



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

**CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE
POTENCIA**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**"ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE
GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL
ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS."**

Autor:

Fiallos Pillajo Byron Patricio

Tutor:

Phd. González Palau Iliana Antonia

Latacunga - Ecuador

Agosto - 2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad del Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA) por cuanto, el postulante: Byron Patricio Fiallos Pillajo con el título de Proyecto de Investigación: **“ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS”**. Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Para constancia firman:

Latacunga, Agosto del 2017

Lector 1 (Presidente)
Ing. Mg. Franklin Vásquez
C.I.: 171043449-7

Lector 2
Ing. Mg. Edwin Lema
C.I.: 030224135-1

Lector 3
Ing. Mg. Antonio Flores
C.I.: 171579326-9



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS”, del Sr. estudiante Byron Patricio Fiallos Pillajo, postulante de la Carrera Ingeniería Eléctrica.

CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos necesarios para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Julio del 2017

El Tutor

Phd. González Palau Iliana Antonia

C.I. 1757070659



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Fiallos Pillajo Byron Patricio declaro ser autor (a) del presente proyecto de investigación: **"ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS."**, siendo la Dra. González Palau Iliana Antonia tutor (a) del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Fiallos Pillajo Byron Patricio

C.I. 180430793-0



CERTIFICADO

Ambato, 04 de Agosto del 2017.

A petición del interesado, certifico que:

El señor **BYRON PATRICIO FIALLOS PILLAJO**, con cedula de ciudadanía 180430793-0, estudiante de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA es autorizado para el ingreso a la Empresa Productora de Gelatina Ecuatoriana - PRODEGEL S.A. previo al desarrollo del proyecto de investigación "**ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**" Por tal motivo podrá realizar la instalación de los equipos, la medición y toma de datos para su posterior análisis.

El portador puede hacer uso de la presente, dentro de las normas legales y morales que nos rigen.

Atentamente,

Ing. Edgar Medina

JEFE MANTENIMIENTO PRODEGEL



04 AGO 2017

MANTENIMIENTO
REVISADO

AGRADECIMIENTO

Quiero hacer llegar un profundo y cordial agradecimiento a la Universidad Técnica de Cotopaxi, por ser la formadora de multitudes, entregando profesionales serviciales, capaces, entes positivos a la sociedad para que ponga en funcionalidad los conocimientos adquiridos durante su etapa estudiantil, además al personal docente porque han entregado los aprendizajes adquiridos a través de muchos años de sacrificio y dedicación, lo que permitirá ser personas altamente calificados, con un adecuado crecimiento intelectual.

Quiero agradecer a mis padres por apoyarme en la educación, siendo aquellos seres humanos que me brindaron la confianza necesaria, porque con sus consejos, permitieron que asimile los saberes entregados en la noble institución.

Agradezco a Dios por ser mi camino la luz que guía por el sendero del bien.

Byron

DEDICATORIA

Este trabajo quiero dedicar a mi familia, padres, hermanos porque ellos estuvieron siempre apoyándome para que continúe con mis estudios, siendo testigos de mis triunfos y fracasos lo que permitirá seguir adelante, siendo ellos el pilar que con sus consejos aportaran en el deseo de ser un ente positivo para la sociedad, es importante señalar que las diferencias individuales de mis compañeros me enseñaron a continuar para que con el paso del tiempo poner en práctica los conocimientos adquiridos durante los años de estudio en la Universidad. Dedico a todos mis amigos, familiares, compañeros que con el apoyo moral permitieron que continúe hasta lograr mi sueño.

Byron

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA	i
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
CERTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE ECUACIONES	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xv
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
6. OBJETIVOS.....	4
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	6
Cargas eléctricas	8
Factor de utilización	8

Factor de carga (Fc).....	8
Compensación de potencia reactiva	10
Determinación de la potencia activa en KW	11
Determinación de la Potencia reactiva en kVAr	11
Determinación de la Potencia aparente en kVA.....	11
Determinación de la potencia reactiva para el banco de condensadores	11
Compensación en bornes de un transformador.....	12
Métodos de colocación de los bancos de capacitores.....	12
Selección de los transformadores	13
Cargabilidad del transformador	14
Curva de carga o Demanda.....	14
Selección de conductores.....	15
Pérdida de potencia en los conductores eléctricos.....	17
9. HIPÓTESIS	18
10. METODOLOGÍAS	18
Modalidades de la Investigación	18
Niveles o Tipos de Investigación.....	18
Técnicas de investigación.....	19
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	19
Situación actual del sistema eléctrico	19
Distribución en medio voltaje.....	19
Diagrama del esquema eléctrico actual de la fábrica PRODEGEL	23
Tablero general normal (TGN) y tablero principal normal (TPN).....	24
Alimentación a los subtableros de distribución internos (ASTDI) y circuitos de distribución interna (CDI).....	27
Características de los transformadores ubicados en la cámara de transformación.....	28

Diagnóstico del sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL S.A	29
Evaluación de la situación actual del sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL.S.A.	29
Transformadores de 750 kVA Número 991 y de 500 KVA.....	29
Cargabilidad del transformador de 750 kVA.	32
Resumen De Resultados Obtenidos Con Las Mediciones Transformador 750 KVA.....	32
Cargabilidad del transformador de 500 kVA.	36
Resumen De Resultados Obtenidos Con Las Mediciones Transformador 500 KVA.....	38
Estado del sistema actual modelado en el software ETAP 12.6.0.....	39
TRANSFORMADOR DE 500 kVA	39
TRANSFORMADOR DE 750 kVA.	41
PROPUESTA	44
Selección del transformador y cargabilidad	49
Conductores sobrecargados	51
12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):	55
ANÁLISIS BENEFICIO COSTO	56
13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	57
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	58
15. BIBLIOGRAFÍA	60
16. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.	5
Tabla 2 Alimentación de la fábrica PRODEGEL S.A.....	25
Tabla 3 mediciones de corriente y voltaje en el área zona seca	26
Tabla 4 Levantamiento de información de cargas y conductores eléctricos.	27
Tabla 5 Cargabilidad del transformador de 750 kVA	30
Tabla 6 demanda diseño del transformador de 750 kVA aplicando la Norma Quito.	33

Tabla 7 Demanda diseño del transformador aplicando la Norma Quito	34
Tabla 8 Factor de utilización del transformador aplicando la Norma Quito	34
Tabla 9 Datos del transformador de 500 kVA.....	35
Tabla 10 demanda diseño del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito.	37
Tabla 11 Demanda diseño del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito.....	38
Tabla 12 Factor de utilización del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito	38
Tabla 13 Comparación de cargabilidad de los transformadores.....	44
Tabla 14 Informe de conductores sobrecargados.	51
Tabla 15 Resumen del análisis de cargabilidad de los conductores.	53
Tabla 16 Informe de resultados de la propuesta	54
Tabla 17 Análisis Beneficio Costo	56
Tabla 18 Descripción de precios unitarios	57
Tabla 19 Presupuesto para la propuesta del proyecto.	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Analizador de carga Fluke 1735	7
Figura 2 Etap 12.6.0	7
Figura 3 Curva de carga o demanda	14
Figura 4 Partes constitutivas de un cable	15
Figura 5 Reconector y Trafomix.....	20
Figura 6 Control de energía, Equipo de medición.....	21
Figura 7 Transformadores PRODEGEL S.A.	22
Figura 8 Sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL S. A.....	23
Figura 9 Disposición del sistema eléctrico de PRODEGEL.S. A	24
Figura 10 Mediciones de los diferentes parámetros eléctricos en los tableros de control.....	26
Figura 11 Curva de demanda del transformador de 750 KVA.....	31
Figura 12 Curva de demanda del transformador de 500 KVA.....	36
Figura 13 Transformador de 500KVA sin banco de capacitores	39
Figura 14 Conexión del banco de capacitores.	40
Figura 15 Factor de potencia con el banco de capacitores.	40
Figura 16 Barras con caídas de voltaje	41
Figura 17 Transformador de 750KVA sin banco de capacitores	41
Figura 18 Conexión del banco de capacitores.	42

Figura 19 Factor de potencia con el banco de capacitores.	42
Figura 20 Barras con caídas de voltaje y cables sobrecargados.	43
Figura 21 Factor de potencia en la carga cortadora y taller.	43
Figura 22 Diagrama Unifilar Propuesto	45
Figura 23 Resultados con cargas del transformador de 500KVA pasado al de 750 KVA.	45
Figura 24 Conexión del banco de capacitores.	46
Figura 25 Configuración del Banco de Capacitores.	46
Figura 26 TAP del Transformador de 750 KVA.	47
Figura 27 Condiciones del sistema con la propuesta.	48
Figura 28 Condiciones del sistema con la propuesta.	50
Figura 29 Condiciones del sistema con la propuesta.	50

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 Factor de utilización.	8
Ecuación 2 Factor de carga (Fc).	9
Ecuación 3 Factor de potencia.	10
Ecuación 4 Potencia Activa Monofásico fase-neutro.	11
Ecuación 5 Potencia Activa Monofásico 2 fases.	11
Ecuación 6 Potencia Activa Trifásico 3 fases o 3 fases y neutro.	11
Ecuación 7 Potencia reactiva Monofásico fase-neutro.	11
Ecuación 8 Potencia reactiva Monofásico 2 fases.	11
Ecuación 9 Potencia reactiva Trifásico 3 fases o 3 fases y neutro.	11
Ecuación 10 Potencia aparente Monofásico fase-neutro.	11
Ecuación 11 Potencia aparente Monofásico 2 fases.	11
Ecuación 12 Potencia aparente Trifásico 3 fases o 3 fases y neutro.	11
Ecuación 13 Determinación de la potencia reactiva para el banco de condensadores.	11
Ecuación 14 Selección del transformador.	13
Ecuación 15 Cargabilidad del transformador.	14
Ecuación 16 Potencia perdida en un conductor.	17

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: “ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FABRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA S.A. PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.”

Autor: Fiallos Pillajo Byron Patricio

RESUMEN

El presente trabajo de investigación en la fábrica de gelatina PRODEGEL.S.A. Ubicada en Parroquia Totoras es efectuado para el análisis del sistema eléctrico, con el propósito de determinar las variaciones del flujo de energía producido por la falta de control de las instalaciones eléctricas en el interior de la industria, para ello se plantea cumplir con los objetivos propuestos. Desarrollar un proceso de análisis del sistema eléctrico de las principales magnitudes de energía en la fábrica y actualizar el esquema unifilar incluyendo nuevas instalaciones de Zona Seca, área de la fábrica en donde se finaliza el proceso del producto. Determinar el estado actual de las instalaciones con el flujo de potencia, mediante el análisis del comportamiento de las diferentes variables eléctricas. Establecer los resultados mediante una evaluación técnica a través de un desarrollo del análisis del sistema eléctrico de la fábrica. Además dentro de la metodología a utilizar los enfoques metodológicos cuantitativa y cualitativa, las modalidades básicas de la investigación, los niveles y tipos de la investigación, basados en el análisis del sistema eléctrico de la fábrica para identificar pérdidas de energía en las instalaciones y verificar las variaciones del flujo de corriente y las consecuencias que esto puede ocasionar en la maquinaria y equipos con los que cuenta la fábrica PRODEGEL.S.A. lo que permitirá realizar una propuesta que determinará mediante una modificación en el sistema eléctrico para mejorar su funcionalidad., todas estas actividades aportarán para potencializar el control eléctrico de la misma.

Palabras Clave. Sistema eléctrico, Flujo de Potencia, Instalaciones eléctricas, Variaciones de corriente, Voltaje, Energía, Fábrica.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

ACADEMIC UNIT OF APPLIED AND ENGINEERING SCIENCE

TOPIC: "ELECTRICAL SYSTEM ANALYSIS AT THE PRODUCTION FACTORY GELATINA ECUATORIANA S.A. TO DETERMINE THE CURRENT STATUS OF ELECTRICAL INSTALLATIONS."

Author: Fiallos Pillajo Byron Patricio

ABSTRACT

This research in PRODEGEL.S.A Factory located in Totoras Parish is made for the analysis of the power system, with the purpose of determining the variations of the energy flow produced by the lack of control of the electrical installations in the industry, so it is proposed to fulfill the objectives proposed: to develop an analysis process of the electrical system of the main magnitudes of energy in the factory and update the single-line scheme including new Dry Zone facilities, that is an area where the product process is completed; to determine the current state of the power flow facilities by a behavior analyzing of the different electrical variables; to establish the results by a technical evaluation through a development of the electrical system analysis. Also, quantitative and qualitative methodological approaches were used in the methodology, the primary research modalities, levels and types of research, based on the electrical system analysis of the factory to identify if the maintenance of the facilities is carried out to verify the variations of the power flow and the consequences that this can cause in the machinery and equipment which the PRODEGEL.SA has to, which will allow making a proposal that will determine by an implementation of the electrical system to improve its functionality, all these activities will contribute to enhance the electric control inside the factory.

Keywords. Electrical system, Power flow, Electrical installations, Current variations, Voltage, Energy, Factory.



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: la traducción del resumen de Proyecto de investigación al idioma inglés presentando por el estudiante de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad CIYA: **Fiallos Pillajo Byron Patricio** con numero de cedula **180430793-0**, cuyo título versa **“ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO EN LA FÁBRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA PRODEGEL S.A., PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS”**, lo realizo bajo mi supervisión y cumple con una correcta escritura gramatical del idioma.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estima conveniente.

Latacunga, Julio del 2017

Atentamente:

Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

CC: 172241757-1



1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto

ANÁLISIS DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA FABRICA PRODUCTORA DE GELATINA ECUATORIANA S.A. PARA DETERMINAR EL ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Fecha de inicio:

Miércoles 27 de abril del 2016

Fecha de finalización:

Viernes 28 de Julio del 2017

Lugar de ejecución:

Km 10 ¹/₂ Vía a Baños / Totoras – Ambato

Fábrica “PRODEGEL”.

Facultad académica que auspicia:

CIYA: Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas.

Carrera que auspicia:

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia.

Equipo de trabajo:

PhD. González Palau Iliana Antonia

Coordinador del Proyecto:

Fiallos Pillajo Byron Patricio

Área de Conocimiento

Eléctrica

Modelación y simulación de procesos industriales

Explotación y diseño de sistemas eléctricos

Análisis y diseño de sistemas eléctricos

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente trabajo se realiza en la fábrica productora de gelatina ecuatoriana PRODEGEL S.A., empresa industrial especializada en la producción de gelatina, ubicada en el cantón Ambato la misma recibe el servicio eléctrico suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte mediante el alimentador ubicado en la vía Pelileo en la estructura SP2 desde el # de poste 133729, la industria cuenta con 2 transformadores con potencias nominales de 750 y 500 KVA.

El proceso tecnológico de la empresa se da en tres jornadas de trabajo por lo que se debe garantizar un servicio eléctrico de calidad, en una composición de cargas heterogéneas, es decir posee cargas lineales y no lineales, adicionalmente para la compensación de la potencia reactiva cuenta con dos bancos de capacitores variables de 100 kVAr cada uno.

En el trabajo se realiza un estudio del consumo de energía, mediante un análisis de los consumos históricos proporcionados por la empresa, se realizarán mediciones en los diferentes puntos de la empresa con vista a la modelación del sistema eléctrico en el software ETAP 12.6.0, para determinar los flujos de potencia, las pérdidas de energía y compensación de potencia reactiva en vista a la selección de los bancos de condensadores.

Otro aspecto a considerar es la determinación de la cargabilidad de los transformadores que son de 43% y 33% respectivamente.

Para ello se toma en cuenta que, al mejorar el factor de potencia, se optimiza el dimensionamiento de los transformadores y cables. Reduciendo las pérdidas en las líneas y las caídas de voltaje.

3. JUSTIFICACIÓN

La importancia de este trabajo consiste en la determinación de los problemas que afectan el buen desempeño de la red eléctrica de la fábrica con vista a la reducción de las pérdidas de energía a través de las medidas que se implementaran para la reducción de los consumos.

En la empresa se han realizado modificaciones en las cargas por lo que se necesita la actualización completa de los diagramas eléctricos. Se requiere realizar un estudio, es en cuanto al factor de potencia, debido a la elevación de la facturación por posibles de pérdidas de energía. La entidad posee dos transformadores en los cuales los niveles de carga no superan el 50%, producto de ello se presentan perdidas de energía. Otro aspecto a considerar es la mala selección de los conductores eléctricos en algunas áreas de la fábrica.

PRODEGEL S.A. contará con una producción adecuada, evitando que genere perdidas de energía relacionados en un bajo factor de potencia en los tableros secundarios, una adecuada selección de los conductores eléctricos, obteniendo de forma general una actualización del esquema unifilar de la instalación.

El presente trabajo de investigación es factible de realizar porque existe la predisposición de los involucrados en el mejoramiento de las instalaciones, permitiendo realizar un análisis del sistema eléctrico de la fábrica.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Los Beneficiarios directos serán los propietarios de la Fabrica Productora de Gelatina Ecuatoriana “PRODEGEL S.A.”

5. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Formulación del problema:

¿Cuáles son los factores que inciden en el estado actual del sistema eléctrico de la fábrica?

PRODEGEL S.A., es una empresa industrial especializada en la producción de gelatina. Uno de los problemas que se presenta en el sistema eléctrico, son los altos consumos de energía eléctrica, debido fundamentalmente a diversos factores como son:

- La sección de los conductores no es la más adecuada en ciertas áreas.
- El factor de utilización de los transformadores esta por un 43 % para el transformador de 750 KVA y 33% para el de 500 KVA, lo que provoca que el sistema eléctrico tenga pérdidas de potencia activa.
- Los niveles de voltaje se encuentran dentro de un rango del 5% al 8%.
- El factor de potencia de la instalación para los tableros secundarios oscila entre 83% y 87 % este valor es debido a la diversidad de cargas de la instalación entre ellas cargas con características no lineales.

Otro aspecto importante está en la desactualización del esquema unifilar ya que se han adicionado cargas.

Se desconoce cómo están las instalaciones en algunas áreas y se dificulta constatar si el sistema eléctrico está trabajando adecuadamente, tomando en cuenta que es importante reconocer el flujo de potencia y determinar las falencias que se puede encontrar.

6. OBJETIVOS

General:

Realizar un análisis del sistema eléctrico mediante el levantamiento de la información del estado actual de las instalaciones eléctricas en la fábrica PRODEGEL S.A. para la mejora del suministro eléctrico y la reducción de pérdidas del sistema.

Específicos:

- Desarrollar un análisis del sistema eléctrico de las principales magnitudes eléctricas en la fábrica con una actualización del esquema unifilar del área de finalización de procesos denominada Zona Seca.
- Realizar mediciones en los principales puntos con esta la simulación mediante el Software (ETAP 12.6) para conocer el comportamiento de las diferentes variables eléctricas.
- Establecer los resultados mediante una evaluación técnica para proponer medios para la mejora del sistema eléctrico en la fábrica con esta a la reducción de pérdidas de energía.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1 Sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

OBJETIVOS	ACTIVIDAD	RESULTADOS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>Objetivo 1:</p> <p>Desarrollar un análisis del sistema eléctrico de las principales magnitudes eléctricas en la fábrica con una actualización del esquema unifilar del área de finalización de procesos denominada Zona Seca.</p>	<p>Trabajo de campo, haciendo un levantamiento general de información mediante el censo de carga.</p>	<p>Tener la suficiente información para determinar la demanda de la fábrica.</p>	<p>Trabajo de campo Inventario de las cargas. Amperímetro AutoCAD 2015</p>
<p>Objetivo 2:</p> <p>Realizar mediciones en los principales puntos con esta la simulación mediante el Software (ETAP 12.6) para conocer el comportamiento de las diferentes variables eléctricas.</p>	<p>Instalación del analizador de red por un lapso de tiempo no menor a 7 días y configura mediciones cada 10 minutos.</p>	<p>Obtener las principales magnitudes eléctricas para el cálculo de los flujos de potencia</p>	<p>Analizador de carga Encuesta Ficha de Observación Simulación en el software ETAP 12.6.0</p>

<p>Objetivo 3:</p> <p>Establecer los resultados mediante una evaluación técnica para proponer medios para la mejora del sistema eléctrico en la fábrica con esta a la reducción de pérdidas de energía.</p>	<p>Cálculo de los parámetros eléctricos</p>	<p>Comparar resultados Sustentar la información analizando los reportes.</p> <p>Una vez establecida la mejora se deben obtener una reducción de las pérdidas de energía.</p>	<p>Simulación en el software ETAP 12.6.0</p>
---	---	--	--

Elaborado por: Postulante

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

“En la presente investigación se pretende realizar un estudio del sistema eléctrico, proceso que permite el análisis de un buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas en la industria.

El análisis del Sistema Eléctrico es un proceso que permite conocer con exactitud la medición de las magnitudes eléctricas, para conocer las variaciones cuando son monofásicas y trifásicas, lo que permitirá establecer de manera idónea el flujo eléctrico, para tratar de corregir de manera técnica los problemas identificados en las instalaciones eléctricas, de manera adecuada hasta lograr el funcionamiento eficiente generando la potencia acorde a lo requerido.” (Urdaneta H ,2009).

Mediante la medición de magnitudes eléctricas con el analizador de carga, equipo que realiza estudios de carga eléctrica y comprobaciones del consumo de energía. Para el presente estudio se aplica el registrador Fluke 1735(**figura 1**), ya que permite realizar estudios de la energía eléctrica y registros de datos básicos de la calidad eléctrica. Además, el analizador es capaz de medir la inmensa mayoría de los parámetros de energía eléctrica, armónicos, y captura eventos de voltaje.

“Para mantener los estándares de calidad las empresas distribuidoras según el art. 12 del Reglamento de Suministro de Servicio de Electricidad mantendrán registros en cada mes, en el

2% del número de consumidores servidos en alto voltaje AV y medio voltaje MV. Las mediciones serán en periodos de 10 minutos, por un tiempo mínimo de 7 días”. (REGULACIÓN CONELEC No,004-01).

Figura 1 Analizador de carga Fluke 1735



Fuente: (Fluke Corporation, n.d.)

En el caso del presente estudio las mediciones internas se las realizarán en el lado de bajo voltaje de los transformadores, durante periodos de 10 minutos, por un tiempo mínimo de 7 días. Se procede con la actualización de las cargas en el esquema unifilar para la obtención del flujo de potencia con el propósito de calcular con precisión los voltajes de estado estacionario en todos los buses de una red, y a partir de ese cálculo los flujos de potencia real y reactiva en cada una de las líneas y transformadores, el análisis se realiza en el software ETAP 12.6.0, facilitando los procesos de diseño, simulación, operación y optimización de los sistemas eléctricos. El programa permite realizar el análisis de flujo de carga, análisis de cortocircuito, análisis de aceleración del motor, análisis de armónicos y análisis de estabilidad transitoria. (Usuario & Operation Technology, 2014)

Figura 2 Etap 12.6.0



Fuente: (Usuario & Operation Technology, 2014)

Con la ayuda de las mediciones se puede obtener los picos y los valles mediante un gráfico en Excel determinando el consumo de energía en áreas como, maquinaria, iluminación general de planta y oficinas dependiendo de este análisis el ahorro del consumo de energía debe estar enfocado a políticas de control en el consumo de iluminación y optimización de sistemas y máquinas ineficientes.

