de motores de planta secundaria [Elaboración propia].

Caídas de tensión de motores planta secundaria						
Circuito	Z (Ω /km)	Distancia (m)	Corriente (A)	FP	Conductor (AWG o kcmil)	Caída de tensión
Alimentador	8,874	24,35	16,17	0,87	14	1,32
Banda túnel (1)	5,61	12,21	20,58	0,85	12	0,53
Impactor	0,125	8,56	443,94	0,8	700	0,18
Banda a criba (2)	6,51	24,25	20,58	0,85	12	1,22
Criba	5,082	26,31	20,58	0,77	12	1,04
	5,082	26,31	20,58	0,77	12	1,04
Banda retorno (3)	5,61	12,88	20,58	0,85	12	0,56
Banda Arena Ind. (4)	5,808	41,64	20,58	0,88	12	1,87
Banda (5)	5,61	42,75	20,58	0,85	12	1,86
Banda (6)	5,61	24,6	20,58	0,85	12	1,07
Escurridor 1	7,65	25,31	16,17	0,75	14	1,18
Escurridor 2	8,67	25,31	16,17	0,85	14	1,34
Bomba hidro	0,331	26,2	141,12	0,85	1/0	0,46
Tanque agua hidro	0,527	26,7	113,19	0,85	2	0,60

Tabla 34: Caídas de tensión de otros motores [Elaboración propia].

Caídas de tensión de otros motores						
Circuito	Z (Ω /km)	Distancia (m)	Corriente (A)	FP	Conductor (AWG o kcmil)	Caída de tensión
Compresor	2,176	15,6	49,98	0,85	12	0,64

Motor Bomba Tanque	7,242	23,82	16,17	0,71	14	1,05
Motor Filtro	0,331	23,82	141,12	0,85	1/0	0,42
Motor 1 T. Floculante A	8,67	10,7	6,174	0,85	14	0,22
Motor 2 T. Floculante A	8,67	10,7	6,174	0,85	14	0,22
Bomba Lado Tanque Flo.	7,242	11,2	6,174	0,71	14	0,19
Motor 1 T. Floculante B	7,65	17,3	3,087	0,75	14	0,15
Motor 2 T. Floculante B	7,65	17,3	3,087	0,75	14	0,15
Bomba amarilla	3,315	26,14	30,87	0,85	10	1,01
Bomba Peq. 2	5,94	26,22	20,58	0,9	12	1,21
Bomba PC	8,67	0,5	3,4	0,85	14	0,01
Bomba Concretera	8,67	0,5	3,4	0,85	14	0,01
Bomba río	0,527	21,38	95,55	0,85	2	0,41

Tabla 35: Caídas de tensión de motores taller [Elaboración propia].

Caídas de tensión de máquinas de taller						
Circuito	Z (Ω /km)	Distancia (m)	Corriente (A)	FP	Conductor (AWG o kcmil)	Caída de tensión
Motor Compresor	3,315	1,39	20,58	0,85	10	0,04
Enroladora	5,61	12,71	14,112	0,85	12	0,38
Teclé eléctrico	5,61	9,87	11,172	0,85	12	0,23
Prensa Hidráulica	5,61	18,42	6,174	0,85	12	0,24

Tabla 36: Caídas de tensión y ductos de comedor - vestidor [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero comedor y vestidores (TC)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
CC1	1800	120	15,00	8,67	12	6,6	1,43	1/2	Tomacorrientes generales
CC2-3	5500	240	22,92	10,29	10	3,9	0,77	1/2	Ducha vestidores
CC4	1600	120	13,33	11,07	12	6,6	1,62	1/2	Luminarias de comedor
CC5	1000	120	8,33	10,54	12	6,6	0,97	1/2	Luminarias de vestidores
CC6	840	120	7,00	47,2	10	3,9	2,15	1/2	Caseta de despacho (TCD)

Tabla 37: Caídas de tensión y ductos tablero taller 1 [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero taller (TT1)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
T1-1	1980	120	16,50	25,86	10	3,9	2,77	1/2	Tomacorrientes generales
T1-2	1800	120	15,00	24,5	10	3,9	2,39	1/2	Tomacorrientes generales
T1-3,4	5500	240	22,92	24,08	10	3,9	1,79	1/2	Ducha oficina gerencia
T1-5	1260	120	10,50	26,17	10	3,9	1,79	1/2	Tomacorrientes generales
T1-6	900	120	7,50	17,75	12	6,6	1,46	1/2	Tomacorrientes generales
T1-7-8	500	240	2,08	0,4	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes Nema 10-50R
T1-9	900	120	7,50	25,64	12	6,6	2,12	1/2	Tomacorrientes comedor
T1-10	1400	120	11,67	25,06	10	3,9	1,90	1/2	Luminarias oficina y bodegas
T1-11	1300	120	10,83	25,19	10	3,9	1,77	1/2	Luminarias oficina y bodegas
T1-11,12	1900	220	8,64	26,55	12	6,6	1,38	1/2	Luminarias taller
T1-12	7540	120	62,83	36,38	2	0,62	2,36	1	Caseta de vigilancia (TCV)
T1-13,14	22900	120	190,83	42,47	4/0	0,207	2,80	1 1/2	Ofinas administrativas

Tabla 38: Caídas de tensión y ductos tablero taller 440 [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero taller (TT440)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
T4-1,2,3	500	440	1,14	25,86	12	6,6	0,09	1/2	Tomacorrientes 440V
T4-4,5,6	500	440	1,14	24,5	12	6,6	0,08	1/2	Tomacorrientes 440V
T4-7,8,9	500	440	1,14	24,08	12	6,6	0,08	1/2	Tomacorrientes 440V
T4-10,11,12	500	440	1,14	0,2	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes 440V
T4-13,14,15	500	440	1,14	9,93	12	6,6	0,03	1/2	Tomacorrientes 440V
T4-16,17,18	7018	440	15,95	1,39	10	3,9	0,04	1/2	Motor Compresor
T4-19,20,21	2632	440	5,98	12,71	12	6,6	0,23	1/2	Enroladora
T4-22,23,24	4386	440	9,97	9,87	12	6,6	0,30	1/2	Teclé eléctrico
T4-25,26,27	877	440	1,99	18,42	12	6,6	0,11	1/2	Prensa Hidráulica

Tabla 39: Caídas de tensión y ductos tablero taller 2 [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero taller (TT2)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
T2-1,2	500	240	2,08	0,1	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes Nema 10-50R
T2-3,4	180	240	0,75	0,2	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes 240V
T2-5	1800	120	15,00	9,75	12	6,6	1,61	1/2	Tomacorrientes generales
T2-6,7	2000	240	8,33	2,62	12	6,6	0,12	1/2	Motor ventilador

Tabla 40: Caídas de tensión y ductos tablero caseta vigilancia [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero caseta vigilancia (TCV)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
TCV1	1140	120	9,50	5,4	12	6,6	0,56	1/2	Tomacorrientes generales
TCV2,3	5500	240	22,92	0,93	10	3,9	0,07	1/2	Ducha
TCV4	900	120	7,50	6,28	12	6,6	0,52	1/2	Luminarias

Tabla 41: Caídas de tensión y ductos tablero caseta despacho [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero caseta de despacho (TCD)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
CD1	360	120	3,00	2,43	12	6,6	0,08	1/2	Tomacorrientes generales
CD2	400	120	3,33	3,19	12	6,6	0,12	1/2	Luminarias
CD3	80	120	0,67	14,3	12	6,6	0,10	1/2	Pluma parqueo