“Un sistema eléctrico adecuado debe proveer de suficiente energía para que las máquinas puedan funcionar adecuadamente, sin tener el temor de daños, para eso se recomienda un profesional dentro del área quién sea el que lleva la vigilancia, o control de los mismos para su eficiente funcionamiento, es importante reconocer el aporte de una adecuada instalación eléctrica lo que permitirá que no exista daños algunos en la estructura del sistema de funcionamiento de las industrias.” (Gutiérrez H ,2011)

Es necesario entonces que, en la fábrica, se realice el mantenimiento adecuado, continuo del sistema eléctrico que evite los daños que pueden ocasionar por la falta de un servicio eléctrico acorde a las necesidades de la industria en este caso.

Cargas eléctricas

La determinación de las cargas eléctricas es lo imprescindible para dar solución a problemas técnicos y/o económicos en las instalaciones eléctricas, esta se presenta como la suma de los consumos de potencia por parte de los receptores o consumidores de energía eléctrica.

Factor de utilización

“Se define como “La razón entre la demanda máxima y la capacidad nominal del sistema (capacidad instalada) en un intervalo de tiempo.”(Campoverde & Sánchez, 2012).

Se calcula mediante:

$$F_u = \frac{D_i}{C} \frac{máxi}{i_i} = \frac{D_M}{P} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Factor de carga (Fc)

Mide el grado de variación de carga en un período determinado, es decir, indica el general de la demanda comparado con su pico máximo. Como la mayoría de las cargas son variables

durante un período de tiempo dado y sólo tendrán algunos picos de demanda máximos; esta variación es medida a través del factor de carga, el cual está definido como:

$$F_c = \frac{D_i}{D_i} \frac{p}{Máxi} = \frac{D_{M}}{D} \quad (\text{Ecuación 2})$$

El registro de la carga instalada en la planta ayudará a justificar los niveles de demanda se realizará un levantamiento de las cargas más representativas dentro del sistema esto servirá para realizar las recomendaciones en cuanto a cambio de equipos o potencias de ser requerido.

Se detallará el consumo eléctrico por áreas y se representará las tablas estadísticas de consumo.

Se hará un análisis de desbalance de voltajes y corrientes y se comparara si están dentro de los regímenes de la norma eléctrica IEEE 1159-1995 la cual permite un valor máximo de 2%.

Si existiese una alta desproporción en la repartición de las cargas eléctricas, esta produciría una mayor corriente de retorno por el conductor neutro. Esto a su vez se traduce en mayores pérdidas de energía por conducción.

Es recomendable que se realice un monitoreo anual para verificar la adecuada repartición de las cargas en el tablero de distribución principal y reducir el desbalance referido a valores dentro de las normas ya que el trabajo de balanceo de cargas es sencillo, rápido y muy económico.

Se tendrá un ahorro posible tomando en cuenta que un perfecto balance de cargas es muy difícil de obtener en un sistema trifásico con cargas de tipo monofásico y bifásico y con husos horarios muy variados, pero que sin embargo es factible llegar a los parámetros exigidos de eficiencia de un 2% se podría llegar a un ahorro de un 1% de la facturación anual.

“Las instalaciones eléctricas son mecanismo que los profesionales en electricidad realizan las instalaciones para que cumplan de manera adecuada el funcionamiento dentro de una determinada infraestructura, lo que cumplirá eficientemente el flujo de energía para potenciar su servicio.” (Fernández G, 2011)

Entonces es necesario que se realice un análisis del sistema eléctrico para que cumpla su funcionalidad de manera acorde a las aspiraciones dentro de la fábrica en este caso, es evidente

que las instalaciones requieren de un control permanente para evitar que las variaciones de la energía eléctrica.

“Debe existir un control permanente de las instalaciones eléctricas dentro de las infraestructuras grandes donde existe el peligro de daño de máquinas y equipos que la industrias necesitan para echar andar mediante el flujo de energía los equipos, para que produzca determinada labor, es evidente que todo depende de la calidad de energía que los transformadores en este caso que cuenta las industrias para su potencialidad dentro del accionar.” (Fernández G, 2011)

La fábrica, debe cumplir un mantenimiento eficiente permanente de las instalaciones eléctricas lo que aportará para el respectivo trabajo, esto evitará daños posteriores dentro del funcionamiento para producir gelatina.

Compensación de potencia reactiva

“El factor de potencia F_p Se define como la relación entre la potencia activa (W, KW o MW) y la potencia aparente (VA, KVA, MVA), determina en el sistema o en uno de sus componentes.” (Capella R, 2000)

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\frac{P}{\cos \phi}} = \frac{P}{S} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Su valor está comprendido entre 0 y 1. Con frecuencia, el $\cos \phi$ tiene el mismo valor. De hecho, es el factor de potencia de la componente a frecuencia industrial (60 Hz) de la energía suministrada por la red. Por lo tanto, el $\cos \phi$ no toma en cuenta la potencia transportada por los armónicos. En la práctica, se tiende a hablar del $\cos \phi$.

Un factor de potencia próximo a 1 indica un consumo de energía reactiva poco importante y optimiza el funcionamiento de una instalación.

Para efectos de evaluación de calidad si en el 5% o más del periodo evaluado el valor del factor de potencia es inferior a los límites, el consumidor incumple el índice de calidad, su valor recomendado es de 0,92.

Cualquier máquina eléctrica (motor, transformador) alimentado en corriente alterna, consume dos tipos de energía:

La energía activa corresponde a la potencia activa P medida en kW se transforma integralmente en energía mecánica (trabajo) y calor (pérdidas).

La energía reactiva corresponde a la potencia reactiva Q medida en kVAr; sirve para alimentar circuitos magnéticos en máquinas eléctricas y es necesaria para su funcionamiento. Es suministrada por la red o, preferentemente, por condensadores previstos para ello.

Determinación de la potencia activa en KW

– monofásico fase-neutro: $P = V * I * \cos \phi$ (Ecuación 4)

– monofásico 2 fases: $P = U * I * \cos \phi$ (Ecuación 5)

– trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $P = 3 U * I * \cos \phi$ (Ecuación 6)

Determinación de la Potencia reactiva en KVAR

– monofásico fase-neutro: $Q = V * I * \sin \phi$ (Ecuación 7)

– monofásico 2 fases: $Q = U * I * \sin \phi$ (Ecuación 8)

– trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $Q = 3U * I * \sin \phi$ (Ecuación 9)

Determinación de la Potencia aparente en kVA

– monofásico fase-neutro: $S = V * I$ (Ecuación 10)

– monofásico 2 fases: $S = U * I$ (Ecuación 11)

– trifásico 3 fases o 3 fases y neutro: $S = 3U * I$ (Ecuación 12)

Donde:

V: Voltaje entre fase y neutro.

U: Voltaje entre fases.

Determinación de la potencia reactiva para el banco de condensadores

$$Q = P \tan(\phi_{\text{inicial}} - \phi_{\text{deseada}}) ; \text{kVAr} \quad (\text{Ecuación 13})$$

Mediante la aplicación de la ecuación 13 se puede obtener el valor del banco de condensadores necesario para la corrección del factor de potencia.

Compensación en bornes de un transformador

Esta se basa en una compensación para aumentar la potencia disponible, la potencia activa disponible en el secundario de un transformador es más elevada cuanto mayor es el factor de potencia de la instalación.

En consecuencia, es conveniente, en previsión de futuras ampliaciones, o en el mismo momento de la ampliación, corregir el factor de potencia y evitar así la compra de un nuevo transformador.

“El sistema eléctrico dentro de una fábrica debe ser analizada adecuadamente para ubicar los transformadores de acuerdo a las dependencias con las que cuenta una industria, lo que permitirá un mejor control, al mismo tiempo aportará de manera organizada, planificada el manejo y mantenimiento dl sistema instalado en la industria o en el lugar para su respectivo control.” (Bastidas C ,2009).

Métodos de colocación de los bancos de capacitores

La localización de los condensadores en una red eléctrica constituye lo que se denomina el modo de compensación. La compensación de una instalación puede realizarse de distintas maneras.

Esta compensación puede ser global, parcial (por sectores), o local (individual). En principio, la compensación ideal es la que permite producir energía reactiva en el lugar mismo donde se consume y en una cantidad que se ajusta a la demanda.

a) Compensación global

La batería está conectada en cabecera de la instalación y asegura la compensación del conjunto de la instalación. Está permanentemente en servicio durante la marcha normal de la fábrica.

Dentro de las ventajas tenemos:

1. Eliminar las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
2. Disminuye la potencia aparente (o de aplicación) ajustándola a la necesidad real de kW de la instalación.
3. Descarga el centro de transformación (potencia disponible en kW).

Cuando se utiliza este tipo de compensación se debe tener en cuenta que la corriente reactiva está presente en la instalación desde el nivel 1 hasta los receptores, las pérdidas por efecto Joule (kWh) en los cables situados aguas abajo y su dimensionamiento no son, por tanto, disminuidos.

b) Compensación parcial

En este caso la batería está conectada al cuadro de distribución y suministra energía reactiva a cada área o a un grupo de receptores, se descarga así gran parte de la instalación, en particular los cables de alimentación de cada área. las ventajas fundamentales que obtenemos son:

1. Eliminar las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva.
2. Descarga el centro de transformación, potencia disponible en KW.
3. Optimiza parte de la red ya que la corriente reactiva no circula entre los niveles 1 y 2.

En este caso la corriente reactiva está presente en la instalación desde el nivel 2 hasta los receptores. Las pérdidas por efecto Joule (KWh) en los cables quedan reducidas de este modo, y existe un riesgo de sobrecompensación como consecuencia de variaciones de carga importantes (este riesgo se elimina con la compensación automática).

Selección de los transformadores

Para la selección de los transformadores se debe tener en cuenta que cuando existe una sobre carga de potencia, es decir una variación en la energía que fluye en los transformadores, se sobrecalientan y terminan explotando las bobinas, que impide en correcto funcionamiento, produciéndose un problema que acarea gastos a las empresas, industrias para reparar cuando el daño no es mucho de lo contrario, la pérdida ocasionada generaría algunos días hasta reponer.

“Todo factor de potencia cuando está fluyendo la energía correctamente aporta en el mantenimiento de las máquinas y del sistema de instalaciones de la industria, pero cuando existe una sobre carga de energía termina echando a perder el transformador comenzando de las bobinas que terminan produciendo circuito, explotando y lo que es perjudicial causando pérdidas en el transformador ocasionando pérdidas grandes al propietario de la fábrica.” (Costales L ,2009).

La selección del transformador se define mediante la siguiente ecuación:

$$S_{ti} = \sum 1 + \sum 2 + \sum \dots * F * R \quad (\text{Ecuación 14})$$

Siendo:

S trafo = Potencia Aparente del Transformador (KVA)

$S_1+S_2+S_n$ = Sumatoria de las potencias Aparentes conectadas al sistema (KVA)

Fc = Factor de carga por el sistema

Reserva = Reserva del sistema, considerando el 20%

Cargabilidad del transformador

El porcentaje de cargabilidad del transformador se expresa como la relación entre la potencia consumida y la potencia disponible, esto permite identificar si la potencia del transformador se encuentra dimensionada correctamente o a su vez esta sub o sobredimensionado.

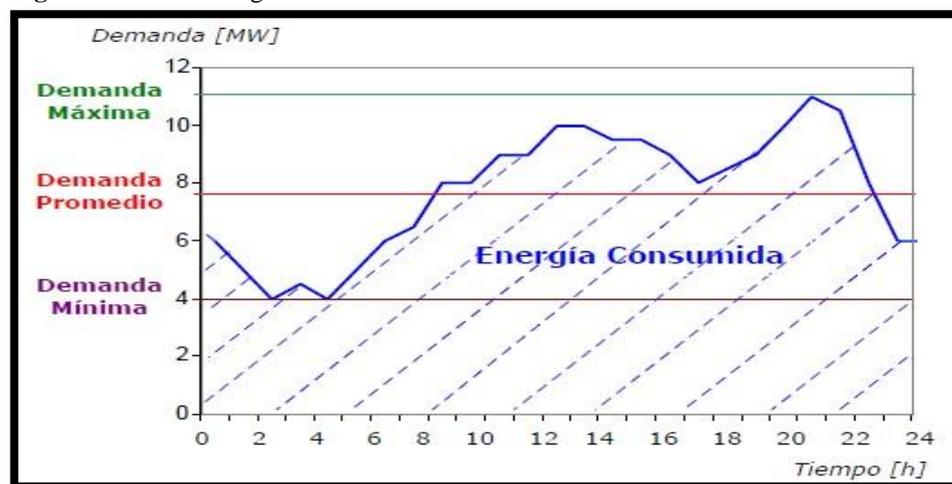
$$\% \text{ Cargabilidad} = \frac{S_m}{S_{T1}} \frac{(K)}{(K)} * 100 \quad (\text{Ecuación 15})$$

Curva de carga o Demanda

“La curva de la demanda es la representación gráfica de como varia la demanda o carga eléctrica en el transcurso del tiempo como se observa en la figura 3. El intervalo de tiempo elegido para realizar el análisis, puede ser diario, semanal, mensual, anual. La carga no es constante en el período analizado.” (Gavilánez ,2011).

Es la representación de la carga en función del tiempo.

Figura 3 Curva de carga o demanda

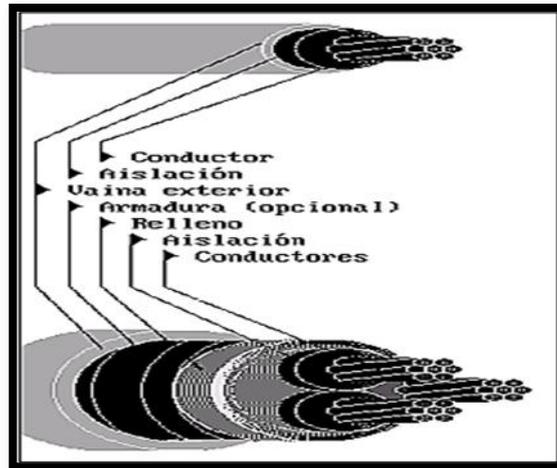


Fuente: GAVILANEZ F, (2011, pág. 45)

Selección de conductores

La función básica de un cable consiste en transportar energía eléctrica en forma segura y confiable desde la fuente de potencia a las diferentes cargas.

Figura 4 Partes constitutivas de un cable



Fuente: Oceans 2007 MTS/IEEE Vancouver

Mediante la ayuda de la figura 4 se puede hacer una descripción de las partes que constituyen un cable, las cuales son:

- Conductor, los cables pueden estar constituidos por un conductor (cables monofásicos), tres (cables trifásicos).
- Aislamiento, capa de material dieléctrico, que aísla los conductores de distintas fases, o entre fases y tierra. Puede ser de distintos tipos, tanto de material orgánico, como inorgánico.
- Capa semiconductor o barniz, se emplea para homogenizar la superficie en la distribución de los conductores.
- Blindaje o pantalla, cubierta metálica, que recubre el cable en toda su extensión y que sirve para confinar el campo eléctrico y distribuirlo uniformemente en su interior.
- Chaqueta o cubierta, de material aislante muy resistente, separa los componentes de un cable del medio exterior.

Una mala selección en el calibre del conductor produce efectos dañinos además de un mal funcionamiento en los equipos eléctricos, genera pérdida de energía en el conductor y disminuye su vida útil.

Un mal dimensionamiento de conductores eléctricos puede ocasionar los siguientes problemas:

- Variaciones de voltaje
- Cortes de suministro
- Pérdida de energía
- Corto circuito
- Sobre calentamiento de líneas
- Riesgo de Incendio

Los principales factores que se deben considerar al calcular el calibre mínimo para un conductor de baja tensión son:

- Que la sección del conductor pueda transportar la corriente necesaria.
- Que la temperatura de operación del conductor no dañe su aislamiento.
- Que la caída de voltaje este dentro de los parámetros de funcionamiento del equipo eléctrico.

Es vital considerar los tres aspectos a la vez, porque en caso contrario se podrían ocasionar los siguientes problemas si la sección de cobre es menor a la requerida:

- El conductor tendrá mayor resistencia eléctrica, aumentando las pérdidas de energía.
- El conductor tendrá mayor temperatura de operación, aumentando la resistencia eléctrica y deteriorando el aislamiento.
- La caída de voltaje en la línea será mayor a la permitida, lo cual puede afectar la operación en el punto de carga y dañar los equipos.

Es normal que la corriente eléctrica provoque calentamiento en los conductores (Efecto Joule), pero un exceso en la temperatura originado por un conductor subdimensionado puede originar efectos negativos.

Pérdida de potencia en los conductores eléctricos.

Un conductor al tener circulación de corriente, produce una pérdida de potencia, que es igual al producto de su resistencia por el cuadrado de la intensidad de corriente que circula por él.

$$\Delta P = R * I^2 \quad \text{(Ecuación 16)}$$

Es por esto que la empresa tiene que adoptar estrategias encaminadas hacia:

1. Reducción de la demanda energética
2. Diversidad energética
3. Máximo aprovechamiento del uso de energías renovables
4. Innovación tecnológica
5. Autoconsumo a través de micro redes
6. Modificación de los hábitos de consumo

Se debe llevar a cabo una evaluación técnica de los aspectos energéticos de la fábrica PRODEGEL S.A. como es la cargabilidad de los transformadores, así como los factores energéticos basados en la medición y otros datos.

El consumo energético debería estar asociado a los datos de los niveles de producción y/o a otros factores que pudieran afectar al consumo energético. El grado de detalle depende del tamaño de la organización y del consumo energético y el uso de la energía.

Cuando la industria opere en varias instalaciones debería evaluarse individualmente el suministro energético y el consumo energético de cada instalación las tendencias en el consumo energético de los años anteriores deberían evaluarse y constituir la base para establecer metas y evaluar si se han alcanzado las metas anteriores.

En la evaluación se actualizo la información sobre el consumo energético adicional que esté disponía en una parte importante de la fábrica denominada Zona Seca.

Para la evaluación de los consumos de energía de la empresa, se evalúan los consumos por área para ir determinando el ahorro energético de la misma.

9. HIPÓTESIS

Si se realiza un análisis al sistema eléctrico de la fábrica de gelatina PRODEGEL S.A. a través del software ETAP 12.6.0, entonces se puede obtener un reporte de mejora para suministro eléctrico y una reducción de las pérdidas de energía.

10. METODOLOGÍAS

Modalidades de la Investigación

El diseño de la investigación responde a las modalidades, bibliográfico-documental y de campo.

Investigación Bibliográfica Documental

Tiene el propósito de detectar, ampliar y profundizar diferentes enfoques, teorías conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el análisis del sistema eléctrico e instalaciones eléctricas por medio de las fuentes primarias, y el aporte de los comentarios de las fuentes secundarias es decir el aporte del investigador.

Mediante la cual se recopilará y se analizará toda la información teórica relacionada con las variables, dimensiones e indicadores que se han argumentado en el marco teórico.

Investigación De Campo

Se procede en contacto directo con el objeto, hecho o fenómeno de estudio, funcionando directamente la capacidad sensorial del investigador.

Esta investigación se desarrollará mediante un estudio de campo, sistemático, controlado para diagnosticar el sistema eléctrico. Es importante recabar información completa y confiable.

Niveles o Tipos de Investigación

Explorativo

En la Investigación se partirá con el nivel exploratorio, que permite conocer y contextualizar el problema.

Descriptivo

El nivel descriptivo facilita la identificación de las variables, el análisis crítico de la situación; en el caso del estudio, los métodos de medida y los tratamientos de datos que se han desarrollado para poder determinar las pérdidas de energía.

Técnicas de investigación

Observación

Es la Técnica más adecuada en la investigación, ya que parte de la utilización sensorial para el correspondiente registro de datos obtenidos en el proceso, llegando a obtener resultados de gran ayuda para la ejecución del proyecto.

Simulación.

La simulación se la desarrollará mediante el uso del software ETAP 12.6.0 el cual me permite determinar los parámetros referentes al sistema eléctrico de la fábrica.

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Situación actual del sistema eléctrico

Dentro del Análisis del sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL S.A. vemos que el servicio de energía eléctrica con el que cuenta y es suministrado por la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte mediante el alimentador ubicado en la vía Pelileo en la estructura SP2 desde el # de poste 133729 , es el adecuado para que los equipos, las máquinas con las que cuenta la fábrica de gelatina dentro de su operatividad sea la eficiente, lo que aporta directamente en el mantenimiento de las máquinas generando un ahorro en la parte económica del cliente industrial.

Distribución en medio voltaje

En relación a la distribución del sistema eléctrico de la fábrica de gelatina PRODEGEL del cantón Ambato es suministrada por la empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte contando con una acometida principal trifásica para que logre abastecer los equipos y máquinas existentes a un nivel voltaje de 13,2 kV entre línea a línea que pasa por el frente de la industria para ser aprovechada en el funcionamiento de la misma.

La acometida principal de la fábrica se conecta a la línea de distribución de medio voltaje del poste para jalar al medidor trifásico con lo que cuenta la fábrica de gelatina PRODEGEL.S.A. Ubicada en el cantón Ambato, se encuentran los seccionamientos y protecciones de la distribuidora, la acometida se desplaza aproximadamente 280 metros.

Figura 5 Reconectador y Trafomix.

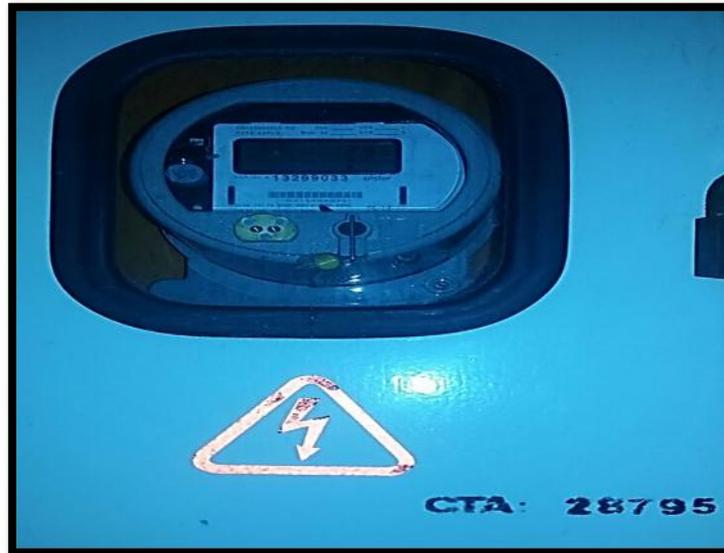


Fuente: Fábrica PRODEGEL.S. A

En la **Figura 5** se muestra el Reconectador y el Trafomix utilizado para la parte de la medición de energía en medio voltaje (MV).

La acometida trifásica del poste al interior de la fábrica PRODEGEL, S.A llega al medidor eléctrico, para la distribución de los transformadores de potencial ubicados en lugares apropiados y destinados para un adecuado funcionamiento fases para llegar a los seccionamientos de los distintos espacios donde se encuentran los equipos y maquinarias con las que cuenta la fábrica de gelatina.

Figura 6 Control de energía, Equipo de medición



Fuente: Fábrica PRODEGEL.S. A

En la **Figura 6** se puede ver el número de cuenta del medidor en el que se registra el consumo de energía, ubicado en la entrada de la cámara de transformación, realiza las mediciones con las señales que emiten los transformadores de potencial y corriente.

La instalación de un sistema eléctrico en este caso de la fábrica PRODELGEL. S.A de gelatina comienza desde el tablero principal para poder controlar el funcionamiento de los principales departamentos o dependencias con las que cuenta la industria de gelatina PRODELGEL.S.A. Lo que favorecen en su funcionamiento, al momento de requerir la energía eléctrica para hacer funcional los equipos y máquinas con la que cuenta. Además, es importante contar con interruptor principal, con alimentadores o transformadores para su mejor distribución sujetos en la pared y llegan por el techo con instalación industrial para el transformador de 750 kVA y 500KVA.

Esta permite llegar a cada uno de los suministros o transformadores con la conexión delta estrella conectados internamente, para distribuir en toda la fábrica PRODEGEL.S.A. Ubicada en el cantón Ambato., tomando en cuenta para que exista un sistema eléctrico adecuado debe contar con cada uno de los transformadores, la relación de voltaje 13,2kV/220V, cada transformador posee su respectivo seccionamiento.

Dentro del sistema eléctrico con la que cuenta la fábrica de gelatina PRODEGEL. S.A. transformación se encuentran ubicados dos transformadores trifásicos de 750kVA, uno de 500kVA con numeración 991 de marca ECUATRAN que alimentan a tres sistemas de

distribución de bajo voltaje a 220 V entre línea a línea, denominados tablero general normal, tablero general emergencia y tableros secundarios, junto se encuentran el tablero de transferencia automática y dos tableros de banco de capacitores, el tablero del generador se encuentra en otro cuarto cercano a la cámara de transformación junto con el generador.

Figura 7 Transformadores PRODEGEL S.A.



Fuente: Fábrica PRODEGEL.S. A.

En la **Figura 7** se muestran los transformadores de 750 KVA y 500 KVA respectivamente utilizados por la fábrica para su producción.

El sistema eléctrico es la base para que fluya la energía adecuadamente a todas las dependencias donde exista los equipos y maquinarias de una industria lo que permitirá potenciar las capacidades productivas del lugar, es importante contar con los respectivos tableros eléctricos, los transformadores de potencia entre otros factores que determinan la calidad de sistema eléctrico que posee determinada industria, lo que evitará daños a los equipo y herramientas, máquinas con las que cuentan ahorrando en el aspecto económico.

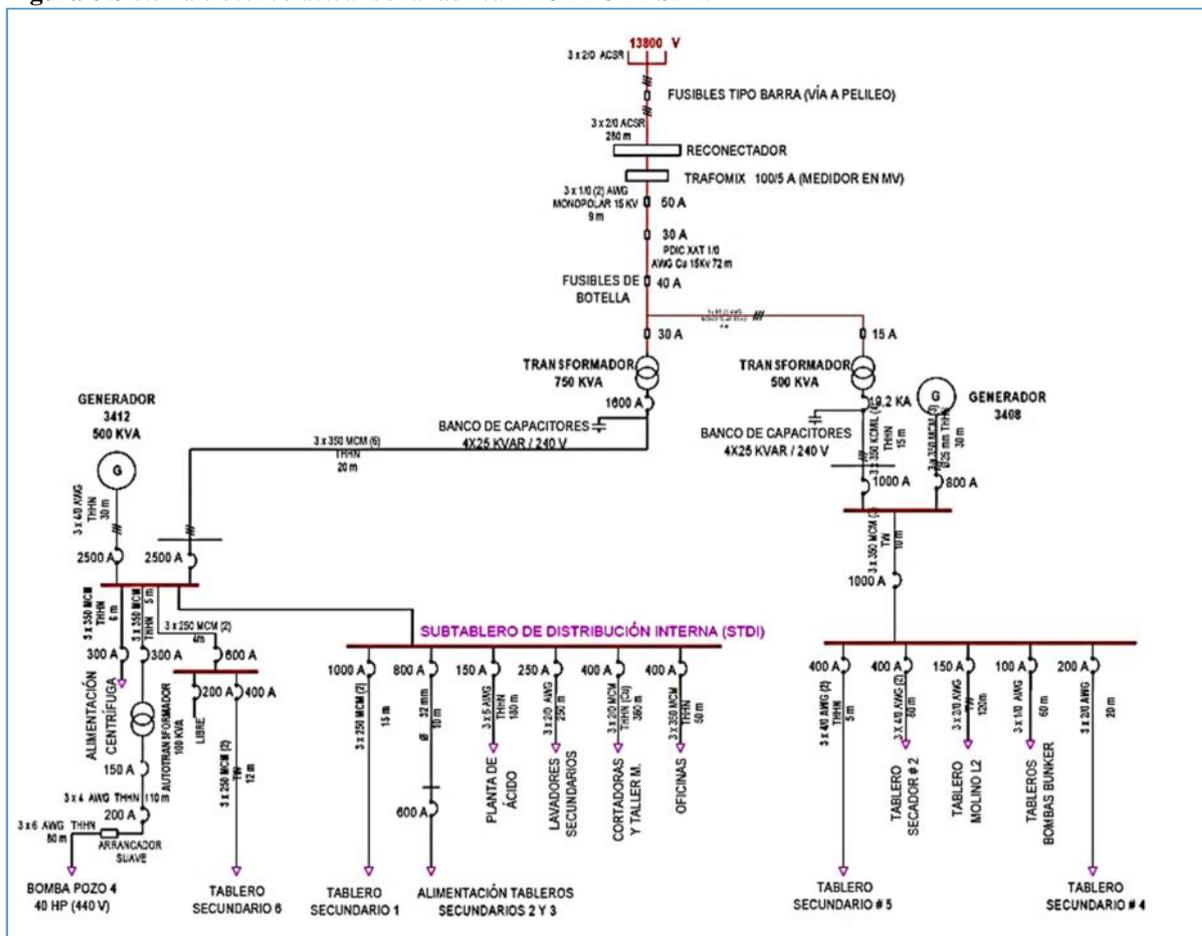
El transformador de 750 kVA número 991 alimenta al tablero general de emergencia (TGE) que a su vez es alimentado con el tablero de transferencia automática en el que se encuentra conectado el generador, este tablero corresponde a las cargas de los tableros de emergencia de la casa de máquinas y casa de vigilancia, también alimenta al tablero principal de emergencia (TPE). El transformador de 500 kVA número de serie 1498618 alimenta al tablero general de

normal (TGN) que corresponde a las cargas de los tableros normales de la casa de máquinas, también alimenta al tablero principal normal (TPN).

Actualmente, la fábrica cuenta con un tablero principal donde se controla por medio de interruptores las distintas dependencias de PRODEGEL.S.A., mediante los tableros y transformadores que aportan adecuadamente mediante un flujo de energía que requieren los equipos y maquinaria que cuenta la industria que elabora un producto cómo es la gelatina, operan alimentados por el transformador de 750kVA.

Diagrama del esquema eléctrico actual de la fábrica PRODEGEL

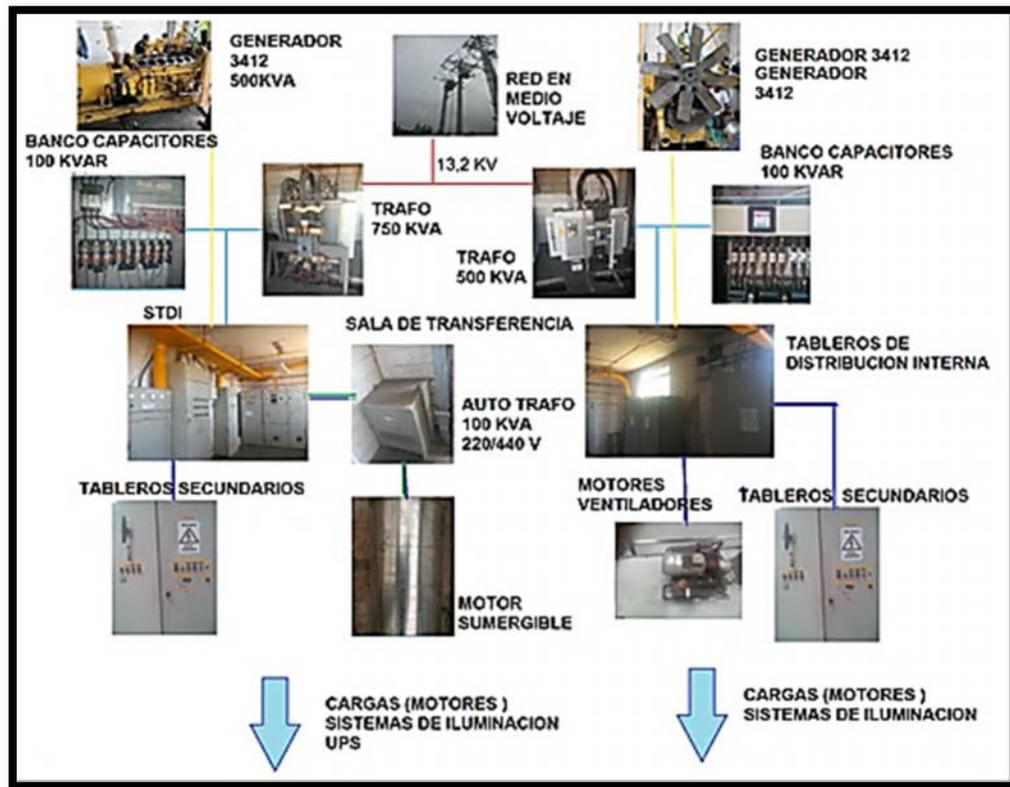
Figura 8 Sistema eléctrico actual de la fábrica PRODEGEL S. A.



Elaborado por: Postulante

La **Figura 8** muestra el diagrama esquemático el cual muestra las áreas del sistema eléctrico, identificando la cámara de transformación con los tableros generales y los tableros eléctricos principales, su disposición completa se encuentra en el **Anexo 24** (DIAGRAMA ELÉCTRICO ACTUAL).

Figura 9 Disposición del sistema eléctrico de PRODEGEL.S. A



Elaborado por: Postulante

En la **Figura 9** se muestra la disposición del sistema eléctrico de la fábrica tanto de los transformadores y tableros.

Es importante conocer la disposición de los elementos que tienen un sistema eléctrico dentro de la fábrica en este caso donde se está realizando la investigación PRODEGEL.S. A del cantón Ambato, esto permitirá llevar un control adecuado, mediante un análisis del sistema eléctrico de la fábrica de gelatina, lo que evitará daños en los equipos y máquinas con las que cuentan para su funcionamiento.

Tablero general normal (TGN) y tablero principal normal (TPN)

El tablero general normal (TGN) alimenta dos transformadores de energía para la distribución eficiente de la energía eléctrica a la fábrica PRODEGEL.S.A. esto permite un mejor control del voltaje, para evitar las variaciones de corriente que se producen en las máquinas sin esto se producirían daños, pérdida en la producción de gelatina, gastos que ocasiona en la parte económica, además evita causar un corto circuito en el tablero principal normal (TPN) que corresponde a los subtableros.

Para determinar el estado actual se realizó un censo de carga detallándose la información que se levantó en la fábrica a continuación.

Tabla 2 Alimentación de la fábrica PRODEGEL S.A.

N° ACT	POTENCIA	VOLTAJE	PROTECCIÓN	CALIBRE	TIPO	DISTANCIA	DVP P nom. [%]	(AIR / TR / DB)
DESCRIPCIÓN	KVA	V	A	ACOMETIDA	CONDUCTOR	(m)		
SERVICIO ENERGIA MV	1500	13800		1/0 AWG	XLPE	280	0,02 %	AIR
TRANSFORMADOR 750KVA	750	220	1600,0	350 MCM	TTU	9	1,14 %	DB
TRANSFORMADOR 500KVA	500	220	1600,0	350 KCMIL	TTU	4	0,35 %	DB
AUTOTRANSF. 100 KVA-BOMBA POZO 4	29,84	440	300	3x350 mcm	TTU	8	0,09 %	TR
DESCRIPCIÓN	KVAr	V		ACOMETIDA	CONDUCTOR	(m)		
BANCO DE CAPASITORES 1	100	220		350 mcm	TTU	9	0,07 %	AIR
BANCO DE CAPASITORES 2	100	220		2/0	TTU	7	0,69 %	AIR

Elaborado por: Postulante

En la **Tabla 2** Podemos ver los datos de entrada a la empresa el cual detalla un servicio de energía por parte de la empresa eléctrica Ambato EEAS.A. en medio voltaje (13,2kv) para posteriormente la fábrica reducir dicho voltaje a través de sus transformadores de 750 y 500 KVA respectivamente para realizar sus actividades de producción en la fábrica.

Además, cuenta con un autotransformador que eleva el voltaje de 220 a 440 V para una bomba perteneciente al Pozo 4 cuyo trabajo es succionar el agua de una captación subterránea.

Con la finalidad de evitar la penalización por un bajo factor de potencia la fábrica cuenta con dos bancos de capacitores de 100 kVAr ubicados a la parte secundaria de cada transformador.

En el levantamiento de información se consideró tomar mediciones de corrientes y voltajes para su posterior análisis del área conocida como Zona Seca.

Figura 10 Mediciones de los diferentes parámetros eléctricos en los tableros de control.



Fuente: PRODEGEL S.A.

En la **Figura 10** muestra el equipo utilizado para evaluar las mediciones de corriente realizadas en las fases de alimentación de las diferentes cargas de Zona Seca.

Tabla 3 mediciones de corriente y voltaje en el área zona seca

CARGA	CORRIENTE (A)			VOLTAJE (V)		
	L1	L2	L3	V L1-L2	V L2-L3	V L1-L3
VENTILADOR DE ENTRADA	50	49	49	225	225	225
VENTILADOR #2	27	26	25	226	227	227
VENTILADOR #3	18	17	17	224	226	227
VENTILADOR #4	16	16	16	226	226	227
VENTILADOR #5	22	22	22	225	226	226
VENTILADOR #6	17	17	17	226	226	227
CRUNCHADOR	10	10	9	223	225	226
MOLINO L1	53	49	51	226	225	227
TORNILLO	2,8	2,6	2,8	226	226	226
MOTOR MALLA	3,6	3,5	3,6	226	225	226
TAMIZ	5,3	5,3	5,4	225	225	226
TORIT 1	21	22	22	226	226	225
BANDA TRANSPORTADORA	2,4	2,2	2,4	223	223	224
VENTILADOR DE SALIDA	46	43	44	225	225	226
CONVEYO	4,8	4,5	4,7	223	223	224
BOMBA VOTADOR L1	2,5	2,4	2,8	227	228	228
COMPRESOR AMONIACO L1	46	45	46	226	225	225

Elaborado por: Postulante

Alimentación a los subtableros de distribución internos (ASTDI) y circuitos de distribución interna (CDI)

Una vez realizado el reconocimiento de la fábrica de la disposición del sistema eléctrico se procedió a levantar la información de calibres de los cables eléctricos, así también las cargas que alimentaban desplegándose desde los transformadores de 750 kVA Y 500 kVA a los tableros correspondientes en la tabla 4 a continuación se representan la información de los cables en condiciones críticas, el total de las cargas de la fábrica se aprecia en el **Anexo 19**.

Tabla 4 Levantamiento de información de cargas y conductores eléctricos.

INDUSTRIA PRODEGEL												
1	6	11	13		21	22	23	25	35	36	55	71
ROUTING					CÁLCULO			CABLE				
TAG CABLE	Recorrido del cable	Fp. [%]	kW	Distancia (m)	I nom. Diseño [A]	Rac [/kft]	XL [/kft]	DVP P nom. [%]	SIZ E	Number	CABLE TIPO	TAG
BARRA TMPG												
TRAFO750												
BUS 15 Y 16												
COMPRESOR AMONIACO	AIR	85 %	60,14	15,0	236,84	0,120000	0,044000	0,92 %	1/0	1	THH N	1-1/C # 1/0 THHN + GND
BUS 24												
LAVADORES SECUNDARIOS	TR	85 %	24,82	250,1	97,76	0,100000	0,043000	2,72 %	2/0	2	THH N	1-2/C # 2/0 THHN + GND
CONTADORA Y TALLER	TR	62 %	70,48	360,1	380,53	0,100000	0,043000	2,71 %	2/0	2	THH N	1-2/C # 2/0 THHN + GND
BUS 43												
TABLERO SECUNDARIO 2-3	TR	85 %	57,83	10,0	227,75	0,052000	0,041000	0,31 %	250	1	THH N	1-1/C # 250 THHN + GND
TRAFO 500KVA												
BUS 72												
ALIM. TABLERO SECUNDARIO 5	TR	85 %	112,29	5,0	442,20	0,062000	0,041000	0,17 %	4/0	2	THH N	1-2/C # 4/0 THHN + GND
BUS 91												
ILUMINACIÓN	TR	87 %	58,40	60,0	260,30	0,077000	0,042000	2,83 %	3/0	1	MC	1-1/C # 3/0 MC + GND

Elaborado por: Postulante

En la **Tabla 4** Se detallan datos de los conductores que alimentan las cargas correspondientes al transformador de 750 KVA y 500 KVA.

Como podemos ver el sistema eléctrico de la fábrica tiene caídas de voltaje, conductores sobrecargados y un bajo factor de potencia en algunas áreas siendo la más afectada en la alimentación al tablero del área Cortadora y Taller con un factor de potencia de 0,62.

1. La carga de los compresores de amoníaco dispone de un cable 1/0 configurados dos conductores por fase el mismo que se encuentra mal dimensionado y tiene un porcentaje de caída de voltaje mínimo de 0,92%, su corriente de diseño es de 236,84 A.
2. La carga de los Lavadores Secundarios dispone de un cable 2/0 configurado en dos conductores por fase el mismo que presenta una caída de voltaje de 2,72%, Se está alertando que se aproxima al límite que rige el CONELEC, este dispone que las caídas de voltaje en una industria no deben exceder el 3%.
3. La carga Cortadoras y Taller mecánico esta alimentada con un cable 2/0 en una configuración de dos conductores por fase el mismo que está mal dimensionado y tiene una caída de voltaje del 2,71% con una corriente de diseño de 380,53 A.
4. La alimentación del tablero secundario 2 y 3 es alimentado con un cable 250 MCM, el cable se encuentra mal dimensionado con una corriente de diseño de 227,75 A.
5. La alimentación del tablero secundario 5 dispone de un cable 4/0 en una configuración de dos conductores por fase y su corriente de diseño es de 442,2 A.
6. La parte de iluminación se encuentra con un conductor sobrecargado, alimentado de un cable 3/0, su corriente de diseño de 260,3 A.

Características de los transformadores ubicados en la cámara de transformación

Dentro de la fábrica PRODEGEL.S.A. Tiene un sistema eléctrico compuesto por un espacio donde se realiza la transformación está compuesta por tres transformadores, de 750 kVA, 500 KVA, operando en las dependencias que tienen la fábrica con voltaje de 13,2 KV. y uno de 100 KVA de 220V a 440 V.

Se realizó un análisis del sistema eléctrico que se utiliza en la fábrica para potenciar la producción de gelatina, es por ello que es importante que exista un flujo eficiente de energía que le permita contar con los voltajes suficientes que distribuye el tablero principal.

En la fábrica de gelatina PRODEGEL.S.A. Existe el tablero general normal (TGN) donde se produce la transformación conectada en cascada alimenta al tablero principal normal (TPN) donde este distribuye la energía eléctrica que corresponde a los subtableros normales de toda la fábrica.

Diagnóstico del sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL S.A

A continuación, se resumen los resultados obtenidos en mediciones realizadas con el analizador de carga Fluke 1735, se ha tomado en cuenta que la medición se realizó en intervalos de diez minutos como lo exige la REGULACIÓN N. CONNELEC 004/01.

Evaluación de la situación actual del sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL.S.A.

En la fábrica PRODEGEL.S.A. Por ser antigua la infraestructura las instalaciones eléctricas no cumplen satisfactoriamente su funcionalidad, para ello se ha realizado un análisis del sistema eléctrico para verificar su estado, para evitar daños colaterales que puedan afectar su distribución de energía, no posee instalaciones eléctricas, que generen riesgo durante la distribución de la energía eléctrica, sus instalaciones requieren de control, mantenimiento para que no exista riesgo que termine afectando la producción, para el estudio se procedió a digitalizar y actualizar la información del sistema, que permitirá conocer cómo se encuentra estructurado la instalaciones eléctricas determinando si están en mal estado para tratar de realizar el respectivo mantenimiento.

Transformadores de 750 kVA Número 991 y de 500 KVA

Las Tablas 5 y 9 a continuación representan las mediciones de los transformadores de 750 kVA número 991 y de 500 KVA, que suministra la energía a todo el sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL.S.A.

Dentro de los datos recopilados en la fábrica PRODEGEL. S.A realizado mediante un analizador medido en intervalos de 10 minutos, se procedió a la tabulación de datos encontrados para conocer el comportamiento de la carga eléctrica que fluye en el sistema de energía en cada fase y el total de los transformadores, son los valores que se aprecian en las tablas 5 y 6.

En la Tabla 5 se muestran los datos de cargabilidad del transformador de 750 KVA obtenidos de la tabulación de datos del analizador Fluke. El análisis se lo realizó mediante un histograma de frecuencias, determinando los valores iterativos.

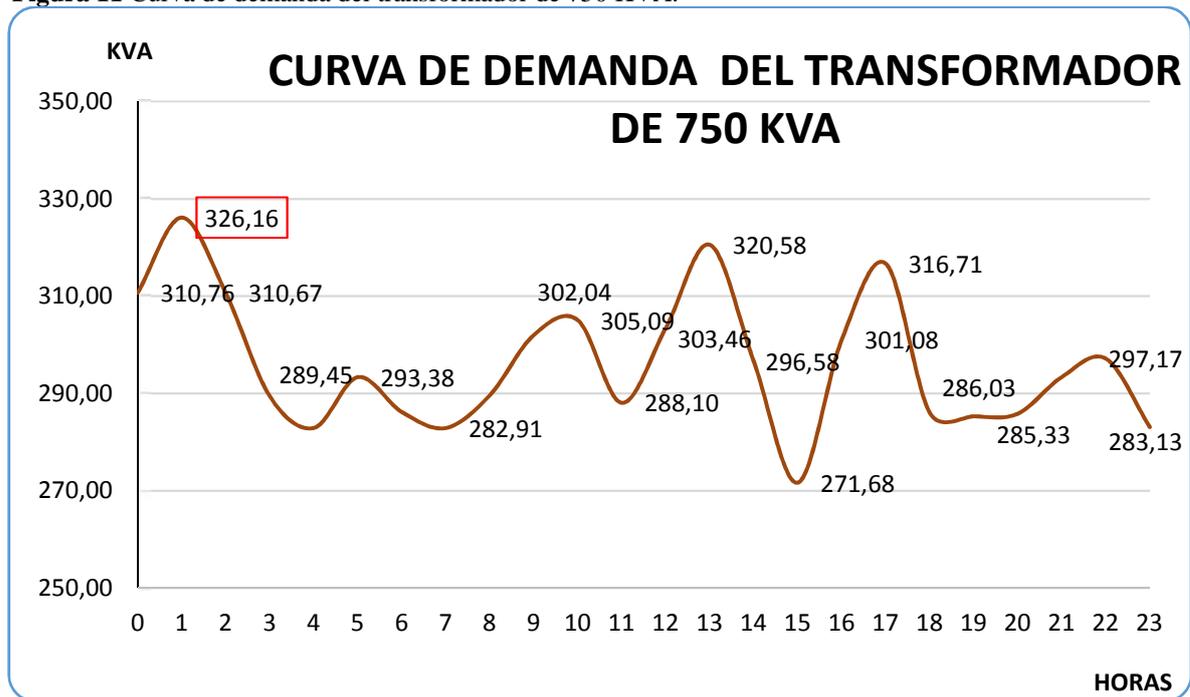
Tabla 5 Cargabilidad del transformador de 750 KVA

HORA	L1 kVA	L2 kVA	L3 kVA	TOTAL, KVA
1	101,52	104,36	104,87	310,76
2	105,61	107	113,55	326,16
3	101,2	102,3	107,17	310,67
4	94,84	94,98	99,62	289,45
5	92,1	91,56	99,28	282,93
6	93,43	93,83	106,12	293,38
7	90,21	95,42	100,59	286,22
8	90,52	93,96	98,43	282,91
9	91,72	98,97	98,96	289,65
10	94,83	94,64	112,57	302,04
11	99,37	97,13	108,6	305,09
12	86,41	98,04	103,64	288,1
13	100,34	93,71	109,41	303,46
14	110,62	101,14	108,82	320,58
15	92,82	94,31	109,46	296,58
16	86,28	90,65	94,75	271,68
17	97,24	98,93	104,91	301,08
18	103,67	100,5	112,54	316,71
19	92,6	90,91	102,51	286,03
20	90,37	92,78	102,17	285,33
21	91,53	93,45	100,89	285,87
22	91,65	97,95	103,8	293,4
23	97,12	97,95	102,1	297,17
24	90,93	95,01	97,18	283,13
	110,62	107	113,55	326,16

Elaborado por: Postulante

Con los datos de esta tabla se procede a proyectar la curva de demanda del transformador de 750 kVA. El consumo mínimo es de 271,68 kVA, a las 16:00 horas de la tarde y un consumo máximo de 326,16 kVA. A las 2:00 de la mañana.