Tabla 42: Caídas de tensión y ductos tablero lago [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero de lago (TL)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
L1	180	120	1,50	1	12	6,6	0,02	1/2	Tomacorrientes general
L2	200	120	1,67	1,2	12	6,6	0,02	1/2	Luminaria

Tabla 43: Caídas de tensión y ductos tablero bombas de lago [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero bombas de lago (TBL)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω /km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
BL1,2,3	1750	440	5,61	0,5	12	6,6	0,01	1/2	Bomba PC
BL4,5,6	1750	440	5,61	0,5	12	6,6	0,01	1/2	Bomba Concretera
BL7,8,9	500	440	1,14	0,2	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes 440V

Tabla 44: Caídas de tensión y ductos tablero caseta río [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero caseta de río (TCR)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω/km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
TCR1	720	120	6,00	3,82	12	6,6	0,25	1/2	Tomacorrientes generales
TCR2	400	120	3,33	4,8	12	6,6	0,18	1/2	Luminarias
TCR3	680	120	5,67	21	12	6,6	1,31	1/2	Tablero río

Tabla 45: Caídas de tensión y ductos tablero bombas de río [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero bombas de río (TBR)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω/km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
TBR1,2,3	43864	440	95,55	21,38	2	0,527	0,49	1 1/4	Bomba de río

Tabla 46: Caídas de tensión y ductos tablero río [Elaboración propia].

Caídas de tensión y ductos circuitos tablero río (TR)									
Circuito	Potencia (VA o W)	Tensión (V)	Corriente (A)	Distancia (m)	Calibre (AWG)	Z (Ω/km)	Caída de tensión (%)	Ductos (pul)	Descripción
TR1	180	120	1,50	0	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes generales
TR2,3	500	240	2,08	0	12	6,6	0,00	1/2	Tomacorrientes Nema 10-50R

Tabla 47: KVA's equivalentes de motores planta primaria [Elaboración propia].

KVA's de motores de planta primaria					
Nombre	Potencia (kVA)	Tensión (V)	Reactancia subtransitoria	Impedancia %Z	kVA's
Alimentador	17,55	0,44	0,21	-	83,55
Quebrador	87,73	0,44	0,16	-	548,31
Banda 1	13,16	0,44	0,21	-	62,66
Tambor	42,86	0,44	0,16	-	267,85
Criba	13,16	0,44	0,21	-	62,66
Bomba Hidro	87,73	0,44	0,16	-	548,31
Escurreidor 1	6,58	0,44	0,21	-	31,33
Escurreidor 2	6,58	0,44	0,21	-	31,33
Banda Arena	13,16	0,44	0,21	-	62,66
Base Banda Arena	4,55	0,38	0,21	-	21,65
Bomba 1	51,43	0,44	0,16	-	321,42

Bomba 2	42,86	0,44	0,16	-	267,85
Banda 2	6,82	0,44	0,21	-	32,48
Banda 3	13,16	0,44	0,21	-	62,66
Banda 4	13,16	0,44	0,21	-	62,66
Banda 5	10,97	0,44	0,21	-	52,22
Bomba Presión	21,93	0,44	0,21	-	104,44
Bomba Martillo	43,86	0,44	0,16	-	274,15

Tabla 48: KVA's equivalentes de motores planta secundaria [Elaboración propia].

KVA's de motores de planta secundaria					
Nombre	Potencia (kVA)	Tensión [V]	Reactancia subtransitoria	Impedancia %Z	kVA's
Alimentador	6,43	0,44	0,21	-	30,60
Banda túnel	8,78	0,44	0,21	-	41,79
Impactor	233,04	0,44	0,16	-	1456,48
Banda a criba (1)	8,78	0,38	0,21	-	41,79
Criba	9,69	0,44	0,21	-	46,13
	9,69	0,44	0,21	-	46,13
Banda retorno	8,78	0,44	0,21	-	41,79
Banda Arena Ind.	8,48	0,44	0,21	-	40,37
Banda	8,78	0,38	0,21	-	41,79
Banda	8,78	0,38	0,21	-	41,79
Escurridor 1	7,45	0,44	0,21	-	35,49
Escurridor 2	6,58	0,44	0,21	-	31,32
Bomba hidro	61,41	0,44	0,16	-	383,82
Tanque agua hidro	52,64	0,44	0,16	-	328,97

Tabla 49: KVA's equivalentes de otros motores [Elaboración propia].

KVA's de motores de otros motores					
Nombre	Potencia (kVA)	Tensión [V]	Reactancia subtransitoria	Impedancia %Z	kVA's
Compresor	17,55	0,44	0,21	-	83,55
Motor Bomba Tanque	7,88	0,44	0,21	-	37,51
Motor Filtro	87,73	0,44	0,16	-	548,31
Motor 1 T. Floculante A	0,88	0,23	0,21	-	4,18

Motor 2 T. Floculante A	0,88	0,23	0,21	-	4,18
Bomba Lado Tanque Flo.	1,05	0,44	0,21	-	5,00
Motor 1 T. Floculante B	0,99	0,44	0,21	-	4,73
Motor 2 T. Floculante B	0,99	0,44	0,21	-	4,73
Bomba amarilla	10,97	0,44	0,21	-	52,22
Bomba Peq 2	8,29	0,44	0,21	-	39,46
Bomba Agua manguera	2,63	0,44	0,21	-	12,53
Bomba PC	1,75	0,22	0,21	-	8,36
Bomba Concretera	1,75	0,22	0,21	-	8,36
Bomba río	43,86	0,44	0,16	-	274,15

Tabla 50: KVA's equivalentes de otros motores [Elaboración propia].

KVA's de equipos de taller					
Nombre	Potencia (kVA)	Tensión [V]	Reactancia subtransitoria	Impedancia %Z	kVA's
Motor Compresor	7,02	0,44	0,21	-	33,42
Enroladora	2,63	0,22	0,21	-	12,53
Teclé eléctrico	4,39	0,44	0,21	-	20,89
Prensa Hidráulica	0,88	0,22	0,21	-	4,18

Tabla 51: KVA's equivalentes de transformadores [Elaboración propia].

KVA's de transformadores					
Nombre	Potencia (kVA)	Tensión [V]	Reactancia subtransitoria	Impedancia %Z	kVA's
TP	1500	34,5/480	-	5,75	26086,96
T1	75	480/240-120	-	3,96	1893,94
T2	75	480/240-120	-	3,96	1893,94

Tabla 52: Precios de materiales [Elaboración propia].