Figura 11 Curva de demanda del transformador de 750 KVA.



Elaborado por: Postulante.

La **Figura 11** muestra la curva de demanda del transformador que tiene el sistema eléctrico de la fábrica PRODEGEL. S.A del cantón Ambato, donde se trabaja en la elaboración de Gelatina, Para la curva de demanda del transformador de 750 kVA graficado con los valores de la Tabla 5, se puede interpretar la carga es mínima, el incremento de carga, las máximas horas carga y decremento, medido del 05 al 11 del mes de mayo del 2016. El cual fue realizado con el diagrama de frecuencias para el análisis de las potencias resumidas en 24 horas de un día.

Se analiza que el transformador general presenta la demanda máxima de 326.16 kVA a la 1 de la mañana esto hace notar claramente que la fábrica trabaja fuera de las horas pico y la capacidad nominal es de 750KVA, mediante la **Ecuación 1** se determinó el factor de utilización:

$$F = \frac{1326,16 \text{ kVA}}{750\text{kVA}}$$

$$F = 0,43\%$$

Cargabilidad del transformador de 750 kVA.

Permite identificar si la potencia del transformador se encuentra dimensionada correctamente o a su vez esta subdimensionado o sobredimensionado.

Para el caso en estudio se calculó con los datos obtenidos de la demanda máxima (Dem Max), empleando la **Ecuación 15**:

$$\% C = \frac{S_m (KVA)}{S_{T1} (KVA)} * 100$$

$$\% C = \frac{326,16 (KVA)}{750 (KVA)} * 100$$

$$\% Ca = 43\%$$

Resumen De Resultados Obtenidos Con Las Mediciones Transformador 750 KVA

El factor de utilización resultante es de 0,43 lo que significa que $F_u = 0,5$ entonces el transformador se encuentra sub cargado. Al mismo tiempo se calculó el porcentaje de cargabilidad del transformador de 750 kVA y se determinó que está trabajando en un 43% de su capacidad.

Es evidente que estas instalaciones conectadas a este transformador trabajan fuera de las horas pico y la curva varía en horas de producción debido a los tres turnos de trabajo que tiene la empresa.

Para concretar el análisis se procede con la aplicación de la planilla para la determinación de la demanda dispuesta por la NORMA QUITO, se subdividen en seis circuitos con el fin de comparar valores de carga del transformador en estudio los valores están expresados en la **Tabla 6** a continuación.

Tabla 6 demanda diseño del transformador de 750 kVA aplicando la Norma Quito.

ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA					FECHA: UTC MAYO 2017			
NOMBRE DEL PROYECTO: PRODEGEL S.A.								
ACTIVIDAD TIPO: INDUSTRIAL								
LOCALIZACION: AMBATO								
DEMANDA DISEÑO DEL TRANSFORMADOR NORMA DE LA QUITO EMPRESA PRODEGEL								
No.	DESCRIPCION	CANT.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO		FFUN (%)	CIR (W)	Fsn (%)	DMU (W)
			Pn(W)	Ci(W)				
CIRCUITO 1								
1	ALIMENTACION CENTIFUGA	1	22158	22157,8	100%	22157,8	60%	13294,7
2	MOTOR	1	30449	30449,0	100%	30449,0	70%	21314,3
3	BUS 15 Y 16	1	0	0,0	100%	0,0	60%	0,0
4	BUS 24 Y 25 Y 56	1	0	0,0	100%	0,0	60%	0,0
CIRCUITO 2								
1	BOMBAS CALDEROS	1	6581	6580,7	100%	6580,7	70%	4606,5
2	CALDERO 7	1	6747	6747,3	100%	6747,3	70%	4723,1
3	CALDERO 9	1	6747	6747,3	100%	6747,3	70%	4723,1
4	PRIMERA ETAPA UF	1	5831	5831,0	100%	5831,0	60%	3498,6
5	ESTERILIZADOR	1	1666	1666,0	100%	1666,0	60%	999,6
6	BOMBA NETZ	1	5498	5497,8	100%	5497,8	60%	3298,7
7	COMPRESOR AMONIACO	1	30071	30071,3	100%	30071,3	70%	21049,9
CIRCUITO 3								
1	BUS 25	1	0	0,0	100%	0,0	60%	0,0
2	BUS 56	1	0	0,0	100%	0,0	60%	0,0
3	PLANTA ACIDO	1	19031	19030,6	100%	19030,6	70%	13321,4
4	LAVADORES SECUNDARIOS	1	24823	24823,4	100%	24823,4	60%	14894,0
5	CONTADORA Y TALLER	1	96628	96628,0	100%	96628,0	70%	67639,6
6	OFICINAS	1	56228	56227,5	100%	56227,5	50%	28113,8
CIRCUITO 4								
1	MESCLADOR VERTICAL	1	7612	7612,2	100%	7612,2	70%	5328,6
2	CALENTADOR AGUA POZO 3	1	4582	4581,5	100%	4581,5	60%	2748,9
3	TALLER MECANICO PROCESOS	1	2749	2748,9	100%	2748,9	70%	1924,2
4	BODEGA MOTORES	1	2749	2748,9	100%	2748,9	70%	1924,2
5	POZO BOMBEO	1	4415	4414,9	100%	4414,9	60%	2648,9
6	VENTILADOR ZONA HUMEDA	1	1499	1499,4	100%	1499,4	60%	899,6
7	CILINDRO VOTADOR	1	5331	5331,2	100%	5331,2	60%	3198,7
8	TECLE ELECTRICO	1	1499	1499,4	100%	1499,4	60%	899,6
9	CALDERO 1	1	6747	6747,3	100%	6747,3	70%	4723,1
10	CALDERO 2	1	6747	6747,3	100%	6747,3	70%	4723,1
11	CALDERO 3	1	6747	6747,3	100%	6747,3	70%	4723,1
12	BOMBAS EFULENTES	1	5498	5497,8	100%	5497,8	60%	3298,7
13	COMPRESOR INSTRUMENTO	1	3665	3665,2	100%	3665,2	60%	2199,1
14	ILUMINACION EXTERIOR	1	7330	7330,4	100%	7330,4	70%	5131,3
CIRCUITO 5								
1	VENTILADOR 2	1	6414	6414,1	100%	6414,1	60%	3848,5
2	VENTILADOR 3	1	5248	5247,9	100%	5247,9	60%	3148,7
3	VENTILADOR 4	1	2916	2915,5	100%	2915,5	60%	1749,3
4	VENTILADOR 5	1	3998	3998,4	100%	3998,4	60%	2399,0
5	VENTILADOR 6	1	3082	3082,1	100%	3082,1	60%	1849,3
6	VENTILADOR 7	1	3998	3998,4	100%	3998,4	60%	2399,0
7	CHUMCHADOR	1	1833	1832,6	100%	1832,6	60%	1099,6
8	TRONILLO 1	1	508	508,1	100%	508,1	60%	304,9
9	MALLA 1	1	658	658,1	100%	658,1	60%	394,8
10	VALULA ROTATIVA	1	383	383,2	100%	383,2	60%	229,9
11	TAMIZ 1	1	1000	999,6	100%	999,6	60%	599,8
12	MEZCLADOR	1	2916	2915,5	100%	2915,5	60%	1749,3
CIRCUITO 6								
1	VENTILADOR ENTRADA 1	1	8247	8246,7	100%	8246,7	80%	6597,4
2	VENTILADOR SALIDA	1	8413	8413,3	100%	8413,3	70%	5889,3
3	MOLINO	1	8247	8246,7	100%	8246,7	70%	5772,7
4	TORIT	1	5165	5164,6	100%	5164,6	70%	3615,2
TOTAL				442654,2		115748,2		287495,2

Elaborado por: Postulante

Tabla 7 Demanda diseño del transformador aplicando la Norma Quito

Factor de potencia (FP) :	0,92		Factor de demanda (FDM):	0,6
DMU:	311,5	kVA	Factor de diversidad (FD):	1,00
Ti:	0,0	%		
Proyección:	0,0	años		
DMUp :DMU x (1+Ti/100)^n				
DMUp ::::::::::x (1+1/100)^10	311,5	kVA		
DD:(N. Usuarios x DMUp) / (FD)				
DD:	311,5	kVA		
DDT: DD+DMDCI+AP			LUMINARIAS GENERAL:	
DDT:			CANTIDAD:	270
DDT:	326,14	kVA	POTENCIA	40 W
			AP:	14,63 kVA
DEMANDA DE DISEÑO:			326,14 kVA	

Elaborado por: Postulante

La demanda de diseño del transformador de 750 kVA es de 326,14 Kva se calcula con un factor de demanda de 0,6 , un factor de diversidad 1,y un factor de potencia de 0,92.

Tabla 8 Factor de utilización del transformador aplicando la Norma Quito

FACTOR DE UTILIZACION TRAF0 750 KVA	
750 KVA	100 %
326,14 KVA	x
43 %	

Elaborado por: Postulante

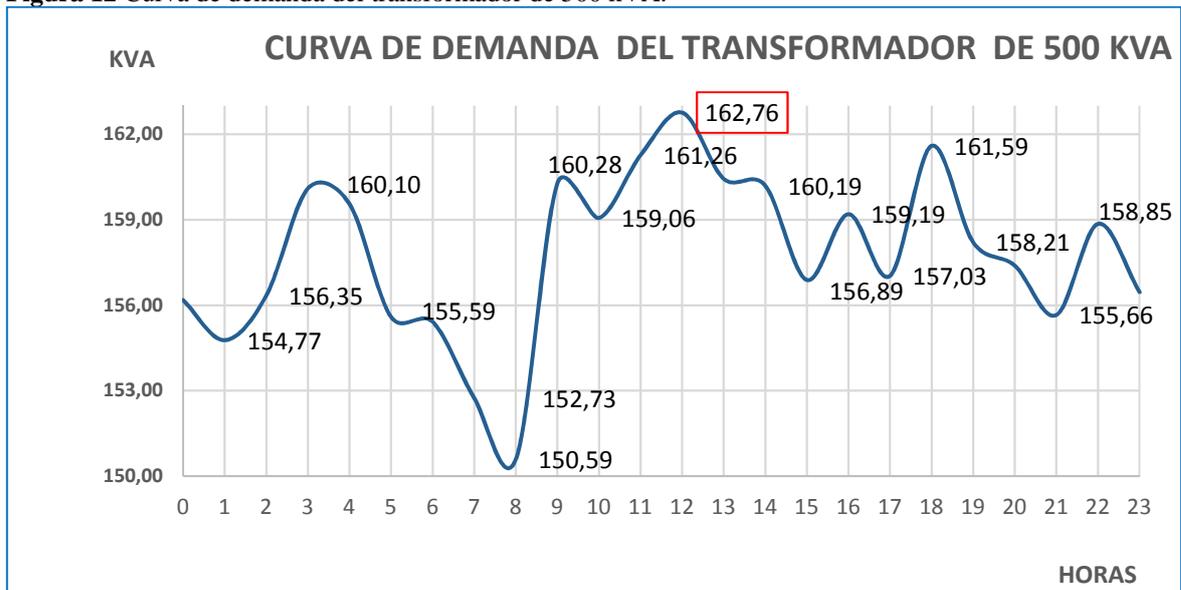
En la Tabla 8 se presenta el factor de utilizacion del transformador de 750 kVA. Como podemos ver esta en un 43%, indicandonos que el transformador esta subcargado.

Tabla 9 Datos del transformador de 500 kVA.

HORA	L1 kVA	L2 kVA	L3 kVA	TOTAL, KVA
1	50,89	53,8	51,49	156,18
2	51,08	53	50,69	154,77
3	51,13	53,8	51,42	156,35
4	52,06	56,07	51,97	160,1
5	52,63	55,42	51,5	159,56
6	50,1	54,04	51,45	155,59
7	51,01	53,75	50,66	155,42
8	51,09	52,6	49,05	152,73
9	50,46	51,93	48,2	150,59
10	53,31	53,89	53,08	160,28
11	53,75	53,86	51,45	159,06
12	54,49	54,62	52,15	161,26
13	54,79	55,44	52,53	162,76
14	51,97	55,81	52,66	160,44
15	53,87	54,5	51,83	160,19
16	52,39	53,81	50,68	156,89
17	52,71	54,84	51,65	159,19
18	52,29	53,55	51,19	157,03
19	50,1	57,08	54,41	161,59
20	51,01	54,73	52,47	158,21
21	50,57	54,88	51,94	157,39
22	49,22	53,9	52,53	155,66
23	51,29	55,21	52,35	158,85
24	50,92	54	51,54	156,46
	54,79	57,08	54,41	162,76

Elaborado por: Postulante

En la **Tabla 9** se muestran los datos de cargabilidad del transformador de 500 kVA obtenidos de la tabulación de datos del analizador, la potencia máxima es de 162,76 kVA. Este valor se presenta a las 13:00 horas de la tarde.

Figura 12 Curva de demanda del transformador de 500 kVA.

Elaborado por: Postulante

El transformador general presenta la demanda máxima de 162,76 kVA a las 12 del día y la capacidad nominal es de 500KVA, mediante la ecuación 1 se determinó el factor de utilización:

$$F = \frac{162,76 \text{ kVA}}{500\text{kVA}}$$

$$F = 0,33\%$$

Cargabilidad del transformador de 500 kVA.

Permite identificar si la potencia del transformador se encuentra dimensionada correctamente o a su vez esta sub o sobredimensionado.

Para el caso en estudio se calculó con los datos obtenidos de (Dem Max), empleando la **Ecuación 15**:

$$\% \text{ Cargabilidad} = \frac{S \text{ medida (KVA)}}{S \text{ Transformador (KVA)}} * 100$$

$$\% \text{ Cargabilidad} = \frac{162,76 \text{ (KVA)}}{500 \text{ (KVA)}} * 100$$

$$\% \text{ Cargabilidad} = 33\%$$

Tabla 10 demanda diseño del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito.

DEMANDA DISEÑO DEL TRANSFORMADOR NORMA DE LA QUITO EMPRESA PRODEGEL								
No.	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO				FFUN	CIR	Fsn	DMU
	DESCRIPCION	CANT.	Pn(W)	CI(W)	(%)	(W)	(%)	(W)
CIRCUITO 1								
3	ALIMENTADOR, SECADOR 2	1	32987	32986,8	100%	32986,8	80%	26389,4
4	ALIMENTADOR MOLINO 2	1	9746	9746,1	100%	9746,1	80%	7796,9
5	BOMBAS BUNKER	1	8747	8746,5	100%	8746,5	70%	6122,6
CIRCUITO 2								
4	BOMBA RECEPCION AGUA	1	2332	2332,4	100%	2332,4	60%	1399,4
5	VALVULA ROTATIVA	1	550	549,8	100%	549,8	60%	329,9
6	BOMBA 2do EFECTO	1	1166	1166,2	100%	1166,2	60%	699,7
7	BOMBA 1do EFECTO	1	1250	1249,5	100%	1249,5	60%	749,7
8	BOMBA EVAPORADOR	1	583	583,1	100%	583,1	60%	349,9
9	BOMBA PROYECTO	1	417	416,5	100%	416,5	60%	249,9
10	TAZMIN 12	1	916	916,3	100%	916,3	60%	549,8
11	ALIMENTADOR BOMBA VACIO	1	4498	4498,2	100%	4498,2	60%	2698,9
12	ALIMENTADOR TORIT 2	1	3998	3998,4	100%	3998,4	60%	2399,0
13	2DA ETAPA UF	1	6248	6247,5	100%	6247,5	60%	3748,5
14	total carga concentrada 1	1	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	BOMBA 3ro EFECTO	1	2234	2234,4	100%	2234,4	70%	1564,1
2	BOMBA CONDENSADO 3ro EFECTO	1	410	409,6	100%	409,6	70%	286,7
3	BOMBA CONDENSADOR	1	531	530,7	100%	530,7	70%	371,5
4	BOMBA CIRCULACION	1	2328	2327,5	100%	2327,5	70%	1629,3
5	total carga concentrada 1	0	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	BOMBA CONDENSADO 1ro EFECTO	1	342	341,5	100%	341,5	70%	239,1
2	BOMBA CONDENSADO 2ro EFECTO	1	217	216,6	100%	216,6	70%	151,6
3	total carga concentrada 1	0	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	ZONULX	1	1749	1749,3	100%	1749,3	70%	1224,5
2	ILUMINACION ZONA HUMEDA	1	4415	4414,9	100%	4414,9	70%	3090,4
3	total carga concentrada 1	0	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	AGITADOR TANQUE LIVIANO	1	583	583,1	100%	583,1	70%	408,2
2	total carga concentrada 2	1	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	BOMBA LAVADO UF	1	2832	2832,2	100%	2832,2	70%	1982,5
2	total carga concentrada 2	1	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRCUITO 4								
1	GITADOR FLITRO	1	5709	5709,2	100%	5709,2	70%	3996,4
2	TANQUE DE AJUSTE	1	2284	2283,7	100%	2283,7	70%	1598,6
3	TANQUE DE AJUSTE 2	1	2284	2283,7	100%	2283,7	70%	1598,6
4	total carga concentrada 2	1	0	0,0	100%	0,0	0%	0,0
CIRUITO 5								
1	EXTRACTOR 1	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
2	EXTRACTOR 2	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
3	EXTRACTOR 3	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
4	EXTRACTOR 4	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
5	EXTRACTOR 5	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
6	EXTRACTOR 6	1	381	380,6	100%	380,6	70%	266,4
7	EXTRACTOR 7	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
8	EXTRACTOR 8_1	1	381	380,6	50%	190,3	70%	133,2
9	EXTRACTOR 9	1	381	380,6	100%	380,6	70%	266,4
10	EXTRACTOR 10	1	381	380,6	100%	380,6	70%	266,4
CIRUITO 5								
1	BOMBAS AGITADOR	1	916	916,3	100%	916,3	40%	366,5
2	TANQUE REPROCESO	1	4665	4664,8	100%	4664,8	40%	1865,9
Total				108740,9		57360,4		75589,3

Elaborado por: Postulante.

En la **Tabla 10** se procede con la aplicación de la planilla para la determinación de la demanda dispuesta por la NORMA QUITO, para la comparación de valores con los datos del Analizador.

Tabla 11 Demanda diseño del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito.

Factor de potencia (FP) :	0,92	Factor de demanda (FDM):	0,7
DMU:	82,2 kVA	Factor de diversidad (FD):	1,00
Ti:	1,0 %		
Proyección :	0,0 años		
DMUp :DMU x (1+Ti/100)^n			
DMUp ::::::::::x (1+1/100)^10	82,2 kVA		
DD:(N. Usuarios x DMUp) / (FD)			
DD:	82,2 kVA		
DDT: DD+DMDCI+AP			
DDT:		LUMINARIAS GENERAL:	
DDT: 162,70 kVA		CANTIDAD:	146
		POTENCIA	400 W
		AP:	79,35 kVA
DEMANDA DE DISEÑO:	162,70 kVA		

Elaborado por: Postulante

En la **Tabla 11** se presenta la demanda de diseño del transformador aplicando criterios de la Norma Quito se tiene una demanda de diseño de 162,7 kVA. se trabajo con un factor de demanda de 0,7 , un factor de diversidad de 1 y un factor de potencia de 0.92.

Tabla 12 Factor de utilización del transformador de 500 kVA aplicando la Norma Quito

FACTOR DE UTILIZACIÓN TRAF0 500 KVA	
500 KVA	100 %
162,70 KVA	x
33 %	

Elaborado por: Postulante

Resumen De Resultados Obtenidos Con Las Mediciones Transformador 500 KVA.

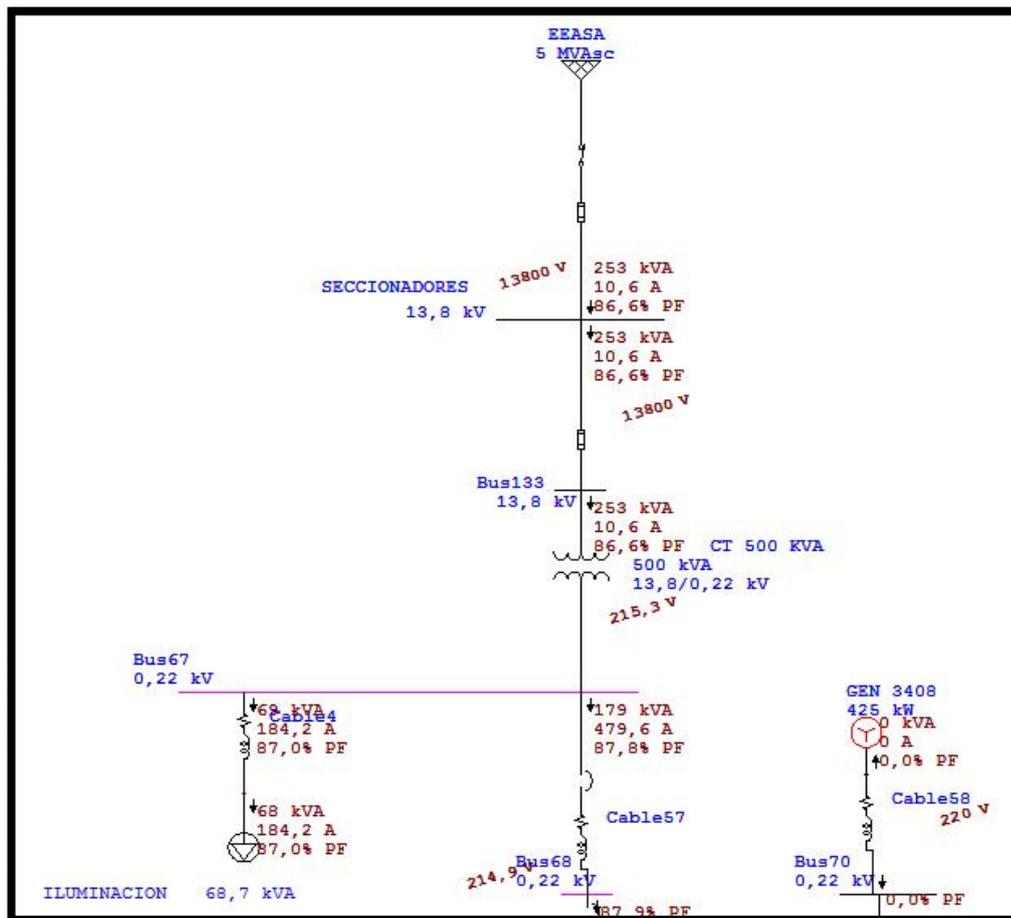
El factor de utilización resultante es de 0,33 lo que significa que el Fu = 0,5 entonces el transformador se encuentra sub cargado, la cargabilidad del transformador es del 33%. De igual manera se aplica la planilla de determinación de la demanda de la Norma Quito formato disponible en el **Anexo 16**.

Estado del sistema actual modelado en el software ETAP 12.6.0

Mediante la simulación del flujo de potencia con la ayuda del software ETAP 12.6.0 determinamos si el sistema eléctrico de la fábrica está en condiciones aceptables, regulares o malas.

TRANSFORMADOR DE 500 kVA

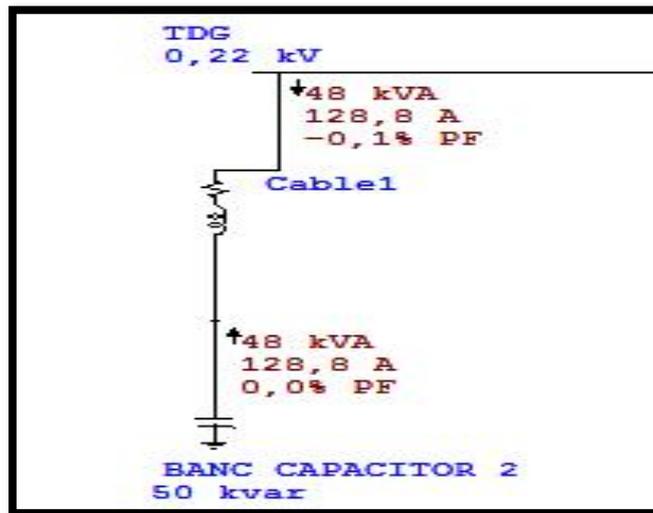
Figura 13 Transformador de 500KVA sin banco de capacitores



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 13** se aprecia el transformador de 500 KVA sin conectar los bancos de capacitores el sistema al ponerlo en marcha tiene un bajo factor de potencia de 0.86, conectados los bancos de capacitores con los que dispone la empresa ocupando dos de los cuatro pasos que tiene el banco es decir queda compensando con 50 kVA.

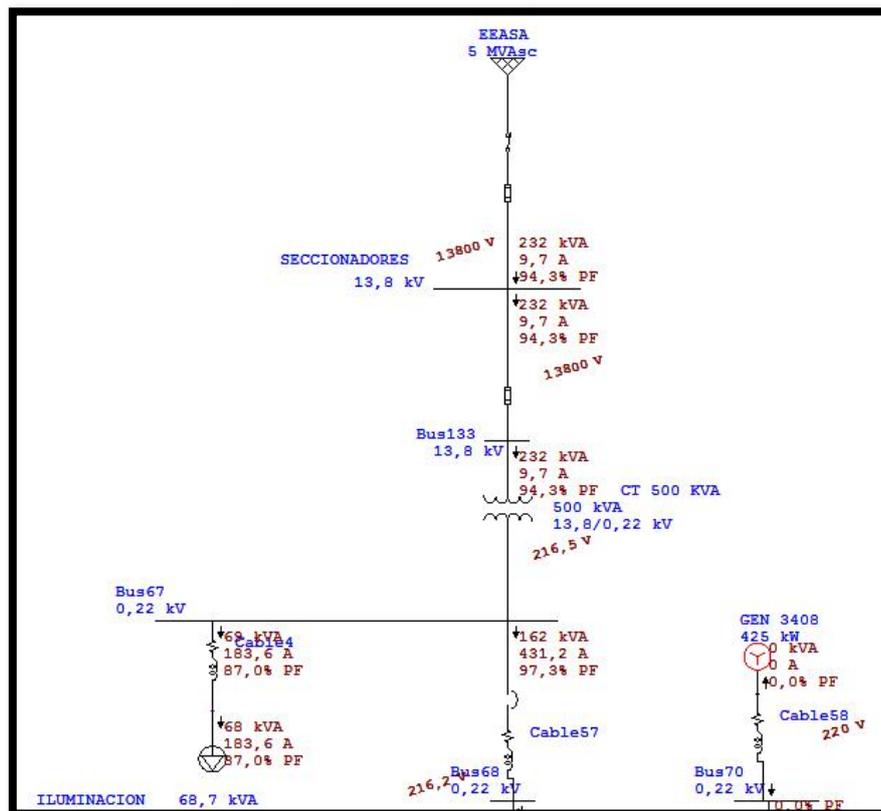
Figura 14 Conexión del banco de capacitores.



Fuente : ETAP 12.6.0

Por lo cual el sistema queda funcionando de la siguiente manera:

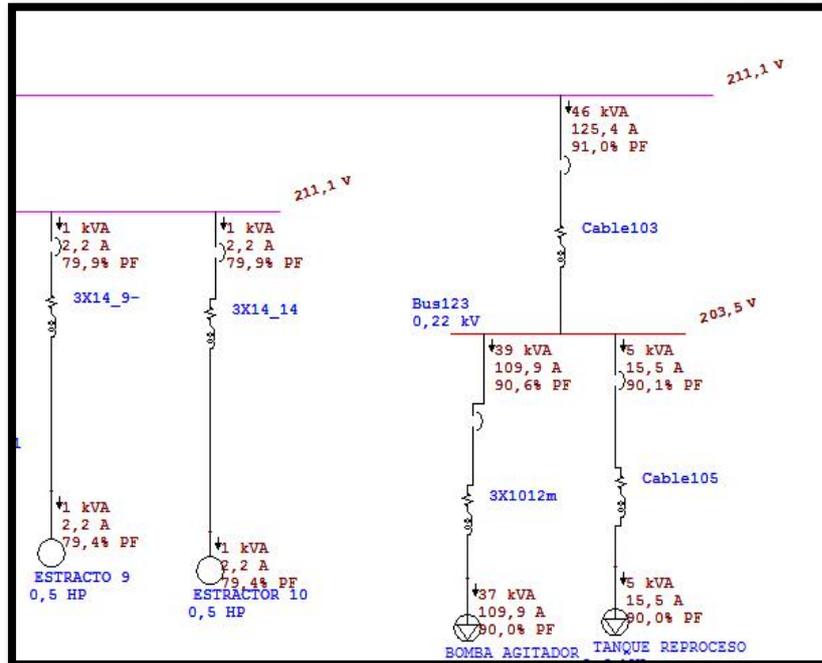
Figura 15 Factor de potencia con el banco de capacitores.



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 15** se puede apreciar que el Transformador trabaja con un factor de potencia de 0,94 y una carga al transformador de 162 kVA.

Figura 16 Barras con caídas de voltaje

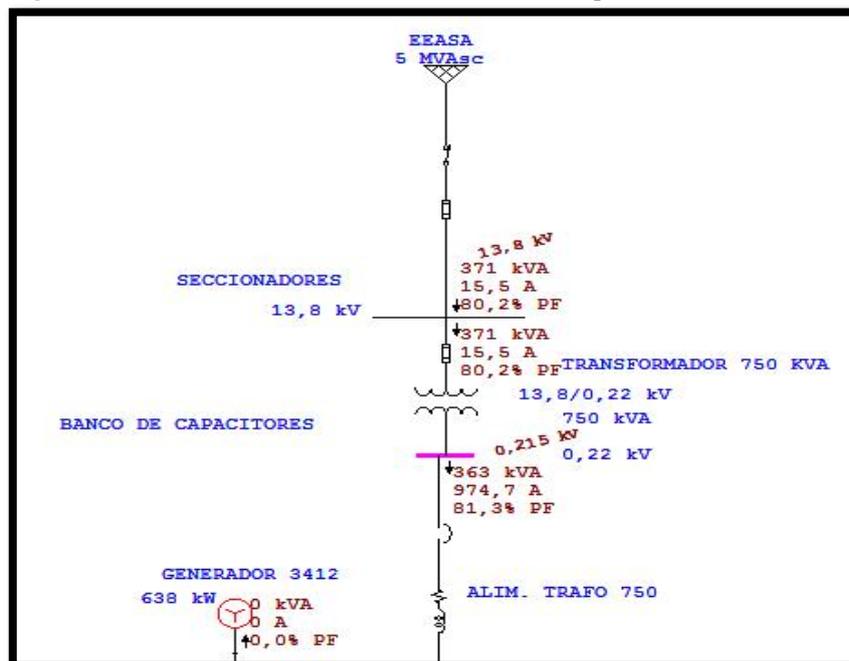


Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 16** se puede apreciar que el sistema está trabajando en las condiciones mostradas se deberá tomar en cuenta las acciones para mejorar el nivel de voltaje en las barras de los tableros secundarios los cuales están trabajando con 203 V y 211 V.

TRANSFORMADOR DE 750 kVA.

Figura 17 Transformador de 750KVA sin banco de capacitores.

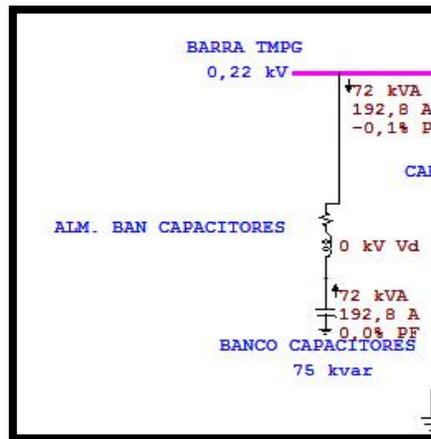


Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 17** se aprecia el transformador de 750 KVA sin conectar los bancos de capacitores el sistema al ponerlo en marcha tiene un bajo factor de potencia de 0.80.

Conectados los bancos de capacitores con los que dispone la empresa ocupado los tres pasos que tiene el banco es decir queda compensando con 75 kVAr.

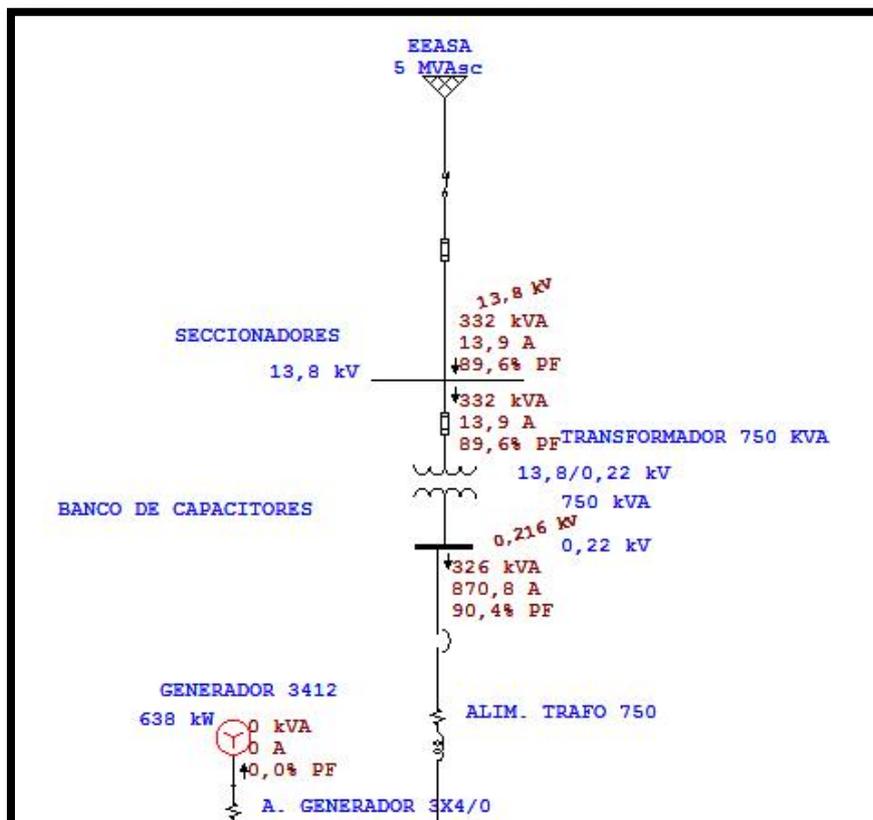
Figura 18 Conexión del banco de capacitores.



Fuente : ETAP 12.6.0

Por lo cual el sistema queda funcionando de la siguiente manera:

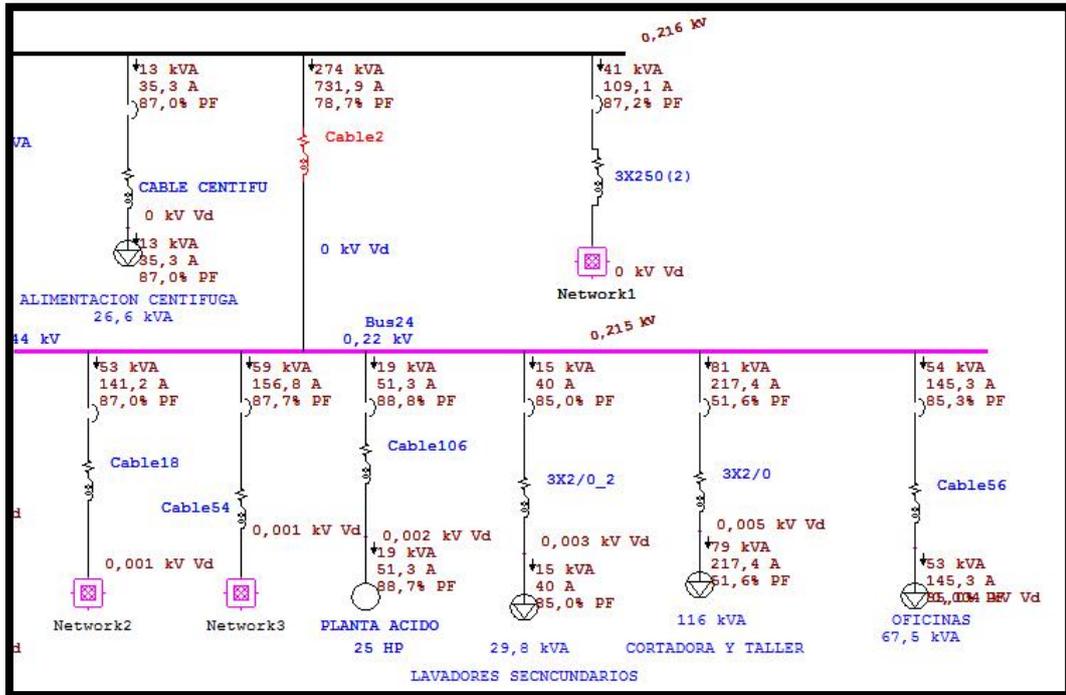
Figura 19 Factor de potencia con el banco de capacitores.



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 19** se puede apreciar que el transformador trabaja con un factor de potencia de 0,90 y una carga de 326 kVA.

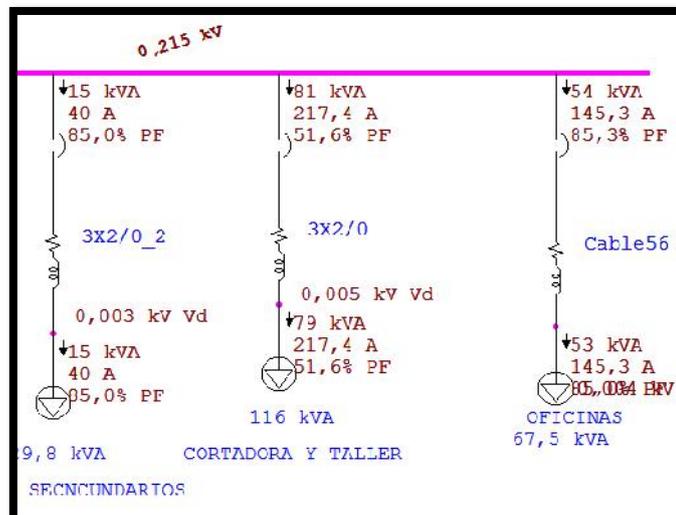
Figura 20 Barras con caídas de voltaje y cables sobrecargados.



Fuente : ETAP 12.6.0

El sistema está trabajando en las condiciones mostradas se deberá tomar en cuenta las acciones para mejorar el nivel de voltaje en las barras de los tableros secundarios los cuales están trabajando con 215V. Así también en algunos conductores que se encuentran sobrecargados, uno de ellos el de la alimentación al tablero secundario # 6 (Network 1).

Figura 21 Factor de potencia en la carga cortadora y taller.



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 21** se puede apreciar un factor de potencia sumamente bajo de 0,52 el cual se debe mejorar para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico en la fábrica.

En el transformador de 750 kVA tiene una cargabilidad de 317 kVA y un factor de potencia de 0,92 mientras el transformador de 500 kVA esta con una cargabilidad de 160 kVA y un Factor de potencia de 0,92 por lo que no tendría problemas de penalización por bajo factor de potencia.

Los datos del software ETAP12.6.0, el censo de carga realizado con el analizador Fluke y demanda de diseño aplicando la norma Quito coinciden en un margen de error mínimo se detalla en la tabla a continuación.

Tabla 13 Comparación de cargabilidad de los transformadores.

	CARGABILIDAD DE LOS TRANSFORMADORES	
	500 kVA	750 kVA
Software ETAP	162	326
Analizador Fluke	162,76	326,16
Demanda de diseño del Transformador aplicando la NORMA QUITO	162,70	326,14

Elaborado por : Postulante

PROPUESTA

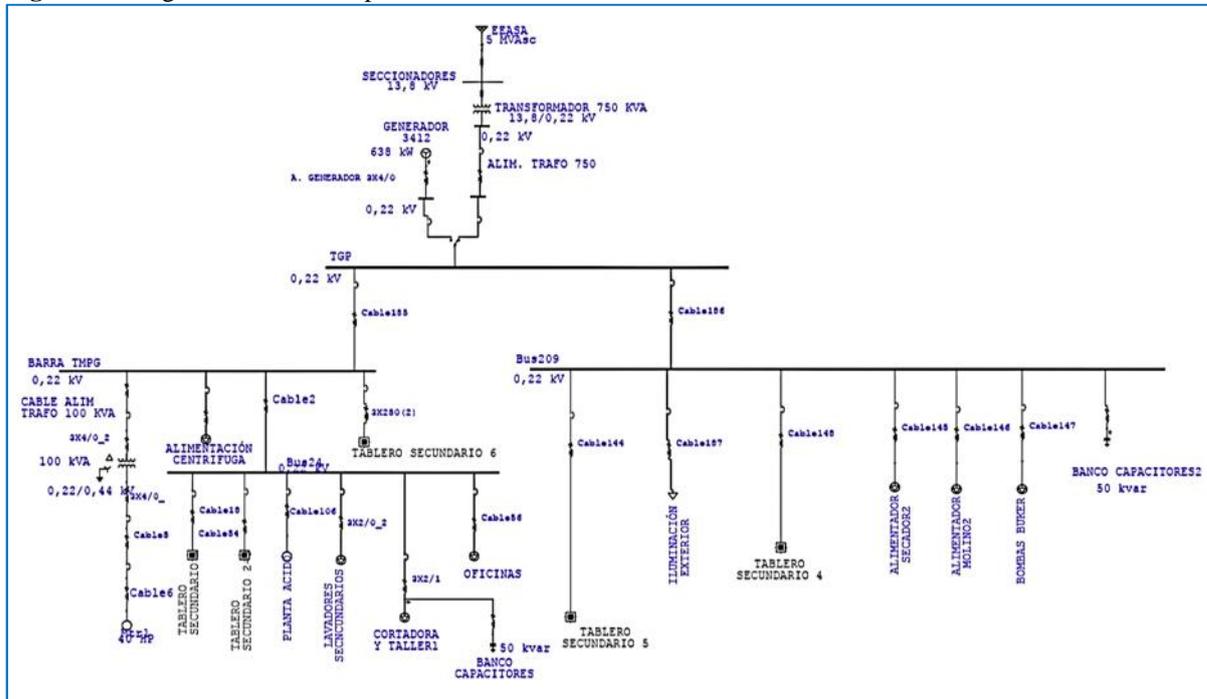
Una vez realizado el análisis del estado actual de la fábrica se encontró que los transformadores están subcargados por debajo de su capacidad así también conductores y protecciones sobrecargadas en algunas áreas.

Para la propuesta se considera pasar la carga del transformador de 500 kVA al transformador de 750 kVA, las protecciones de los tableros principales serán de 1250A y 400 A ,los conductores que están sobrecargados es muy costosa el cambio del tipo de calibre por ende se recomienda aplicar una corrida más del mismo tipo de conductor por cada fase la ubicación de los bancos de capacitores disponibles en la empresa se ubica en las barras 209 y en la barra 24 en la que la compensación es indispensable para el tablero secundario de la carga correspondiente a las cortadoras y taller mecánico.

Las barras y algunos cables correspondientes a Zona seca, área de proceso final están con bajo nivel de voltaje y algunos conductores sobrecargados con esto se procede a detallar el análisis.

DIAGRAMA UNIFILAR ELÉCTRICO PROPUESTO

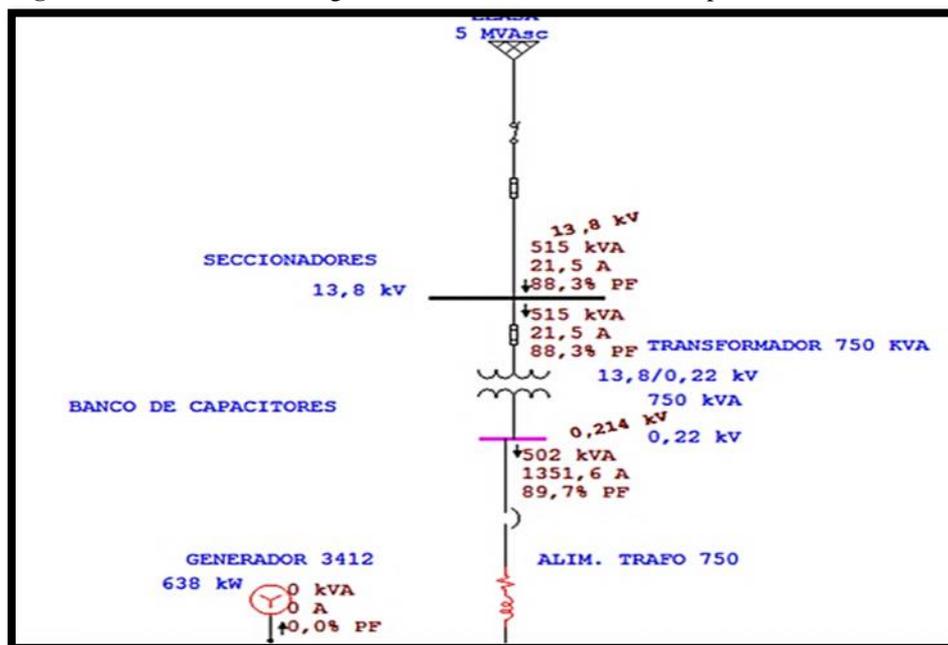
Figura 22 Diagrama Unifilar Propuesto



Elaborado por: Postulante

En la **Figura 22** se muestra la propuesta del diagrama con la carga del transformador de 500 kVA conectada al Transformador de 750 KVA, tomado del software ETAP 12.6.0 con la norma ANSI se aprecia en el **Anexo 26** (DIAGRAMA ELECTRICO PROPUESTO).