Precios de materiales			
Descripción	Cantidad/metros	Precio/unidad	Precio total (colones)

Transformador 1500 KVA	1	25 995 168	25 995 168
Breaker 20 1P CH 120/240V	18	5 175	93 157
Breaker 15 1P CH 120/240V	11	5 175	56 929
Breaker 100 1P CH 120/240V	1	46 701	46 701
Breaker 70 2P CH 120/240V	1	22 544	22 544
Breaker 20 2P CH 120/240V	7	24 733	173 132
Breaker 30 2P CH 120/240V	2	18 610	37 220
Breaker 20 3P CH 120/240V	9	78 397	705 574
Breaker 60 3P CH 120/240V	1	68 871	68 871
Breaker 40 3P CH 120/240V	1	80 985	80 985
Breaker 30 3P CH 120/240V	1	80 985	80 985
Breaker 100 3P CH 120/240V	2	94 203	188 406
Breaker 100 3P 480V	1	293 692	293 692
Breaker 80 3P 480V	6	293 692	1 762 151
Breaker 250 3P 480V	3	402 144	1 206 433
Breaker 400 3P 480V	4	2 698 641	10 794 563
Breaker 30 3P 480V	1	172 574	172 574
Breaker 300 3P 480V	2	2 698 641	5 397 282
Breaker 125 3P 480V	1	402 144	402 144
Breaker 60 3P 480V	10	257 277	2 572 773
Breaker 20 3P 480V	2	257 277	514 555
Breaker 15 3P 480V	1	257 277	257 277
Breaker 90 3P 480V	1	293 692	293 692
Breaker 1200 3P 480V	1	5 520 839	5 520 839
Breaker Siemens VL1600-N-415V	1	5 520 839	5 520 839
Breaker CH NG 1200A 480V	1	5 520 839	5 520 839
Breaker CH MDL 800A 480V	1	2 459 571	2 459 571
Tomacorrientes dobles	33	2 281	75 289
Tomacorrientes GFCI	10	6 403	64 026
Contactador IEC 7A-Bobiba 220V	9	31 986	287 872
Contactador IEC 10-Bobiba 220V	2	34 286	68 572
Contactador IEC 12A-Bobiba 220V	7	42 309	296 163
Contactador IEC 18A-Bobiba 220V	9	59 265	533 382
Contactador IEC 22A-Bobiba 220V	8	79 002	632 014
Contactador IEC 27A-Bobiba 220V	1	113 555	113 555
Contactador IEC 73A-Bobiba 220V	4	274 554	1 098 216
Contactador IEC 85A-Bobiba 220V	2	361 311	722 623
Contactador IEC 105A-Bobiba 220V	1	428 760	428 760
Contactador IEC 140A-Bobiba 220V	3	615 219	1 845 657
Contactador IEC 300A-Bobina 220V	1	1 864 431	1 864 431
Guardamotor siemens 2,2 a 3,2A	4	56 178	224 714
Guardamotor siemens 2,8 a 4A	1	56 178	56 178
Guardamotor siemens 3,5 a 5A	2	56 178	112 357

Guardamotor siemens 7 a 10A	5	62 725	313 627
Guardamotor siemens 10 a 16A	14	45 641	638 978
Guardamotor siemens 18 a 25A	7	58 136	406 953
Guardamotor siemens 27 a 32A	4	73 616	294 462
Guardamotor siemens 70 a 90A	4	473 041	1 892 162
Guardamotor siemens 80 a 100A	1	194 691	194 691
Guardamotor siemens 35 a 45A	1	130 869	130 869
Guardamotor siemens 54 a 65A	1	138 636	138 636
Guardamotor siemens 62 a 73A	1	279 539	279 539
Guardamotor siemens para 103,5A	2	1 352 417	2 704 834
Guardamotor siemens para 140,3A	1	1 352 417	1 352 417
Guardamotor siemens para 353,1A	1		0
Conector compresión EMT 1/2"	250	342	85 598
Conector compresión EMT 1"	30	635	19 052
Conector compresión EMT 1 1/2"	10	1 351	13 515
Conector PVC 1/2"	40	154	6 147
Conector PVC 1"	20	531	10 622
Conector PVC 1 1/4"	50	573	28 646
Conector compresión EMT 1/2"	250	342	85 598
Conector compresión EMT 1"	30	635	19 052
Conector compresión EMT 1 1/2"	10	1 351	13 515
Conector PVC 1/2"	40	154	6 147
Cable #14 x 3 cobre	255,62	1 097	280 510
Cable #12 x 3 cobre	887,27	1 600	1 419 703
Cable #10 x 3 cobre	426,28	2 539	1 082 372
Cable #8 x 3 cobre	128,75	3 857	496 549
Cable #2 cobre	579,93	4 330	2 511 190
Cable 1/0 cobre	380,69	6 276	2 389 218
Cable 4/0 cobre	57,47	13 134	754 810
Cable 500 kcmil cobre	345	30 626	10 566 105
Cable 750 kcmil cobre	13,56	0	0
Tubo EMT 1/2"	557,47	3 509	1 955 967
Tubo EMT 1"	31,02	8 213	254 762
Tubo EMT 1 1/2"	0,11	15 869	1 746
Tubo PVC 1/2"	39,78	1 346	53 537
Tubo PVC 1"	72,09	4 320	311 428
Tubo PVC 1 1/4"	64,26	5 088	326 980
Unión EMT 1/2"	186	420	78 168
Unión EMT 1"	11	738	8 117
Unión EMT 1 1/2"	2	1 597	3 193
Unión PVC 1/2"	14	121	1 693
Unión PVC 1"	11	271	2 983
Total			€ 109 737 490

18.2. Formulario de informe de condiciones de instalaciones del CFIA



Informe de la Condición de la Instalación

Versión: 01

15. Generador de emergencia

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
15.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?	✓			Existe un generador de emergencia para oficinas
15.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?		✓		
15.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		
15.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
15.5	Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		
15.5	¿Cuenta con un sistema de corte automático de alimentación de combustible?			✓	

16. Sistemas de emergencia

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
16.1	¿La instalación requiere de un sistema de detección de incendios? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?			✓	
16.2	¿La instalación requiere de un sistema de iluminación de emergencia? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?			✓	
16.3	¿La instalación requiere de un sistema de rótulos de salida? En caso positivo, ¿cuenta con este sistema?		✓		Está rotulado los sitios de emergencia

13. UPS

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
13.1	¿Está la placa de datos disponible y legible en el equipo?		✓		
13.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?			✓	No rotulado
13.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		No representa riesgo para el personal
13.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
13.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		

14. Equipos de aire acondicionado y ventilación

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
14.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?		✓		
14.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?			✓	No está rotulado
14.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		No representa riesgo para el personal
14.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
14.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		

11. Receptáculos y apagadores

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
11.1	¿Las condiciones y el estado de la instalación cumple los requisitos?			✓	En varios sitios es necesario más iluminación
11.2	¿El montaje de los accesorios eléctricos permite su operación de manera segura?		✓		
11.3	¿Corresponden los accesorios eléctricos al uso final que se les está dando?		✓		

12. Motores

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
12.1	¿Está la placa de datos legible y disponible en el equipo?			✓	En varios motores no se puede leer la placa de datos
12.2	¿Cumple con los requisitos de rotulación mínima requerida?			✓	
12.3	¿El estado físico del equipo es tal que no representa un riesgo para el personal que lo opera o lo rodea?		✓		No presenta riesgo para operadores
12.4	¿Es el montaje y ventilación segura?		✓		
12.5	¿Cuenta con las protecciones, controles y cables acordes con sus características eléctricas?		✓		

9. Conductores

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
9.1	¿Se encuentran los conductores en buen estado de conservación?		✓		
9.2	¿Existe rotulación para la identificación de conductores de fases, neutro y de tierras, clara y evidente?			✓	No se tiene rotulación
9.3	¿Cumple la medición de resistencia de aislamiento de bajo voltaje en los de conductores de alimentadores y subalimentadores?			✓	Hay que realizar la medición
9.4	¿Los conductores están dimensionados de acuerdo a la carga?			✓	
9.5	¿Están estas extensiones siendo utilizadas de manera correcta?		✓		

10. Canalizaciones, Cajas de Registro Y de Conexiones

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
10.1	¿Cumplen los requisitos de accesibilidad y conservación las canalizaciones y registros de la instalación?			✓	
10.2	¿Están los soportes instalados y conservados de manera correcta?			✓	
10.3	¿Están las canalizaciones, conexiones y cajas de registro protegidas de daños mecánicos en los pasos de muros y suelos?			✓	
10.4	¿Cumplen las canalizaciones, cajas de registro y conexiones los requerimientos de dimensionamiento y llenado?			✓	
10.5	¿Cuentan con terminaciones adecuadas en las cajas de distribución?			✓	

8. Tableros y Protecciones

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
8.1	¿Las placas de datos del tablero se encuentra en su lugar y tienen los datos completos y visibles?			✓	No todos los tableros están rotulados
8.2	¿Cumple la rotulación del tablero con la información necesaria y suficiente para su operación segura?			✓	No todos tiene rotulación
8.3	¿El estado físico exterior del tablero se encuentra en condiciones óptimas de seguridad y su correcta operación para las personas?		✓		
8.4	¿El estado físico interno de los componentes del tablero se encuentran en condiciones óptimas de seguridad y su correcta operación para las personas?		✓		
8.5	¿Cumple con los requisitos de montaje y ubicación?		✓		
8.6	¿Están los circuitos y tuberías correctamente identificados y rotulados?			✓	No se encuentran rotuladas
8.7	¿Se cumple con el requisito de protección por falla a tierra en la instalación?			✓	
8.8	¿Se cumple con el requisito de instalar interruptores con protección de falla a tierra (GFCIs) en zonas húmedas?			✓	
8.9	¿Los interruptores cumplen con la capacidad nominal de acuerdo a los cables? ¿Es coincidente con la carga?			✓	
8.10	¿Se cumple con los requisitos de coordinación de protecciones?			✓	
8.11	¿Se presenta continuidad eléctrica entre la barra de neutro y la barra de tierra?			✓	Se tiene que hacer una revisión profunda

6. Espacios físicos para los equipos y cuartos eléctricos

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
6.1	¿Se cumplen con los volúmenes de espacio de trabajo y espacios dedicados a equipos eléctricos?		✓		
6.2	¿Se cumplen los requisitos de accesos e iluminación para los cuartos eléctricos?		✓		

7. Transformadores de Baja Tensión

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
7.1	¿La placa de datos se encuentra en su lugar y tiene los datos completos y visibles?		✓		
7.2	¿El transformador, componentes y conexiones están debidamente rotulados?		✓		
7.3	¿El estado físico del transformador es el adecuado, no presenta evidencia de corrosión o daño físico?		✓		
7.4	¿Cumple con los requisitos de montaje y ventilación?		✓		
7.5	¿El transformador cuenta con las protecciones y cables alimentadores adecuados?		✓		

4. Sistema de puesta a tierra

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
4.1	¿El sistema de puesta a tierra cumple con los requisitos de instalación establecidos en la normativa técnica?			✓	Se contrató a una compañía pero el trabajo quedó inconcluso
4.2	¿El estado físico del sistema de puesta a tierra es el adecuado? (no presenta evidencia de daño físico, corrosión o falso contacto)			✓	
4.3	¿Los registros cumplen con las dimensiones y requerimientos constructivos y buen estado de conservación?			✓	
4.4	¿Cumple la medición de la puesta a tierra con el rango aceptable para este tipo de instalación?			✓	
4.5	¿Se cumple con que la intensidad de corriente en el conductor de puesta a tierra sea cero en cada conductor?			✓	
4.6	¿Se presenta continuidad entre los conductores de tierras y conexiones equipotenciales?			✓	

5. Sistema Contra Descargas Atmosféricas Directas

Nº	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
5.1	¿Cumple la edificación con el requerimiento de contar con un sistema contra descargas atmosféricas? De no requerirse pasar al punto 6			✓	En el pasado se tenía un pararrayos instalado pero es desconocido el en que estado está actualmente
5.2	¿Las condiciones, conexión y el estado de la instalación cumplen los requisitos?			✓	
5.3	¿Cumple la malla de tierras con los valores requeridos para el correcto funcionamiento del sistema de descargas atmosféricas instalado?			✓	



Informe de la Condición de la Instalación

Versión: 01

El profesional responsable de la verificación, con base en la normativa vigente, determina el resultado de la verificación de la instalación eléctrica de acuerdo con los siguientes aspectos mínimos.

ID

1. Datos generales

1 **Tipo de construcción:** Residencial Comercial Industrial Otros

2. Documentación

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
2.1	Se cuenta con planos actualizados de la instalación eléctrica			✓	No actualizados
2.2	Documentación adicional como memorias de cálculo, especificaciones, manuales, etc.			✓	

3. Transformadores Principales

N°	Aspectos a evaluar	No aplica	Cumple	No cumple	Comentario
3.1	¿La placa de datos se encuentra en su lugar y tiene los datos completos y visibles?		✓		
3.2	¿El transformador, componentes y conexiones están debidamente rotulados?			✓	
3.3	¿El estado físico del transformador es el adecuado. no presenta evidencia fugas, corrosión o daño físico?		✓		
3.4	¿El transformador cumple con los requisitos de instalación establecidos en la normativa técnica?		✓		