Figura 23 Resultados con cargas del transformador de 500KVA pasado al de 750 KVA.



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 23** se puede ver que al pasar la carga del transformador de 500 KVA a la salida del transformador de 750 KVA y sin banco de capacitores tenemos que:

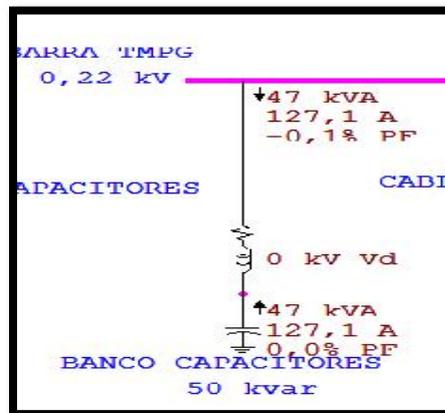
- El factor de potencia hacia la parte que mide en medio voltaje (aguas arriba) está operando con un factor de potencia de 0,88 el cual está bajo y llevaría a la penalización de la empresa por este parámetro.
- El voltaje de operación del transformador está en 515 kVA lo que es evidente que este quedaría trabajando aproximadamente a un 68,7% de su capacidad.

Calculo del banco de capacitores: Aplicando la ecuación 13 tenemos

$$Q = 506(K) \times (\text{tg } \phi 0.88 - \text{tg } \phi 0.92)$$

$$Q = -52,42$$

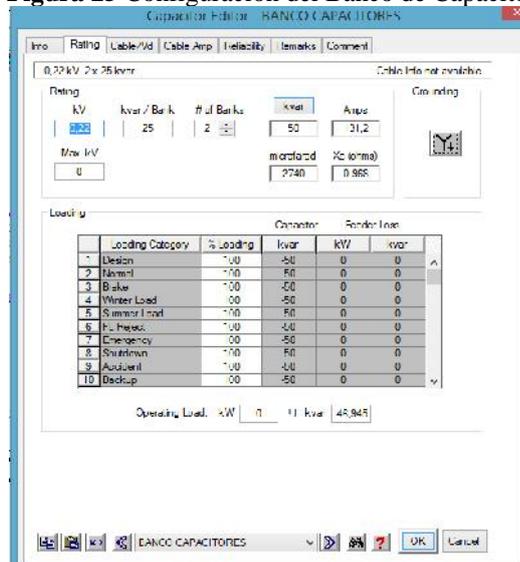
Figura 24 Conexión del banco de capacitores.



Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 24** se muestra la ventana del software para lo cual se considera conectar el banco de capacitores existente. Queda propuesto el banco de capacitores funcionando en dos pasos de 25 kVAr para compensar el bajo factor de potencia.

Figura 25 Configuración del Banco de Capacitores.

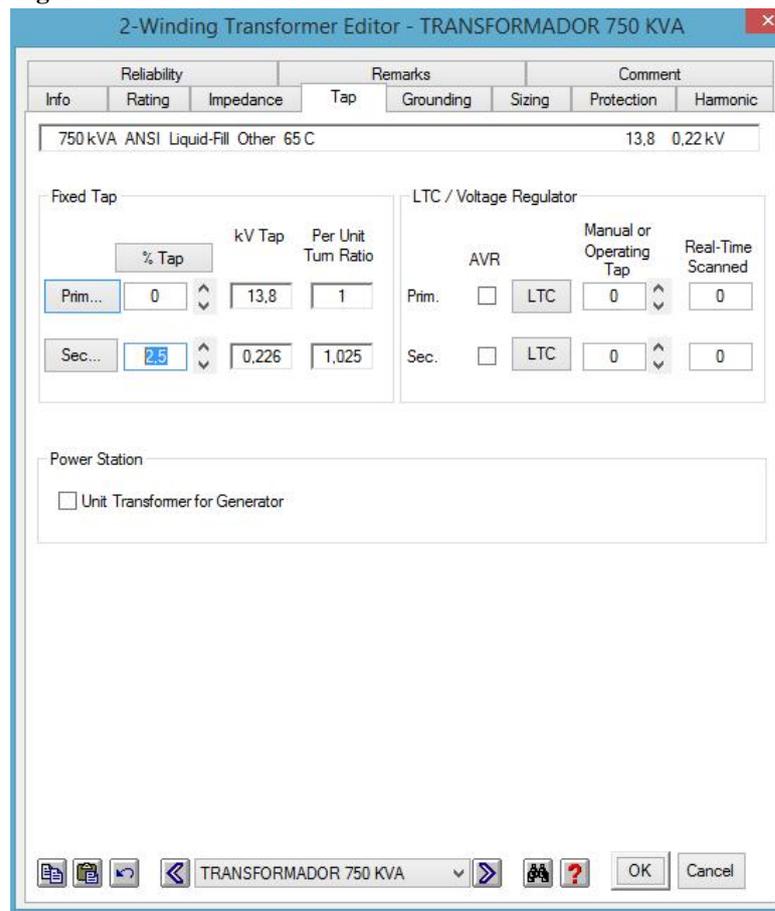


Fuente : ETAP 12.6.0

Se utilizará el banco de capacitores de la fábrica habilitando 50 kVAr es decir que el sistema queda compensado con dos de los cuatro pasos del banco de capacitores variable.

Adicional se considera subir un nivel el TAP del transformador de 750 kVA (**Figura 26**), en vista que existen caídas de voltaje en las barras de los tableros secundarios problema acareado desde el estado actual que se da solución a continuación.

Figura 26 TAP del Transformador de 750 KVA



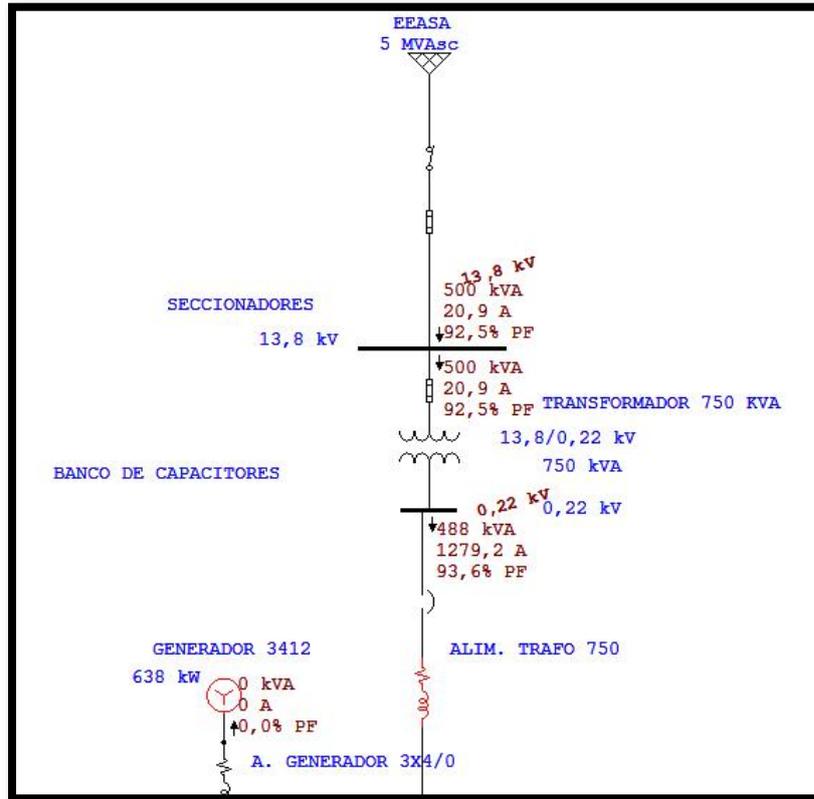
Fuente : ETAP 12.6.0

En la **Figura 26** se muestra la ventana de configuración del TAP del transformador.

Para la propuesta se consideró subir el TAP del transformador a la primera posición en el secundario del transformador por que se presentaron caídas de voltaje en las barras de los tableros secundarios. Con esto se mejora los niveles de voltaje y el sistema queda funcionando en un margen estable tanto para las cargas actuales del transformador de 750 kVA como para las barras de los tableros secundarios del transformador de 500 kVA.

A continuación, veremos las condiciones en que queda el sistema eléctrico una vez realizada la compensación y el cambio del TAP del transformador.

Figura 27 Condiciones del sistema con la propuesta.



Fuente : ETAP 12.6.0

El factor de potencia mejoro con el cambio del TAP del transformador y el banco de capacitores funcionando en dos pasos de 25 kVAr.

El factor de potencia está en 0.93 con lo cual no sería penalizada la en lo que al factor de potencia se refiere ya que el factor de potencia se encuentra en los límites establecidos, sabiendo que la distribuidora sanciona por tener un $F_p < 0,92$.

La potencia de carga del transformador es de 500 kVA, es decir, el transformador quedara trabajando al 66.7% de su capacidad cálculo realizado mediante la **Ecuación 15**.

$$\% \text{ Cargabilidad} = \frac{S \text{ medida (KVA)}}{S \text{ Transformador (KVA)}} * 100$$

$$\% \text{ Cargabilidad} = \frac{488 \text{ (KVA)}}{750 \text{ (KVA)}} * 100$$

$$\% \text{ Cargabilidad} = 65,07\%$$

Se consideró una compensación global con el banco de capacitores conectado en la cabecera de la instalación y asegura la compensación del conjunto de la instalación.

Está permanentemente en servicio durante la marcha normal de la fábrica. Presentando ciertas Ventajas como Evitar las penalizaciones por consumo excesivo de energía reactiva, Disminución la potencia aparente asegurando el uso de la potencia disponible en kW.

Pero la corriente reactiva está presente en la instalación desde el nivel 1 hasta los receptores y las pérdidas por efecto Joule en los cables situados aguas abajo y su dimensionamiento no son, por tanto, disminuidos.

Para un mejor desempeño de la industria debería considerarse una Compensación parcial esta suministraría energía reactiva a cada taller o a un grupo de receptores. Se descarga así gran parte de la instalación, en particular los cables de alimentación de cada taller, pero le saldría costoso a la empresa además de que existe un riesgo de sobrecompensación como consecuencia de variaciones de carga, riesgo que se elimina con la compensación automática.

Factor de carga (Fc)

Mide el grado de variación de carga en un período determinado el cual está definido por la **Ecuación 2:**

Sabiendo que la Dm es de $82,2 + 311,5 = 393,7$

$$F_c = \frac{\text{Demanda promedio}}{\text{Demanda Máxima}} = \frac{D_m}{DM}$$

$$F_c = \frac{393,7}{488,9}$$

$$F = 0,80$$

Selección del transformador y cargabilidad

La selección del transformador se define mediante la **Ecuación 14:**

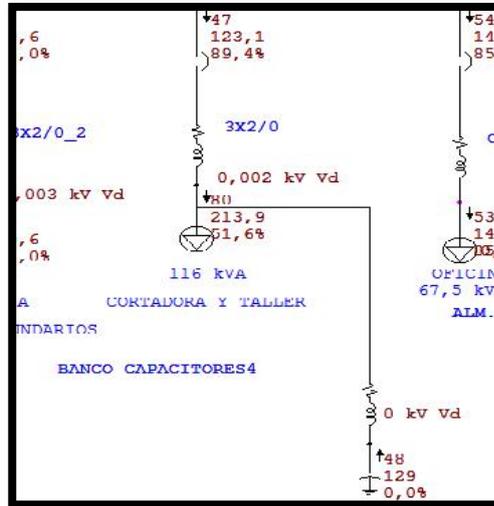
$$S_{t1} = (\sum 1 + \sum 2) * F * 1,02$$

$$S_{t1} = (326,16 + 162,76) * 0.80 * 1,02$$

$$S_{t1} = 398.96 \text{ kVA}$$

La empresa podría trabajar con factibilidad con el transformador de 500 kVA, pero por posibles expansiones de demanda de la empresa esta propuesto trabajar con el transformador de 750 kVA.

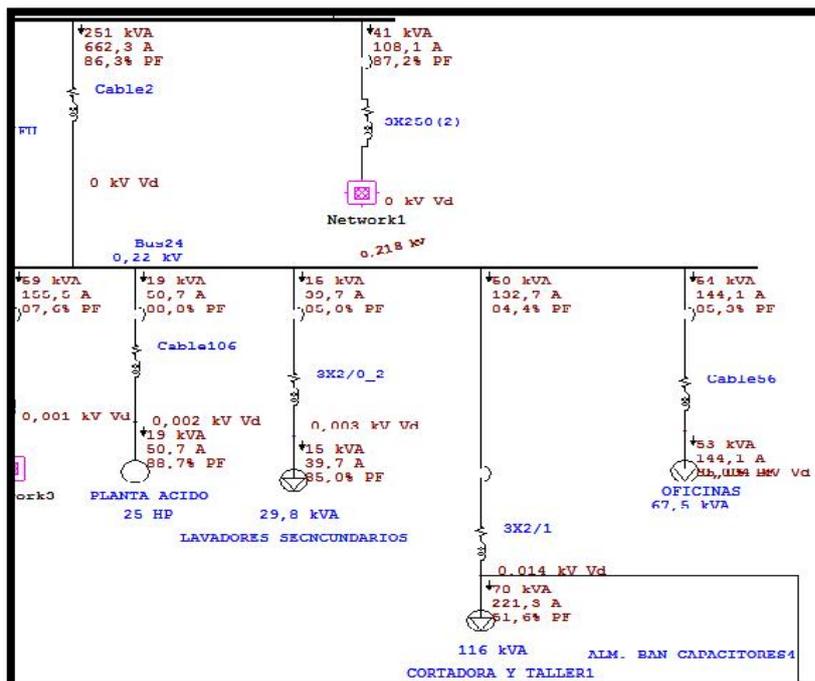
Figura 28 Condiciones del sistema con la propuesta



Fuente : ETAP 12.6.0

Para dar solución al bajo factor de potencia en el tablero secundario correspondiente a la alimentación cortadoras y taller mecánico se considera utilizar el segundo banco de capacitores que dispone la empresa en dos pasos paralelo a la carga se justifica aplicando la ecuación 13, mejorando el factor de potencia de 0,52 a 0,89, así también su alimentación de 0,79 a 0,87.

Figura 29 Condiciones del sistema con la propuesta.



Fuente : ETAP 12.6.0

Conductores sobrecargados

A continuación, se detallan los conductores sobrecargados que proporciono el flujo de potencia dispuesto en el software ETAP 12.6.0.

Tabla 14 Informe de conductores sobrecargados.

Circuito / Rama		Cable y Reactor		
		Ampacidad (Amp)	Carga Amp	%
ID	Tipo			
Comp. NH3	Cable	83,41	97,01	116,29
Cortd. y T. Mec	Cable	91,47	105,40	124,28
3X2/0 S1	Cable	99,28	14,82	14,93
3X2/0_2	Cable	99,28	83,27	83,88
3X4/0_	Cable	148,88	60,97	40,95
3X4/0_2	Cable	148,88	121,95	81,91
3X250(2)_	Cable	357,62	137,25	38,38
3X350	Cable	239,56	71,10	29,68
3X350_5m	Cable	239,56	121,94	50,90
ALIM. TRAFO 750	Cable	1437,34	1352,03	94,06
ALM. BAN CAPACITORES	Cable	479,11	192,16	40,11
Cable1	Cable	198,55	196,21	98,82
Tab. Sec 2-3	Cable	178,85	192,41	211,68
Cable9	Cable	99,28	18,91	19,05
Cable18	Cable	178,81	119,80	67,00
Cable19	Cable	99,28	17,80	17,93
Cable33	Cable	99,28	8,87	8,93
Tab. Sec 5	Cable	277,94	291,49	310,78
Ilum.	Cable	112,97	126,57	145,83
Cable56	Cable	239,56	182,56	76,21
Cable57	Cable	958,23	367,46	38,35
Cable58	Cable	718,67		
Cable59	Cable	718,67	367,46	51,13
Cable60	Cable	148,88	108,68	73,00
Cable61	Cable	148,88	105,45	70,83
Cable62	Cable	99,28	31,03	31,26
Cable64	Cable	99,28	94,05	94,73

Fuente : Reporte ETAP 12.6.0

Para el análisis de cargabilidad e los conductores se utilizo el Anexo 9 trabajando con la capacidad permisible de los conductores electricos tenemos:

1. En el conductor Comp. NH₃ que alimenta a las cargas de los compresores de amoniaco 1 y 2 si trabajara un compresor no habría problema de sobrecarga del conductor, pero cuando la empresa trabaja con los dos que casi no se da el flujo de potencia marca una sobrecarga en el cable de alimentación al Subtablero de los Compresores, por lo que se propone aumentar un conductor de las mismas características por fase, para dar solución a inconvenientes.

De acuerdo al anexo 9 para una corriente de 236,84 A se recomienda un conductor 300 MCM por costos se debe instalar una corrida más del conductor 1/0 por fase.

Considerando que cada corrida del cable 1/0 soporta 125 A.

2. La alimentación a las cargas de las cortadoras y Taller Mecánico Tiene un conductor 2/0 de configuración 2 con una corriente de diseño de 380,53 A. se recomienda una corrida de 750 MCM por costos se propone utilizar una corrida adicional con el conductor 2/0 sabiendo que cada corrida 2/0 soporta 145 A. de acuerdo al Anexo 9.

Entonces queda funcionando con tres corridas del cable 2/0 mejorando el porcentaje de caída de voltaje de 3,07% a 2,05%.

3. El cable de la alimentación al tablero secundario 2-3 dispone de un cable de 250MCM y tiene una corriente de diseño de 277,78 A. de acuerdo al anexo 9 es recomendable un conductor 350 MCM en este caso se consideró cambiar el calibre de conductor ya que si se envía otra corrida con las mismas características el Cable quedaría sub-cargado.

4. La alimentación del tablero secundario 5 tiene cable 4/0 con dos corridas y una corriente de diseño de 442,2 A. para esta corriente se recomienda una corrida de 1000 MCM. Debido a costos se propone una corrida más del cable 4/0 el cual soporta 195 A con lo cual queda operando para soportar una corriente de 585 A.

5. Para la alimentación al tablero de Iluminación dispone de una corrida con cable 3/0, la corriente de diseño es de 260,30 A, entonces es recomendable una corrida de 350 MCM por costos se Debe instalar una corrida más del cable 3/0 ya que cada corrida soporta 165 A.

Una vez realizadas estas propuestas los cables quedaron trabajando en óptimas condiciones evitando el efecto joule.

Tabla 15 Resumen del análisis de cargabilidad de los conductores.

Carga	Cable actual	Configuración # C/fase	In Diseño	Cable Recomendado	Cable Propuesto 1/C adicional	Dist. m
Compresores de Amoniaco	1/0	2	236,84	1/c 300 MCM	1/0	45
Cortadoras y Taller Mecánico	2/0	2	380,53	1/c 750 MCM	2/0	1080
Alimentación Tablero Secundario 2-3	250 MCM	1	277,78	1/c 300 MCM	350MCM	30
Alimentación al Tablero Secundario 5	4/0	2	442,2	1/c1000 MCM	4/0	15
Iluminación T500	3/0	1	260,30	1/c 350 MCM	3/0	180

Elaborado por : Postulante

Potencia perdida en los conductores

Un conductor al tener circulación de corriente, produce una pérdida de potencia, que es igual al producto de su resistencia por el cuadrado de la intensidad de corriente que circula por él para determinar dichas pérdidas se calcula mediante la **ecuación 16**.

Pérdida de potencia en el Cable de los Compresores de amoniaco 1y 2.

$$P_p 3x1/0_1 = 0,12 * 83,41^2$$

$$P_p 3x1/0_1 = 0,83 K$$

Pérdida de potencia en el cable de alimentación a la carga de cortadoras y taller mecánico.

$$P_p 3x2/0_2 = 0,10 * 91,47^2$$

$$P_p 3x2/0_2 = 0,84 K$$

Pérdida de potencia en el cable de alimentación a los tableros secundarios 2 y 3

$$P_p 3x2 = 0,052 * 178,85^2$$

$$P_p 3x2 = 1,66 K$$

Pérdida de potencia en el cable de alimentación al Tablero Secundario 5.

$$P_p 3x4/0_2 = 0,062 * 277,94^2$$

$$P_p 3x4/0_2 = 4,79 KW$$

Pérdida de potencia en el cable de alimentación a la carga de Iluminación.

$$P_p 3x3/0 = 0,077 * 112,97^2$$

$$P_p 3x3/0 = 0,98 KW$$

Una vez solucionado todos los déficits del sistema eléctrico tanto en caídas de voltaje, sobrecalentamiento de conductores y compensación del factor de potencia se tiene la **Tabla 16** de resultados con el sistema propuesto operando en condiciones aceptables.

Tabla 16 Informe de resultados de la propuesta

INDUSTRIA PRODEGEL												
1	6	11	13		21	22	23	25	35	36	55	71
ROUTING					CALCULUS				CABLE			
TAG CABLE	(Reco rrido del cable	Fp. [%]	kW	Dist anci a (m)	I nom. Dise ño [A]	Rac [/kft]	XL [/kft]	DVP P nom .[%]	SIZ E	Numb er	CAB LE TIPO	TAG
BARRA TMPG												
TRAFO750												
BUS 15 Y 16												
COMPRESOR AMONIACO	AIR	87%	61,56	15,0	236,84	0,1200	0,0440	0,46%	1/0	2	THH N	1-2/C # 1/0 THHN + GND
BUS 24												
LAVADORES SECUNDARIOS	TR	85%	24,82	250,1	97,76	0,1000	0,0430	2,72%	2/0	2	THH N	1-2/C # 2/0 THHN + GND
CONTADORA Y TALLER	TR	89%	101,18	360,1	380,53	0,1000	0,0430	2,05%	2/0	3	THH N	1-3/C # 2/0 THHN + GND
BUS 43												
TABLERO SECUNDARIO 2-3	TR	88%	57,83	10,0	219,99	0,0440	0,0410	0,26%	300	1	THH N	1-1/C # 300 THHN + GND
TRAFO 500KVA												
BUS 73												
ALIM. TABLERO SECUNDARIO 5	TR	85%	112,29	5,0	442,20	0,0620	0,0410	0,11%	4/0	3	THH N	1-3/C # 4/0 THHN + GND
BUS 91												
ILUMINACIÓN	TR	87%	58,40	60,0	260,30	0,0770	0,0420	1,41%	3/0	2	MC	2-1/C # 3/0 MC + GND

Elaborado por : postulante

12. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS):

IMPACTO TÉCNICO

Las caídas de voltaje, cargabilidad en conductores, transformador y bajo factor de potencia. Requieren un estudio detallado para determinar los límites permitidos en base a las regulaciones, el censo de carga y datos del analizador Fluke permite obtener un diagnóstico total de la empresa en la parte técnica.