18.3. Diagramas unifilares propuestos

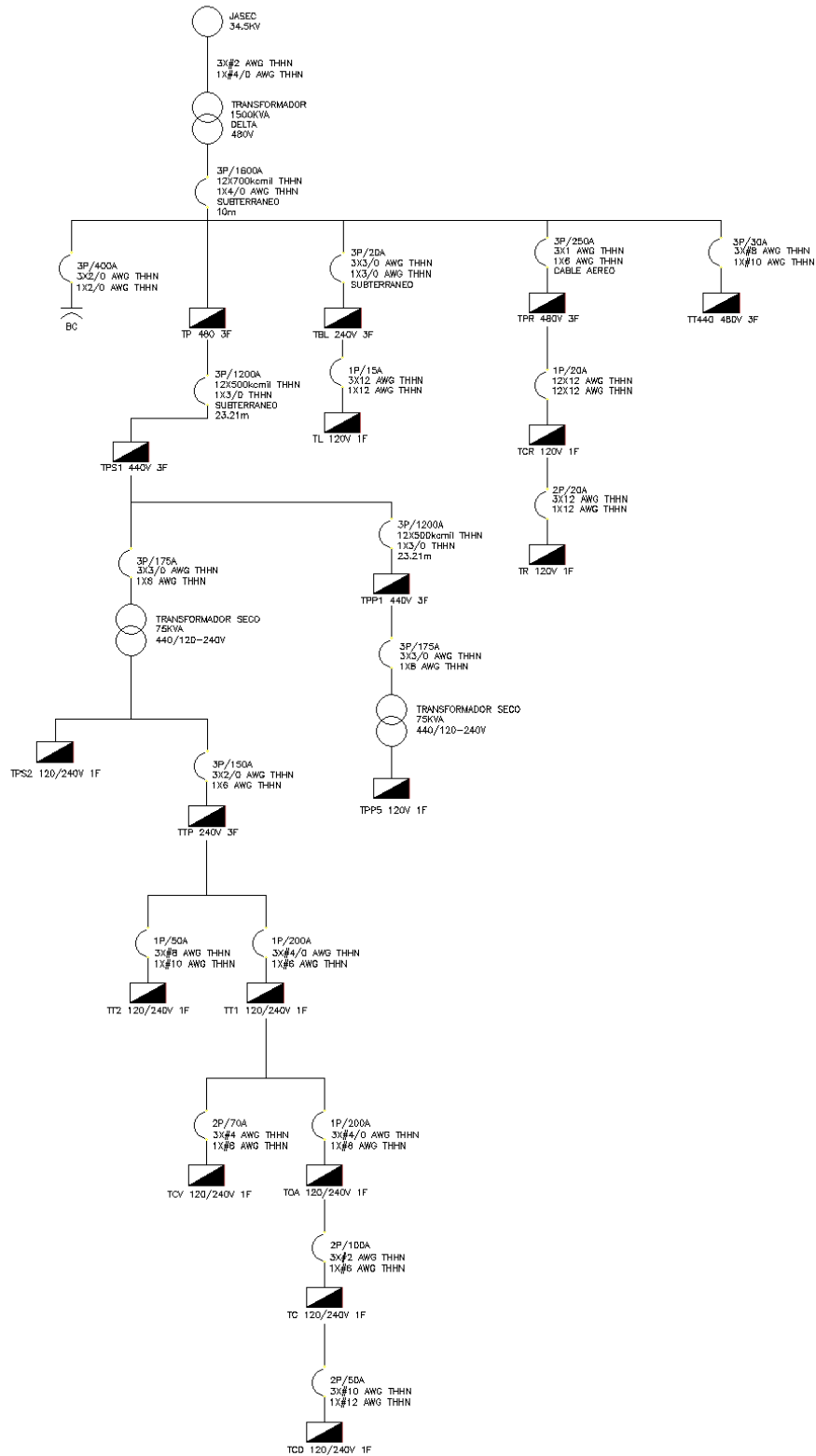


Figura 14: Diagrama unifilar general [Elaboración propia].

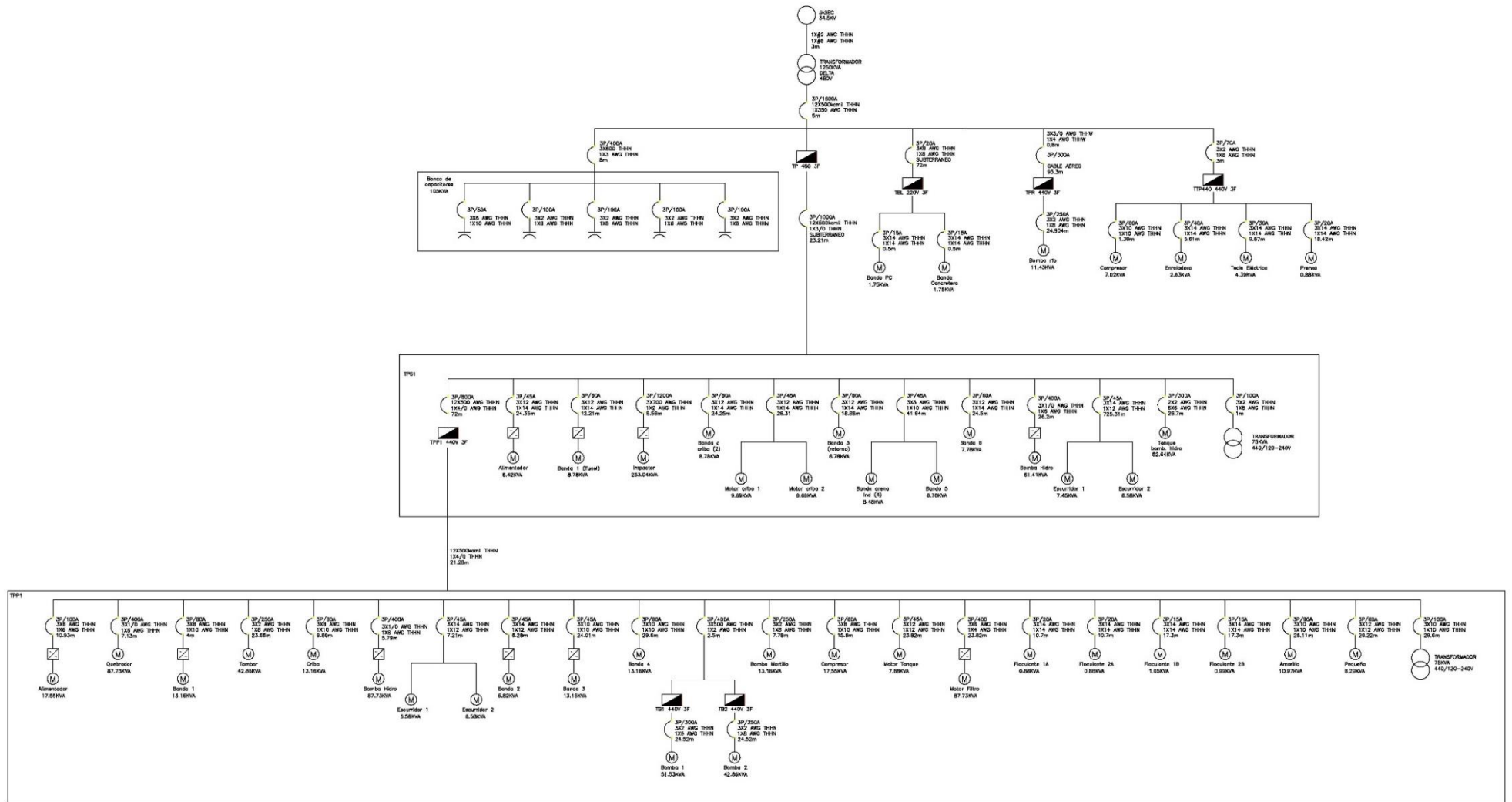


Figura 15:Diagrama unifilar 440V [Elaboración propia].

18.4. Cotizaciones

ARTICULO: Transformador tipo PEDESTAL de 1.500KVA Trifásico con voltaje primario a 34.5/19.920 secundario a 480/277. Incluimos 3 codos y tres Pararrayos para 35KV y cumplimos con todas las especificaciones de la norma ICE, CNFL y ANSI Certificadas por **CIDET y UL**

VALOR: **US \$ 48.600.00 I.V.I.** C/U. (perdidas e Impedancia Norma NEMA TP - 1)

CONSTRUCCION: Gabinete y tanque en acero inoxidable INCLUIDO

MARCA: RYMEL

PROCEDENCIA: COLOMBIA

ENTREGA: 36 - 40 SEMANAS (Bodegas Rymel en Guachipelín)

NOTA: Transformadores totalmente nuevos.

GARANTIA: 24 Meses en condiciones normales de funcionamiento

VALIDEZ: 15 DIAS

PERDIDAS: Núcleo 2150W, Cobre 12500W, Totales 14650W y una impedancia máxima 5.75%

NO INCLUIDO: Conexiones y accesorios para el secundario, secundario Paletas 8 a 10 huecos con sus soportes en fibra. No se incluyen detectores de falla ni pantallas acrílicas.

DEVANADOS: ALUMINIO / ALUMINIO

CONDICIONES: 50% Anticipo 50% Contra anuncio de entrega, o en su defecto carta de crédito.