- Se mejora la calidad y continuidad del servicio eléctrico.
- Reducción de pérdidas Técnicas en un 44 %
- Permitirá el crecimiento industrial ya que el transformador esta con una cargabilidad del 65%

IMPACTO SOCIAL

Pasado los tres años la empresa tendrá un ingreso extra de 616,57 dólares cada mes del cual podría utilizarse para mejorar las dependencias de la fábrica creando un lugar de trabajo confortable para el personal de PRODEGEL S.A.

IMPACTO ECONÓMICO

El impacto económico de este proyecto se refleja en los porcentajes de caída de voltaje, cargabilidad y el bajo factor de potencia que se tiene en la carga del área cortadoras y taller mecánico, al existir este tipo de problema se refleja en la parte económica de la empresa, con el cambio del calibre de los conductores, la inclusión de un banco de capacitores y cambio del TAP del Transformador mejoran estos problemas.

- La Propuesta proporciona un ahorro de 616,57 dólares cada mes.
- La inversión de 13.613,82 dólares una vez realizada la propuesta se recuperará en tres años.

ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

Tabla 17 Análisis Beneficio Costo

ANÁLISIS BENEFICIO COSTO			
Tasa	0,0814		
AÑO	Ingresos	Egresos	Flujo de efectivo
0	0	13.613,82	-13.613,82
1	7398,89	0,00	7.398,89
2	7398,89	0,00	7.398,89
3	7398,89	0,00	7.398,89
Ingresos Actualizados =	19.019,58 \$		
Egresos Actualizados	13.613,82 \$		
RB/c =	1,397078876		
VNA=	5.405,76 \$		
TIR =	29%		

Elaborado por: Postulante

En la **Tabla 17** se presenta el análisis beneficio costo con respecto a la propuesta tiene una inversión de 13.613,82 dólares que es el total del presupuesto para el desarrollo de la propuesta representado en la **Tabla 19** lo que se debe recuperar en un tiempo determinado, en el estudio que he realizado esta inversión se recupera en tres años.

Tenemos un ahorro anual de 7398,89 dólares que resulta de la diferencia del consumo de energía en Kwh por el precio de la energía tomado del **Anexo 32** establecido por el ARCONEL para un cliente industrial el precio es de 0.093 centavos por cada kwh. y por las pérdidas internas del transformador.

En el **Anexo 21** indica que, si la relación beneficio costo RB/C es mayor que uno el proyecto es rentable, y si es menor que uno el proyecto no se debe llevar a cabo el este caso el proyecto es rentable ya que la relación RB/C es igual a 1,39, tenemos un ingreso de 19.019,58 dólares y un egreso de 13.613,82 dólares la diferencia de estos valores me da un valor agregado neto de 5.405,76 dólares y una tasa interna de retorno del 29 % teniendo en cuenta una tasa de interés del 8,14%.

13. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 18 Descripción de precios unitarios

PROYECTO:	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN INDUSTRIAL PRODEGEL			
CÓDIGO:	ELE.1.0			
DESCRIPCIÓN:	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL CON CELDA DE REMONTE			
DESCRIPCIÓN EQUIPO Y HERRAMIENTA	CANTIDAD (A)	TAR./HOR. (B)	REND.(h/u) (C)	TOTAL COSTO D = A*B*C
Herramienta menor	1,00	0,50	1,00	0,50
Taladro	1,00	0,62	1,00	0,62
Brocas	2,00	0,10	1,00	0,20
Llaves	1,00	0,20	1,00	0,20
Escalera	1,00	0,50	1,00	0,50
Andamios	1,00	1,50	1,00	1,50
DESCRIPCIÓN MATERIALES	UNIDAD (D)	CANTIDAD (A)	PRECIO U. (B)	TOTAL COSTO C = A*B
CELDA MODULAR COMPACTA EN SF6 CON PROTECCION FISIBLE, 24 KV, 20 KA, BIL 125KV, EXTENSIBLE 2 LADOS	u	1,00	3.835,00	3.835,00
FUSIBLE 80 A	u	3,00	172,50	517,50
ELBOW CONECTOR PARA CABLE AISLADO 25KV	u	3,00	123,80	371,40
FUSIBLE DE REPUESTO 80 A	u	1,00	3,57	3,57
FUSIBLE DE REPUESTO 25 A	u	1,00	3,57	3,57
SECCIONADOR PORTAFUSIBLE CON ROMPE ARCO DE 200 A 15 KV.	u	3,00	218,50	655,50
TERMINAL DE COBRE ALUMINIO DOBLE TIPO L 350 MCM	u	10,00	3,37	33,70
LOTE DE MATERIAL MENUDO	u	1,00	230,00	230,00
TERMINAL TALON 500 MCM (4/0AWG)	u	8,00	6,74	53,92
TG-2 220V Tablero general de distribución trifásico de 1000 KW a 440V con seccionador principal, barra de puesta y conexión para banco de condensadores que contiene lo siguiente:	u	1,00	2.635,00	2.635,00
DESCRIPCIÓN MANO DE OBRA	CANTIDAD (A)	S.R.H. (B)	REND.(h/u) (C)	TOTAL COSTO D = A*B*C
Ayudante de electricista	1,00	3,01	1,00	3,01
Electricista	1,00	3,05	1,00	3,05
Inspector de Obra	1,00	3,38	1,00	3,38
Peón	1,00	3,01	1,00	3,01
CÓDIGO:	ELE.1.1			
DESCRIPCIÓN:	ALIMENTADOR DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CON LA NUEVA CARGA			
DESCRIPCIÓN MATERIALES	UNIDAD (D)	CANTIDAD (A)	PRECIO U. (B)	TOTAL COSTO C = A*B
500 MCM (XLPE 450/750 V) TTU	m	10,00	32,80	328,00
CABLE COBRE # 2 DESNUDO	m	1,00	4,03	4,03
CABLE #1/0 AWG 19HILOS THHN	m	45,00	5,45	245,25
CABLE #2/0 AWG 19HILOS THHN	m	108,00	6,72	725,76
CABLE #3/0 AWG 19HILOS THHN	m	180,00	8,51	1.531,80
CABLE #4/0 AWG 19HILOS THHN	m	15,00	13,50	202,50
CABLE 300MCM TTU	m	30,00	21,70	651,00

Elaborado por: Postulante

Tabla 19 Presupuesto para la propuesta del proyecto.

PRESUPUESTO						
		DISEÑO DE LA INSTALACION INDUSTRIAL PRODEGEL				
		PROYECTISTA:				
		29 de mayo de 2017				
No.	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD TOTAL	P. UNITARIO	P. TOTAL
TABLEROS						
1	ELE.1.0	TABlero DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL CON CELDA DE REMONTE	u	1,00	9.441,30	9.441,30
ALIMENTADORES						
2	ELE.1.1	ALIMENTADOR DEL TABLERO DE DISTRIBUCIÓN CON LA NUEVA CARGA	m	1,00	4.172,52	4.172,52
TOTAL						\$ 13.613,82
SON: TRECE MIL SEISCIENTOS TRECE DOLARES CON 82/100						

Elaborado por: Postulante

El costo total del proyecto está considerado en base a los requerimientos que se aplicaron en el estudio del sistema eléctrico en la planta productora de gelatina ecuatoriana **PRODEGEL S.A.**

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

- Una vez realizado el Censo de Carga en la empresa se encontró con cargas nuevas y repotenciadas en una de las áreas de producción de la empresa denominada Zona Seca, conductores en algunos tableros que estaban en mal estado y causan pérdidas por efecto joule lo cual se justificó con la ecuación 16 que describe la fórmula de cálculo de las pérdidas de potencia en los cables eléctricos posteriormente se procedió a la simulación del flujo de potencia en el Software ETAP 12.6.0 y se determinó que los transformadores están Subcargados al trabajar con una cargabilidad menor al 50% de su capacidad en ambos casos.
- El análisis del sistema eléctrico de las principales magnitudes de energía en la fábrica permite ver la capacidad necesaria del transformador para abastecer con la carga

conectada al mismo adicionando la actualización del esquema unifilar de la Zona Seca podemos ver que el sistema no trabaja en óptimas condiciones y requiere de un mantenimiento para mejorar su operación.

- En el flujo de potencia mediante el Software (ETAP 12.6) se observa las diferentes variables eléctricas como las caídas de voltaje, cargabilidad del transformador y factor de potencia cuando se analizó el sistema sin banco de capacitores el factor de potencia estaba en un 0.87 con lo que sería penalizada por el bajo factor de potencia entonces se conectó los bancos de capacitores variable con el que cuenta la fábrica con una configuración de 2 pasos de 25 kVAR cada uno para el análisis se consideró una compensación global con el banco de capacitores conectado en la cabecera de la instalación y asegura la compensación del conjunto de la instalación. Está permanentemente en servicio durante la marcha normal de la fábrica.
- Se planteó una evaluación técnica con los datos del análisis del sistema eléctrico de la fábrica sabiendo que la compensación ideal es la que permite producir energía reactiva en el lugar mismo donde se consume y en una cantidad que se ajusta a la demanda. Para la propuesta técnica se considera movilizar la carga del transformador de 500 KVA al Transformador de 750 KVA quedando el primero en reserva para un crecimiento futuro de la demanda con una compensación global mediante un banco de capacitores en dos pasos de 25 KVAR cada uno, adicional el cambio del TAP del transformador a la primera etapa en el secundario para mejorar el nivel de voltaje en el sistema.
- Los porcentajes de caídas de voltaje del tablero principal a las cargas se encuentran dentro de los límites establecidos según la NEC 3%, el valor máximo de caída de voltaje se encuentra en 2.71% para cortadoras y taller mecánico, 2.72% para los lavadores secundarios y 2.83% para la alimentación de Iluminación.

RECOMENDACIONES:

- En vista de que los transformadores tanto de 750 KVA como el de 500 KVA se encuentran sub cargados se puede aducir mediante fuentes de información de estudios que los transformadores que operen bajo estas condiciones son propensos a tener

pérdidas en las propiedades del cobre en lo que a las bobinas de los transformadores se refiere para lo cual mi propuesta técnica está enfocada a trasladar la carga del transformador de 500 KVA hacia el transformador de 750 KVA, con esta acción mejora el desempeño del transformador quedando con una carga de 488,92 kVA lo cual daría un factor de utilización del transformador de 0,65%

- La localización de los Bancos de Condensadores en una red eléctrica constituye lo que se denomina el modo de compensación es así que la compensación de una instalación puede realizarse de forma global, parcial, o local. Para el proyecto Se aplicó la compensación global, pero se recomienda una compensación local para un mayor desempeño del sistema el inconveniente es que esto incide en una gran inversión y recuperación de la misma en un tiempo demasiado prolongado.
- En caso de existir una variación superior a $\pm 8\%$ con relación al voltaje secundario del transformador, lo recomendable es subir, o a su vez bajar la posición del TAP del transformador.

15. BIBLIOGRAFÍA

ARCONEL. (1 de Enero-Diciembre de 2016). *AGENCIA*. Recuperado el 2 de Enero de 2017, de control y Regulacion de Electricidad: www.arconel.com

Barrera, V y Martínez, G (1990) Texto Optimización del consumo de energía Eléctrica aplicado a la fábrica (Ed.1ra) Editorial Don Bosco Cuenca- Ecuador (P.79).

Bastidas, C (2009) El Sistema Eléctrico (Ed.2da) Editorial Don Bosco Cuenca-Ecuador (p.78).

Campo, E (2010) Elaboración de proyectos (Ed.2da) Editorial Libro Centro Quito- Ecuador (p.34-67).

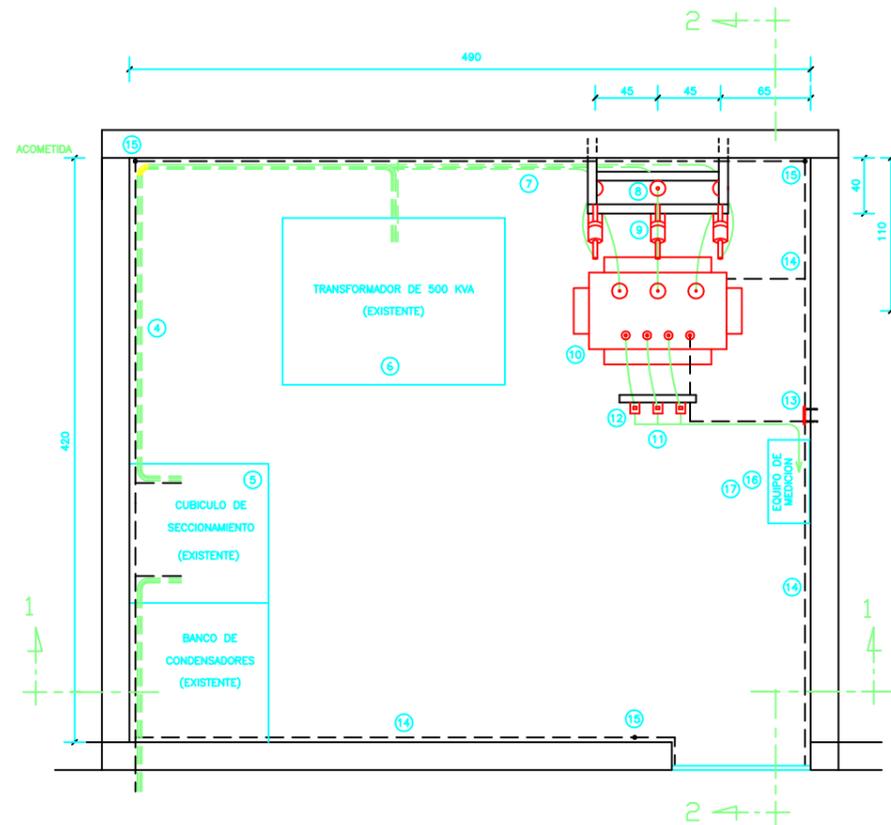
Capella, R (2000) Texto Factor de Potencia 8Ed. 1ra) Editorial Publicaciones Schneider Madrid España (pp.34-41).

Costales, L (2009) Texto Fuentes de Energía (Ed.2da) Editorial el Captús Distrito Federal de México (p.48).

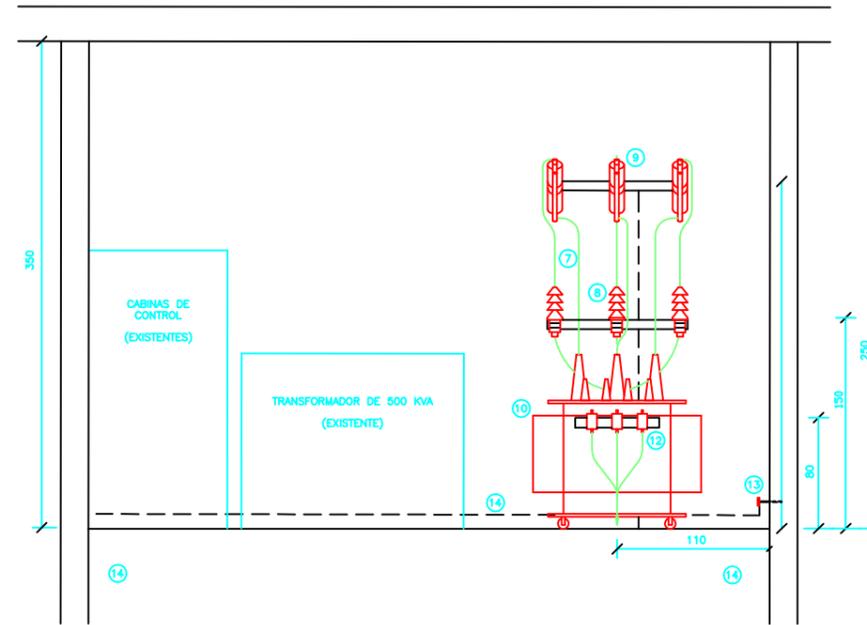
- Domínguez (2012) El Tablero Eléctrico (Ed.3ra) Editorial Libro Centro Quito- Ecuador (p.145).
- Energy efficiency guide for industry in Asia Unep Thermal energy equipment (2006) Texto Furnaces and Refractories (Ed.2da) Editorial United Nations (pp.92-93).
- Fernández, G (2011) Tipos de instalaciones Eléctricas (Ed.2da) Editorial La Pampa Buenos Aires Argentina (p.34).
- Gavilánez, F (2011) Texto Fuentes Eléctricas (Ed.2da) Editorial Freire Riobamba –Ecuador (P.45).
- Gutiérrez, H (2011) libro Energía Eléctrica (Ed.1ra) Editorial Raíces Quito- Ecuador (p.56).
- Herrera, L (2010) Texto tutorías de la Investigación Científica (Ed.2da) Editorial Raíces Quito- Ecuador (pp. 24-45).
- IDAE, (2007). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Plan de Acción, Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en (Ed.2da) Editorial El libro España (p.156).
- IEEE (1996) Texto Recomendad Practica for Energy Management in Industrial and Commercial Facilities, (Ed.1ra) Editorial Std. (P. 739).
- INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACION Y AHORRO DE LA ENERGIA (IDAE) (2003) Texto “Guía Práctica de la Energía. Consumo Eficiente y Responsable (Ed.2da) Editorial Grupo Mundo Prensa, Madrid- España (p.229).
- Olade. (2012) Texto eficiencia económica energética del sector privado elemento central para la recuperación del sector eléctrico (Ed.2da) Editorial Raíces Quito- Ecuador (pp.67-68).
- Urdaneta, H (2009) Texto El sistema eléctrica (Ed.1ra) Editorial Fénix Bogotá Colombia (p.78).

ANEXOS

Anexo 22: Cámara de Transformación Existente

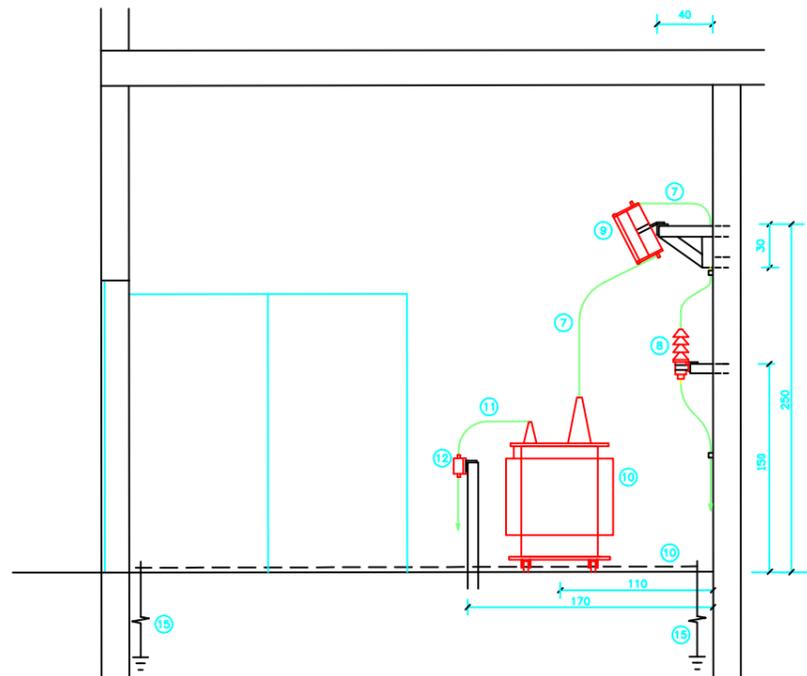


PLANTA
ESCALA 1 = 25

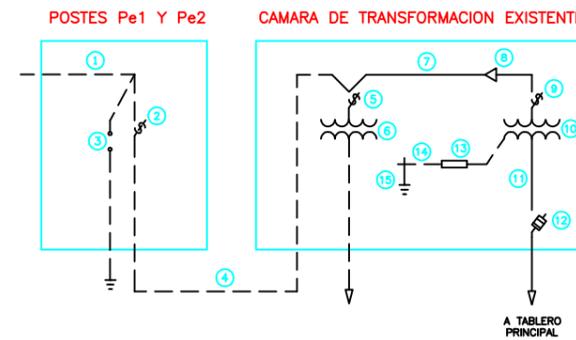


CORTE 1-1
ESCALA 1 = 25

PARAMETROS DE DISEÑO		MAGNITUD DEL PROYECTO			
DIR (KV)	302.32	TIPO DE RED	SUBTERRANEA		POSTES
DMU (KV)	248.0	POTENCIA INSTALADA (KVA)	500 (EXISTENTE)	+	300
DMUp (KVA)	310	LONGITUD TOTAL (m)	22		11.5/350
USUARIOS	1	ABLAJOS (AWG) - LONGITUD (m)	4/0 TTU 2 XLPE	72	36
		TOTAL (KVA)	800	LONGITUD TOTAL (m)	108



CORTE 2-2
ESCALA 1 = 25

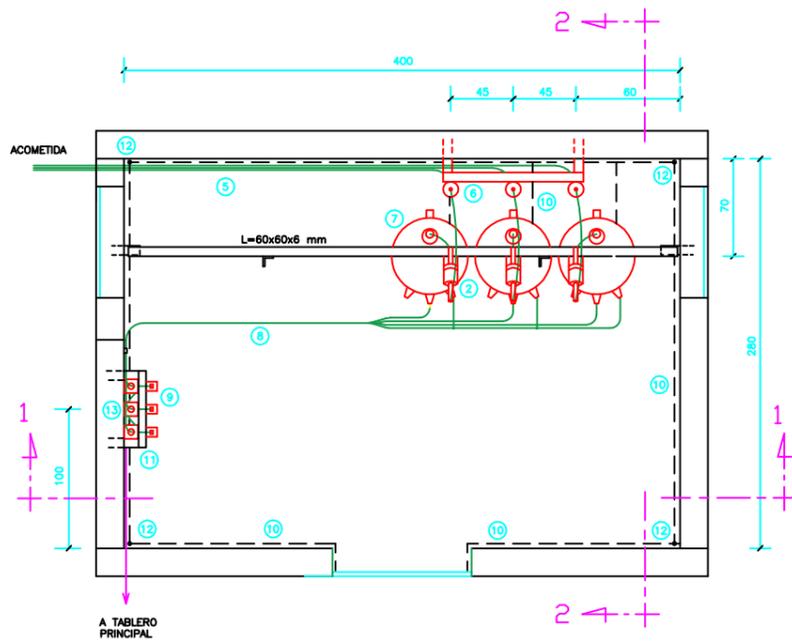


LEYENDA

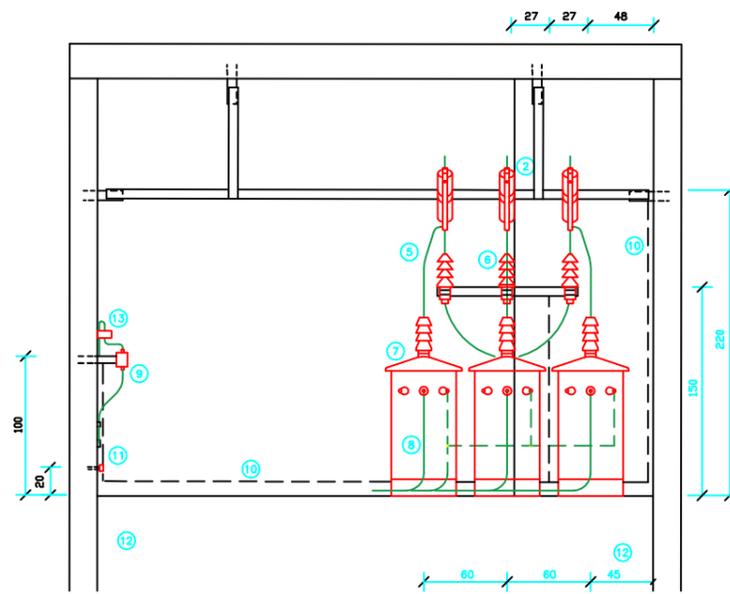
- ① RED AEREA A 13.8 KV EXISTENTE
- ② SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR EXISTENTE, FUSIBLES A REEMPLAZARSE POR 40 A
- ③ PROTECTOR DE SOBRETENSION EXISTENTE
- ④ CABLE MONOPOLAR DE COBRE #2 AWG, PARA 15 KV EXISTENTE
- ⑤ SECCIONADOR TRIPOLAR EXISTENTE, FUSIBLES A REEMPLAZARSE POR 40 A
- ⑥ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION DE 500 KVA EXISTENTE
- ⑦ CABLE MONOPOLAR DE COBRE #2 AWG, AISLAMIENTO XLPE PARA 15 KV
- ⑧ TERMINAL DE CABLE UNIPOLAR PARA INTERIOR, AISLADO PARA 15 KV
- ⑨ SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR, 15 KV - 100 A, TIRAFUSIBLE DE 15 A "K"
- ⑩ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, TRIFASICO DE 300 KVA, 13800-208/120 V
- ⑪ CONDUCTOR UNIPOLAR DE COBRE 4x4/0 AWG AISLAMIENTO TTU PARA 2 KV POR FASE, MAS 2x4/0 AWG DESNUDO PARA EL NEUTRO
- ⑫ BASE PORTAFUSIBLE PARA BAJA TENSION 500 V - 1000 A, CARTUCHO DE 630 A "NH"
- ⑬ BARRA DE COBRE PARA NEUTRO
- ⑭ CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO #2 AWG PARA PUESTA A TIERRA
- ⑮ VARILLA DE COPPERWELD