Cotización

DIRECCIÓN
 QUEBRADOR OCHOMOGO LTDA
 Cartago Cartago San Nicolás Banderilla
 30104 Taras/San Nicolas, Cartago
 Costa Rica
 Corporate Identification Number CEDULA-(3102656987)

COTIZACIÓN N.º 1159
 FECHA 13/04/2023
 FECHA DE 20/04/2023
 CADUCIDAD

VENDEDOR DIRIGIDO A
 R.Fernandez Anthony Aguilar

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO	MONTO
3RV20111DA10 (4621203000100)	Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 2,2...3,2 A Disparador de cortocircuito 42 A borne de tornillo poder de corte estándar	4	105.03	420.12
3RV20111EA10 (4621203000100)	Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 2,8...4 A Disparador de cortocircuito 52 A borne de tornillo poder de corte estándar	1	105.03	105.03
3RV20111FA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 3,5...5 A Disparador de cortocircuito 65 A borne de tornillo poder de corte estándar	2	105.03	210.06
3RV20111JA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 7...10 A Disparador de cortocircuito 130 A borne de tornillo poder de corte estándar	5	117.27	586.35
3RV20114AA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S00 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 10...16 A Disparador de cortocircuito 208 A borne de tornillo poder de corte estándar	12	85.33	1,023.96
3RV20214DA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S0 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 18...25 A Disparador de cortocircuito 325 A borne de tornillo poder de corte estándar	6	108.69	652.14
3RV20214EA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S0 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 27...32 A Disparador de cortocircuito 400 A borne de tornillo poder de corte estándar	2	137.63	275.26

3RV20414MA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S3 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 80...100 A Disparador de cortocircuito 1300 A borne de tornillo poder de corte estándar	1	363.99	363.99
3RV20314VA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S2 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 35...45 A Disparador de cortocircuito 650 A borne de tornillo poder de corte estándar	1	244.67	244.67
3RV20314VA10 (4621203009900)	Interruptor automático tamaño S2 para protección de motores, CLASE 10 Disparador por sobrecarga con retardo según intensidad 35...45 A Disparador de cortocircuito 650 A borne de tornillo poder de corte estándar	1	259.19	259.19

Tiempo de entrega: 01 días	SUBTOTAL	4,140.77
	IMPUESTO	538.30
	TOTAL	USD 4,679.07

Aceptado por

Fecha de aceptación

Cotización

DIRECCIÓN
 QUEBRADOR OCHOMOGO LTDA
 Cartago Cartago San Nicolás Banderilla
 30104 Taras/San Nicolás, Cartago
 Costa Rica
 Corporate Identification Number CEDULA-(3102656987)

COTIZACIÓN N.º 1171
 FECHA 13/04/2023

VENDEDOR Rfernandez
 DIRIGIDO A Fernanda Reyes

PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	CANT.	PRECIO	MONTO
3RT20151AP01 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 7 A, 3 kW/400 V 1 NO, 230 V AC, 50 / 60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminal	1	45.45	45.45
3RT20161AP01 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 9 A, 4 kW/400 V 1 NO, 230 V AC, 50 / 60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminal	1	48.72	48.72
3RT20171AP01 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 12 A, 5.5 kW/400 V 1 NO, 230 V AC, 50 / 60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminal	1	60.12	60.12
3RT20181AP01 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 16 A, 7.5 kW/400 V 1 NO, 230 V AC, 50/60 Hz 3-pole, Size S00 screw terminals	1	76.23	76.23
3RT20261AL20 (4621204000200)	power contactor, AC-3 25 A, 11 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC, 50 / 60 Hz, 3-pole, Size S0, screw terminal	1	78.58	78.58
3RT20271AL20 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 32 A, 15 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC 50/60 Hz, 3-pole size S0 screw terminals	1	112.94	112.94
3RT20281AL20 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 38 A, 18.5 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC 50/60 Hz, 3-pole Size S0, screw terminals	1	126.67	126.67
3RT20351AL20 (4621204000200)	power contactor, AC-3 40 A, 18.5 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC 50 / 60 Hz, 3-pole, Size S2, screw terminal	1	132.57	132.57
3RT20361AL20 (4621204000200)	power contactor, AC-3 50 A, 22 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC 50 / 60 Hz, 3-pole, Size S2, screw terminal	1	169.39	169.39
3RT20371AL20 (4621204000200)	Power contactor, AC-3 65 A, 30 kW/400 V 1 NO + 1 NC, 230 V AC 50/60 Hz, 3-pole Size S2, screw terminals	1	238.81	238.81
SUBTOTAL				1,089.48
IMPUESTO				141.64

TOTAL

USD 1,231.12

Aceptado por

Fecha de aceptación

Presupuesto # Cot-296922

Fecha de presupuesto:
13/04/2023

Fecha de caducidad:
28/04/2023

Comercial:
Administrator

Descripción	Días Hábiles	Cantidad	Precio unidad	Desc. (%)	Impuestos	Importe
[0420106] Breaker 3P/100A 65kA@240V 25kA@480V 18KA@600V Siemens-ITE ED63B100	1.0	1.00 Unidad(es)	654.60000	20.00	13%	\$ 523.68
[0420084] Breaker tipo ED6 3P/80A 65kA@240V 25kA@480V 18KA@600V Siemens ED63B080	1.0	6.00 Unidad(es)	703.60000	20.00	13%	\$ 3,377.28
[0422500] Interruptor termomagnetico breaker 3P/250A 65kA@240V 35KA@480V 22KA@600V, Siemens-ITE FXD63B250	1.0	3.00 Unidad(es)	1,286.40000	20.00	13%	\$ 3,087.36
[0420413] Interruptor termomagnetico breaker 3P/400A 65kA@240V 35kA@480V Siemens JXD63B400 No incluye bornes, opcional	1.0	4.00 Unidad(es)	2,315.60000	20.00	13%	\$ 7,409.92
[0423000] Breaker disyuntor termomagnetico ITE JXD 3P/300A 65kA@240V 35KA@480V Siemens JXD63B300	1.0	2.00 Unidad(es)	2,288.00000	20.00	13%	\$ 3,660.80
[0420104] BREAKER SIEMENS-ITE 3P/125A 600VAC ED6 65kA@240V, 25kA@480V 18KA@600V ATORNILLAR ED63B125	1.0	1.00 Unidad(es)	1,126.00000	20.00	13%	\$ 900.80
[0441057] BREAKER SIEMENS-ITE 3P/60A 600VAC ED6 65kA@240V 25kA@480V 18KA@600V ED63B060	1.0	1.00 Unidad(es)	653.70000	20.00	13%	\$ 522.96
<i>Solo 1 unid stock, restante 9-12 semanas</i>						
[0410157] Interruptor automático Breaker 3P/14A-20A 3VA1 IEC Icu=36kA@500V 85kA@240V Siemens 3VA1120-3EE32-0AA0	1.0	2.00 Unidad(es)	264.11268	20.00	13%	\$ 422.58
[0420015] BREAKER SIEMENS-ITE 3P/15A 65kA@240V - 25kA@480V - 18kA@600V SIEMENS ED63B015	1.0	1.00 Unidad(es)	806.60000	20.00	13%	\$ 645.28
[0420090] Breaker tipo ED6 3P/90A 65kA@240V 25kA@480V 18KA@600V Siemens ED63B090L	1.0	1.00 Unidad(es)	703.00000	20.00	13%	\$ 562.40
[0429120] BREAKER SIEMENS-ITE ND6 3P/1200A/600V 50KA@480V NXD63B120, A7B10000016093, 3VQ771-3B120 (0429120)	1.0	1.00 Unidad(es)	7,433.40000	20.00	13%	\$ 5,946.72
[0300032] Guardamotor interruptor termomagnetico 2.2-3.2A S00 Sirius Siemens 3RV2011-1DA10	1.0	4.00 Unidad(es)	138.20000	20.00	13%	\$ 442.24
[0100041] Guardamotor interruptor termomagnetico 2.8-4A S00 Siemens 3RV2011-1EA10	5.0	1.00 Unidad(es)	138.20000	20.00	13%	\$ 110.56
[0100036] Guardamotor interruptor termomagnetico 3.5-5A S00 Sirius Siemens 3RV2011-1FA10	1.0	2.00 Unidad(es)	138.20000	20.00	13%	\$ 221.12

[0100045] Guardamotor interruptor termomagnetico 10-16A S00 Sirius Siemens 3RV2011-4AA10	30.0	10.00 Unidad(es)	160.40000	20.00	13%	\$ 1,283.20
[0100048] Guardamotor interruptor termomagnetico 18-25A S0 Sirius Siemens 3RV2021-4DA10	5.0	7.00 Unidad(es)	204.30000	20.00	13%	\$ 1,144.08
[0100052] Guardamotor interruptor termomagnetico 27-32A S0 Sirius Siemens 3RV2021-4EA10	1.0	4.00 Unidad(es)	258.70000	20.00	13%	\$ 827.84
[0300790] GUARDAMOTOR SIEMENS SIRIUS S3 70-90A 3RV1041-4LA10 50KA S3	1.0	4.00 Unidad(es)	677.44521	20.00	13%	\$ 2,167.82
[0300810] Guardamotor 80-100A 50KA S3 Sirius Siemens 3RV2041-4MA10	1.0	1.00 Unidad(es)	684.20000	20.00	13%	\$ 547.36
[0100054] Guardamotor interruptor termomagnetico 35-45A S2 Sirius Siemens 3RV2031-4VA10	1.0	1.00 Unidad(es)	459.90000	20.00	13%	\$ 367.92
[0100058] Guardamotor interruptor termomagnetico 62-73A S2 Sirius Siemens 3RV2031-4KA10	1.0	1.00 Unidad(es)	546.10000	20.00	13%	\$ 436.88
[1180302] Cable Flexible RV-K 3x2.5mm ² 0.6/1kV (3x14AWG) 90°C Top Cable	1.0	256.00 Unidad(es)	3.28677	20.00	13%	\$ 673.13
[1180340] Cable flexible RV-K 3x4mm ² 0.6/1kV (3x12-11AWG) 90°C Top Cable	1.0	500.00 Unidad(es)	4.90963	20.00	13%	\$ 1,963.85
<i>solo 500mts stock, restante 9-12 semanas</i>						
[1180310] Cable flexible RV-K 3x10mm ² (3x >8AWG 19.74MCM) 0.6/1kV 90°C XLPE/PVC Top Cable Powerflex Flexible tipo K p/instalaciones fijas norma IEC 60502	1.0	129.00 Unidad(es)	12.07262	20.00	13%	\$ 1,245.89
[1158258] Cable flexible H07Z1-K 1X35mm ² (1AWG) negro libre de halogenos Top Cable	1.0	580.00 Unidad(es)	13.72906	20.00	13%	\$ 6,370.28
<i>5 TRAMOS DE 100MTS+1 TRAMO DE 80MTS</i>						
[1175050] Cable flexible RV-K 1x50mm ² (>1<1/0AWG 98.67MCM) 0.6/1kV 90°C XLPE/PVC Top Cable Powerflex Flexible tipo K p/instalaciones fijas norma IEC 60502	15.0	200.00 Unidad(es)	17.93359	20.00	13%	\$ 2,869.37
<i>200 MTS NOS LLEGAN Y RESTANTE 9-12 SEMANAS APROX</i>						
[1175120] Cable Flexible RV-K 1x120mm ² (>4/0AWG 236.82MCM) 0.6/1kV 90°C XLPE/PVC Top Cable Powerflex Flexible tipo K p/instalaciones fijas norma IEC 60502	1.0	58.00 Unidad(es)	41.93146	20.00	13%	\$ 1,945.62

Base imponible	\$ 49,676.94
Tax 13%	\$ 6,458.02
Total	\$ 56,134.96

Quebrador Ochoмого

ferreyde@hotmail.com

Fernanda Reyes

Presupuesto # Cot-297006

Fecha de presupuesto:
13/04/2023

Fecha de caducidad:
28/04/2023

Comercial:
Administrator

Descripción	Días Hábiles	Cantidad	Precio unidad	Desc. (%)	Impuestos	Importe
[0000016] Contactor Siemens Sirius 1NA 240VAC S00 9A 3RT2016-1AP01	1.0	6.00 Unidad(es)	64.10000	20.00	13%	\$ 307.68
<i>solo 6 unid stock</i>						
[0000014] Contactor S00 7A 1NA 240VAC Sirius Siemens 3RT2015-1AP01	1.0	3.00 Unidad(es)	59.80000	20.00	13%	\$ 143.52
<i>solo 3 unid stock</i>						
[0000017] Contactor Siemens Sirius S00 12A 1NA 240VAC 3RT2017-1AP01	1.0	9.00 Unidad(es)	79.10000	20.00	13%	\$ 569.52
[0002032] Contactor Sirius S0 17A 230V 1NA+1NC Siemens 3RT2025-1AL20	1.0	9.00 Unidad(es)	110.80000	20.00	13%	\$ 797.76
<i>No hay de 18A Opción 17A</i>						
[0002042] CONTACTOR SIRIUS S0 25A 240V 1NA+1NC Siemens 3RT2026-1AL20	1.0	8.00 Unidad(es)	147.70000	20.00	13%	\$ 945.28
<i>No hay de 22A Opción 25A</i>						
[0002052] Contactor Sirius S0 32A 230V 1NA+1NC Siemens 3RT2027-1AL20	1.0	1.00 Unidad(es)	212.30000	20.00	13%	\$ 169.84
<i>No hay de 27A Opción 32A</i>						
[0002076] Contactor S2 80A 230VAC 1NA+1NC Siemens 3RT2038-1AL20	1.0	4.00 Unidad(es)	513.30000	20.00	13%	\$ 1,642.56
<i>No hay de 73A opción 80A</i>						
[0002082] Contactor Sirius 3F S3 95A@AC-3 130A@AC-1 230VAC 1NA+1NC Siemens 3RT2046-1AL20	15.0	2.00 Unidad(es)	675.50000	20.00	13%	\$ 1,080.80
<i>No hay de 85A Opción en 95A</i>						
[0002084] Contactor Sirius 3F S3, 110A@AC3 130A@AC1 230VAC 1NA+1NC Siemens 3RT2047-1AL20	1.0	1.00 Unidad(es)	801.60000	20.00	13%	\$ 641.28
<i>No hay de 105A Opción 110A</i>						
[0000455] Contactor Siemens S6 150A AC3 220-264VAC/DC 2NA+2NC 3RT1055-6AP36	15.0	3.00 Unidad(es)	1,150.20000	20.00	13%	\$ 2,760.48
<i>Opción para 140A</i>						

[0000456] CONTACTOR SIEMENS S12 AC3 400A, AC1 430A 230VAC 3RT1075-6AP36	1.0	1.00	3,485.70000	20.00	13%	\$ 2,788.56
			Unidad(es)			

No hay en stock de 300a, seria contra pedido, si hay de 400A

Base imponible	\$ 11,847.28
Tax 13% de \$ 11,847.28	\$ 1,540.15
Total	\$ 13,387.43


Fernanda Reyes

Quebrador Ochoмого

+506 8686 6897

ferreyde@hotmail.com

Plazo de pago: Contado

Ítem	Código	Descripción	U/V	Cantidad	PVP s/Imp	Total Artículo s/Imp
1	16-69-094	DECOR TOMA DBL GFCCI BLANCO 15A	PZA	10	5 666	56 664
2	28-24-154	CABLE XHHW-2 AL8000 4/0 AWG 50	MTR	58	1 770	102 655
3	28-24-156	CABLE XHHW-2 AL8000 1/0 AWG 50	MTR	381	1 280	487 545
4	28-06-019	BREAKER 2X30 CH ENCHUFAR	PZA	2	11 191	22 382
5	16-51-004	OVAL TOMA DOBLE BTICINO	PZA	33	2 019	66 613
6	28-06-002	BREAKER 1X20 CH ENCHUFAR	PZA	18	4 580	82 434
7	28-06-001	BREAKER 1X15 CH ENCHUFAR	PZA	11	4 580	50 376
8	28-06-005	BREAKER 2X20 CH ENCHUFAR	PZA	7	10 435	73 042
9	28-32-001	TUBO EMT 1-1/2" UL 1.65MM	PZA	1	9 164	9 164
10	28-12-037	UNION CONDUIT-CONDUFLEX 1/2"	PZA	14	164	2 292
11	28-33-060	UNION EMT TORNILLO 1/2" UL	PZA	186	179	33 250
12	28-32-000	TUBO EMT 1" UL 1.45MM	PZA	11	5 140	56 538
13	28-36-004	TUBO PVC CONDUIT TIPO A 32MM 1	PZA	22	4 419	97 228
14	28-33-062	UNION EMT TORNILLO 1" UL	PZA	11	319	3 514
15	28-36-003	TUBO PVC CONDUIT TIPO A 25MM 1	PZA	25	3 765	94 137
16	28-36-001	TUBO PVC CONDUIT TIPO A 12MM 1	PZA	13	1 072	13 932
17	28-32-002	TUBO EMT UL 1/2"X3M C1,07MM	PZA	186	2 000	372 000
18	28-33-064	UNION EMT TORNILLO 1-1/2" UL	PZA	2	652	1 304
19	28-12-036	UNION CONDUIT-CONDUFLEX 1"	PZA	11	208	2 288
20	28-34-018	CAJA EMT OCTOGONAL 1MM 8KO LAT	PZA	50	401	20 044
21	28-35-001	CAJA OCTOGONAL PVC CONDUIT	PZA	5	584	2 920
22	28-34-029	CAJA EMT DOBLE FONDO 1/2X3/4 U	PZA	5	1 570	7 850
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
Observaciones: Cotización válida solo en la Ciudad donde se emitió. Enviar pago a nombre de Ferrería EPA S.A. Presupuesto válido solo por 1 día "VV" Precio Venta por Volumen-"M" Precio Venta por Mayor "OP" Precio Oportunidad-"PE" Pedido Especial-"OC" Artículo de Temporada					Sub-total	1 658 172
Comentarios: Marco Meynard Elaborado por:					IVA	215 562
					Antes	2 503 310
					Total	1 873 734
					6 cuotas CERO INTERÉS <u>312 289</u>	
* Aplica únicamente para compras mayores a 200 000 colones					* 10 cuotas CERO INTERÉS <u>187 373</u>	
** Tasa interés mensual: 2,959%. Total a pagar: ₡ 3070872,69					** 36 CUOTAS <u>85 302</u>	

N°	CANT	CODIGO	CABYS	UNI	DETALLE	DESC	P/UNIT	IVA	TOTAL
1	1	011800112	4621203009900	JNID	CH BREAKER 2'100 ENCHUFAR	25.00	41,327.96	IVA 13	41,327.96
2	9	011800062	4621203009900	JNID	CH BREAKER 2'30 ENCHUFAR	25.00	13,152.74	IVA 13	118,374.62
3	1	011800062	4621203009900	JNID	CH BREAKER 2'30 ENCHUFAR	25.00	13,152.74	IVA 13	13,152.74
4	50	020400033	3632098010100	JNID	PVC CONECTOR CONDUIT TIPO A 1.1/4 UL 2019651	60.00	478.37	IVA 13	23,918.60

SUBTOTAL	COL 196,773.92
I.V.A	COL 25,580.61
TOTAL PROFORMA NETO	COL 222,354.53

OBSERVACION: GRACIAS POR PREFERIRNOS, CUALQUIER CONSULTA NO DUDE EN LLAMARNOS, ESTAMOS PARA SERVIRLES

*** EL TRANSPORTE ES GRATUITO ***

****APLICAN RESTRICCIONES****

Tiempo de Entrega:

Vigencia de la Oferta: 8-DIAS

Garantia de Producto:

Tiempo de Respuesta de Garantia:

Forma de Pago:

Les Atendio: VICTOR S

NOTA: De la lista brindada, se cotiza los productos que podemos suministrar al día de hoy, salvo una venta previa o agotar existencias.

COTIZACION

PARA: QUEBRADOR OCHOMOGO
Tel: 8686-6897 **Fax:** 2532-2035
Atención: Srta. Fernanda Reyes
Asunto: Cotización de material eléctrico.
Garantía: 0 Meses a partir de la entrega.

FECHA: 18 de Abril del 2023

REFERENCIA: V - 00 -374-8

DEFECTOS DE FABRICACION

Forma de pago: Depósito anticipado a nuestra cuenta

Tiempo de entrega: De uno a dos días plazo salvo venta previa

Validez de la cotización hasta el día: 25 de Abril del 2023

Los precios adelante anotados no tienen incluido el impuesto de ventas

POS.	CANT.	DESCRIPCION DEL ARTICULO	PRECIO UNIT.	TOTAL
1	4	Guardamotor 3RV1041-4LA10 de 70-90A Siemens	418,620.00	1,674,480.00
2	1	Guardamotor 3RV1041-4MA10 de 80-100A Siemens	462,219.00	462,219.00
3	1	Guardamotor 3RV2031-4VA10 de 35-45A Siemens	208,481.00	208,481.00
4	1	Guardamotor 3RV2031-4JA10 de 54-65A Siemens	188,283.00	188,283.00
5	1	Guardamotor 3RV2031-4KA10 de 62-73A Siemens	247,380.00	247,380.00
6	2	Guardamotor 3RV1063-7CL10 de 64-160A Siemens	1,196,829.00	2,393,658.00
7	250	Conector presión de 1/2"	303.00	75,750.00
8	30	Conector presión de 1"	562.00	16,860.00
9	10	Conector presión de 1 1/2"	1,196.00	11,960.00
10	40	Conector conduit PVC de 1/2" tipo A UL	136.00	5,440.00
11	20	Conector conduit PVC de 1" tipo A UL	470.00	9,400.00
12	50	Conector conduit PVC de 1 1/4" tipo A UL	507.00	25,350.00
			SUBTOTAL ¢	5,319,261.00
			I.V.	691,503.93
			TOTAL ¢	6,010,764.93