AutoCAD	Nombre:	Fecha:	Firma:	 productora de gelatina ecuatoriana s. a.
Dibujado:	Byron Fiallos	2016/12/20		
Disenado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20		
Revisado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20		
Escala:	Conjunto:	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN EXISTENTE		PLANO N° 1
1:1	Despiese:	SISTEMA ELECTRIC DE LA PLANTA		Medidas m
				Peso

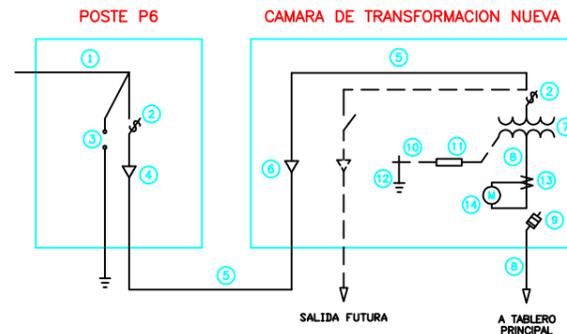
Anexo 23: Cámara de Transformación Nueva



PLANTA
ESCALA 1 = 25

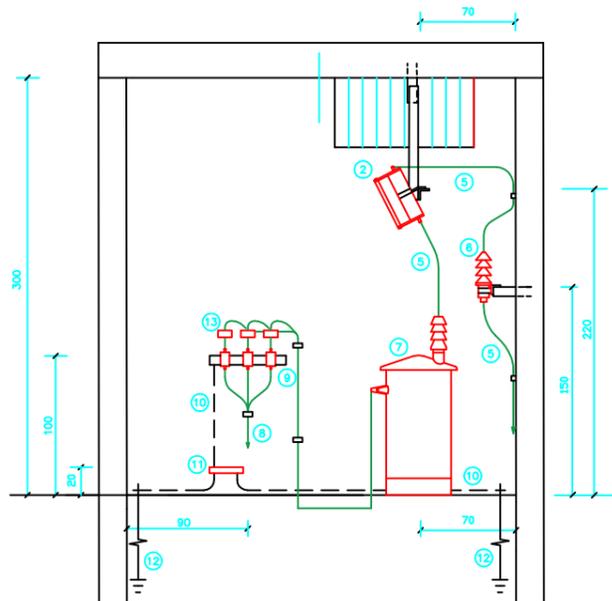


CORTE 1-1
ESCALA 1 = 25



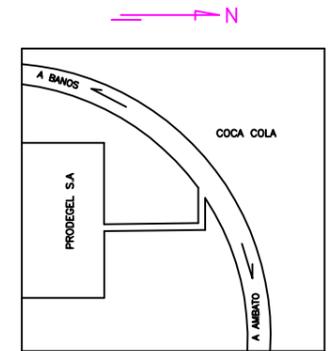
LEYENDA

- ① RED AEREA A 13.8 KV, A INSTALARSE
- ② SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR, 15 KV - 100 A, TIRAFUSIBLE DE 12 A "K"
- ③ PROTECTOR DE SOBRETENSION PARA 10 KV
- ④ TERMINAL DE CABLE UNIPOLAR PARA EXTERIOR, AISLADO PARA 15 KV
- ⑤ CABLE MONOPOLAR DE COBRE #2 AWG, AISLAMIENTO XLPE PARA 15 KV
- ⑥ TERMINAL DE CABLE UNIPOLAR PARA INTERIOR, AISLADO PARA 15 KV
- ⑦ TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCION, MONOFASICO DE 75 KVA, 13.8/7.9 KV - 240/120 V
- ⑧ CONDUCTOR UNIPOLAR DE COBRE, 4x#3/0 AWG AISLAMIENTO TTU PARA 2 KV POR FASE, MAS 2x#3/0 AWG DESNUDO PARA EL NEUTRO
- ⑨ BASE PORTAFUSIBLE PARA BAJA TENSION 500 V - 630 A, CARTUCHO DE 500 A "NH"
- ⑩ CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO #2 AWG PARA PUESTA A TIERRA
- ⑪ BARRA DE COBRE PARA NEUTRO
- ⑫ VARILLA DE COPPERWELD
- ⑬ TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD, 700/5 A, 15 VA, CLASE 0.5
- ⑭ MEDIDOR DE ENERGIA

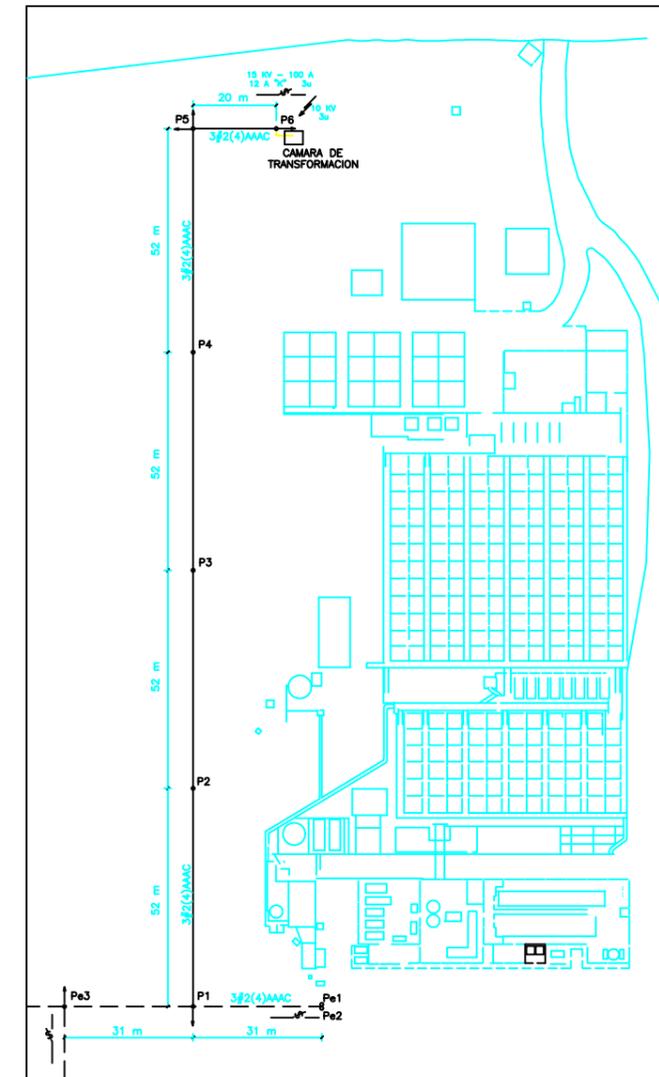


ESCALA 1 = 25
CORTE 2-2

PARAMETROS DE DISEÑO	MAGNITUD DEL PROYECTO		
	TIPO DE RED	LONGITUD DE CONDUCTORES	POSTES
DIR (KV)	AEREA	DESNUDOS (AWG) - LONGITUD (m)	TIPO h
130.50		2 Cu 3/0 Cu4 AAAC 2 AAAC	11.5/500
DMU (KV)	POTENCIA	35 11 230 690	3
101.12	INSTALADA (KVA)		
DMUp (KVA)	3x75	LONGITUD TOTAL: 966 m	11.5/350
126.40		AISLADOS (AWG) - LONGITUD (m)	3
USUARIOS	3/0 TTU 2 XLPE	72 60	
1	TOTAL: 225 KVA	LONGITUD TOTAL: 132 m	TOTAL: 8



UBICACION
(SIN ESCALA)

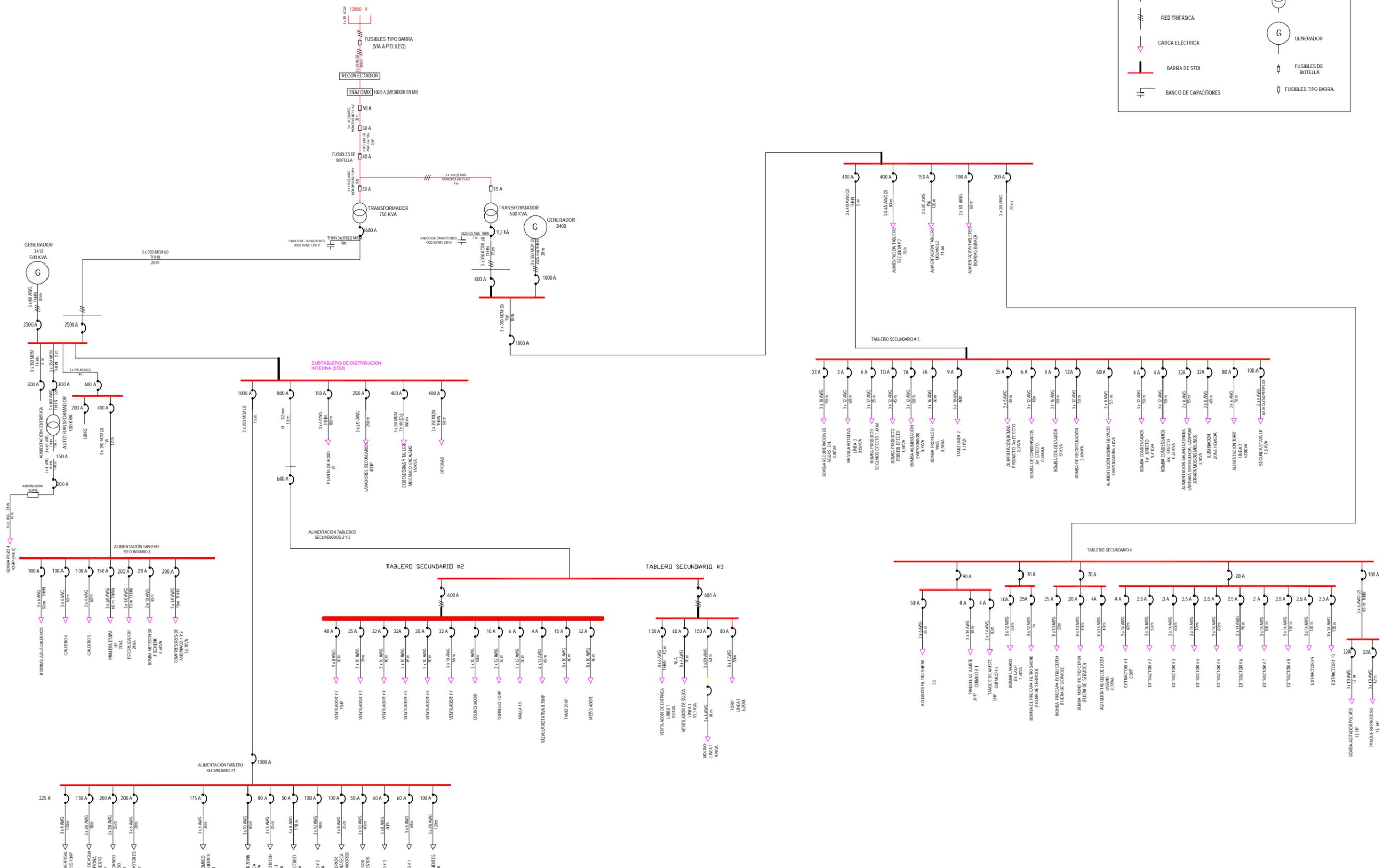
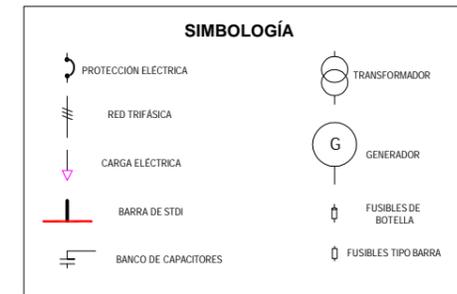


IMPLANTACION

AutoCAD	Nombre:	Fecha:	Firma:
Dibujado:	Byron Fiallos	2016/12/20	
Diseñado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20	
Revisado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20	
Escala:	Conjunto:	PLANO N° 1	
1:1	CÁMARA DE TRANSFORMACIÓN NUEVA	Medidas	m
	Despíese:	Peso	
	SISTEMA ELECTRICO DE LA PLANTA		



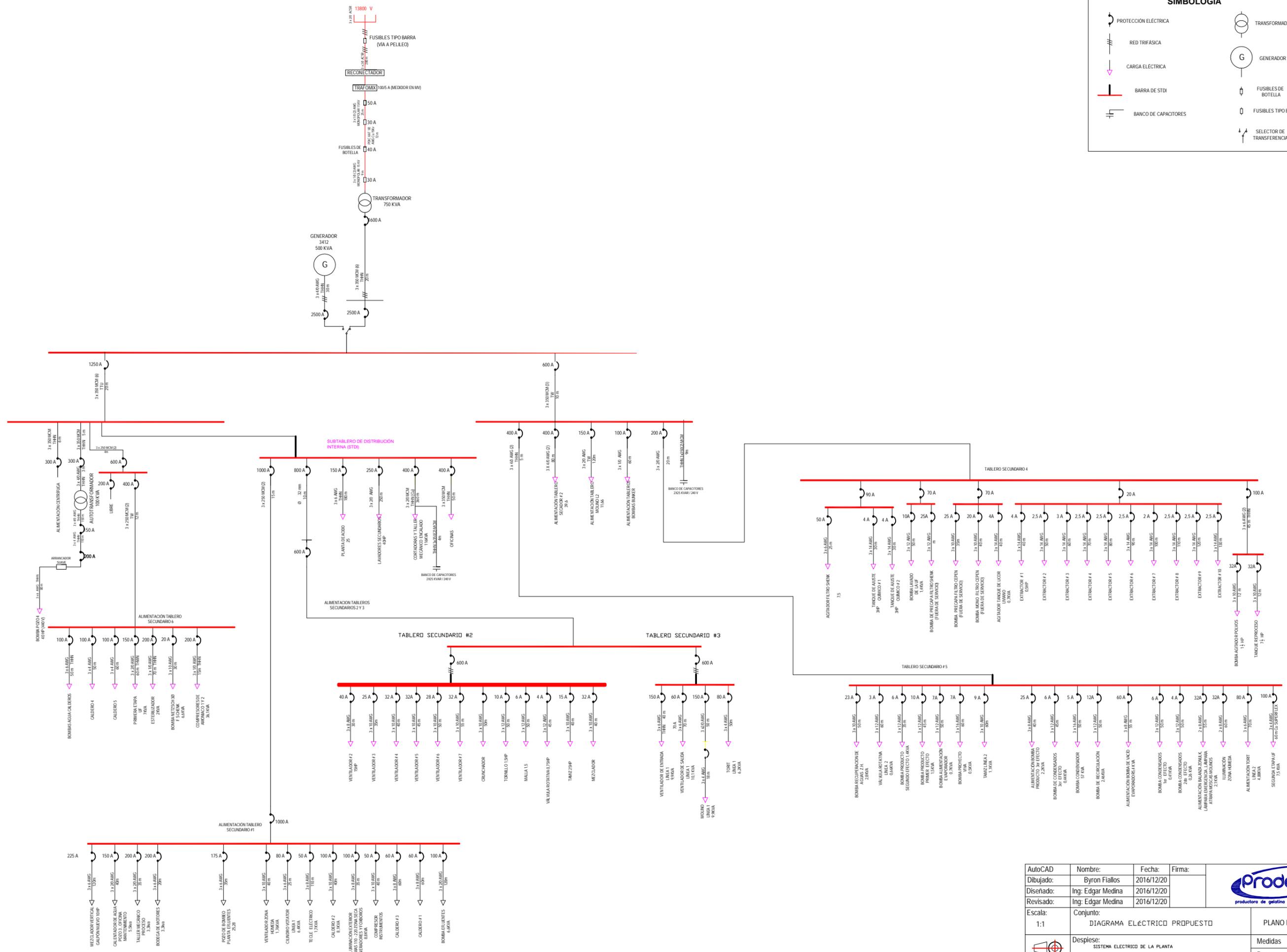
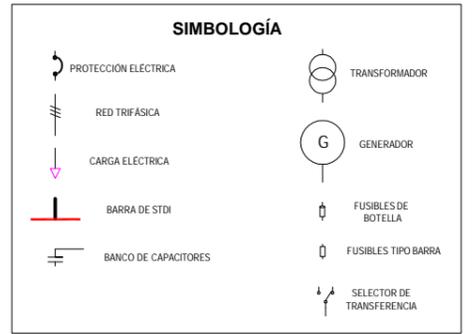
Anexo 24: Diagrama Eléctrico Actual de la fabrica PRODEGEL S.A.



AutoCAD	Nombre:	Fecha:	Firma:
Dibujado:	Byron Fiallos	2016/12/20	
Diseñado:	Ing: Edgar Medina	2016/12/20	
Revisado:	Ing: Edgar Medina	2016/12/20	
Escala:	Conjunto:	DIAGRAMA ELÉCTRICO ACTUAL	
1:1	Despise:	SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA	
		PLANO N°-3	
		Medidas	m
		Peso	



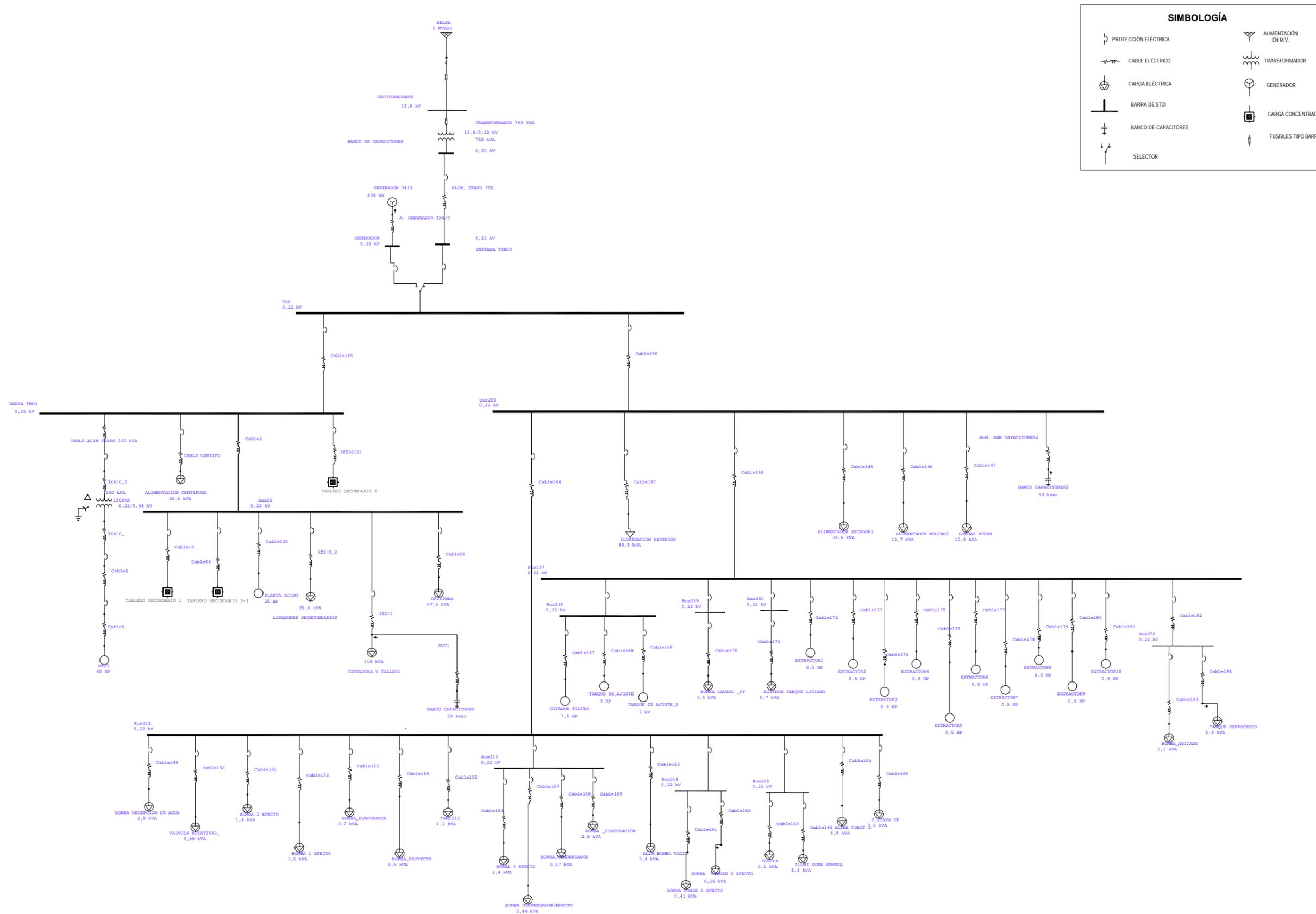
Anexo 25: Diagrama Eléctrico Propuesto



AutoCAD	Nombre:	Fecha:	Firma:
Dibujado:	Byron Fiallos	2016/12/20	
Diseñado:	Ing: Edgar Medina	2016/12/20	
Revisado:	Ing: Edgar Medina	2016/12/20	
Escala:	Conjunto: DIAGRAMA ELÉCTRICO PROPUESTO		PLANO N°: 4
1:1	Despues: SISTEMA ELECTRICO DE LA PLANTA		Medidas m
			Peso



Anexo 26: Diagrama Eléctrico Propuesto descargado del ETAP 12.6.0 ,(Norma ANSI).

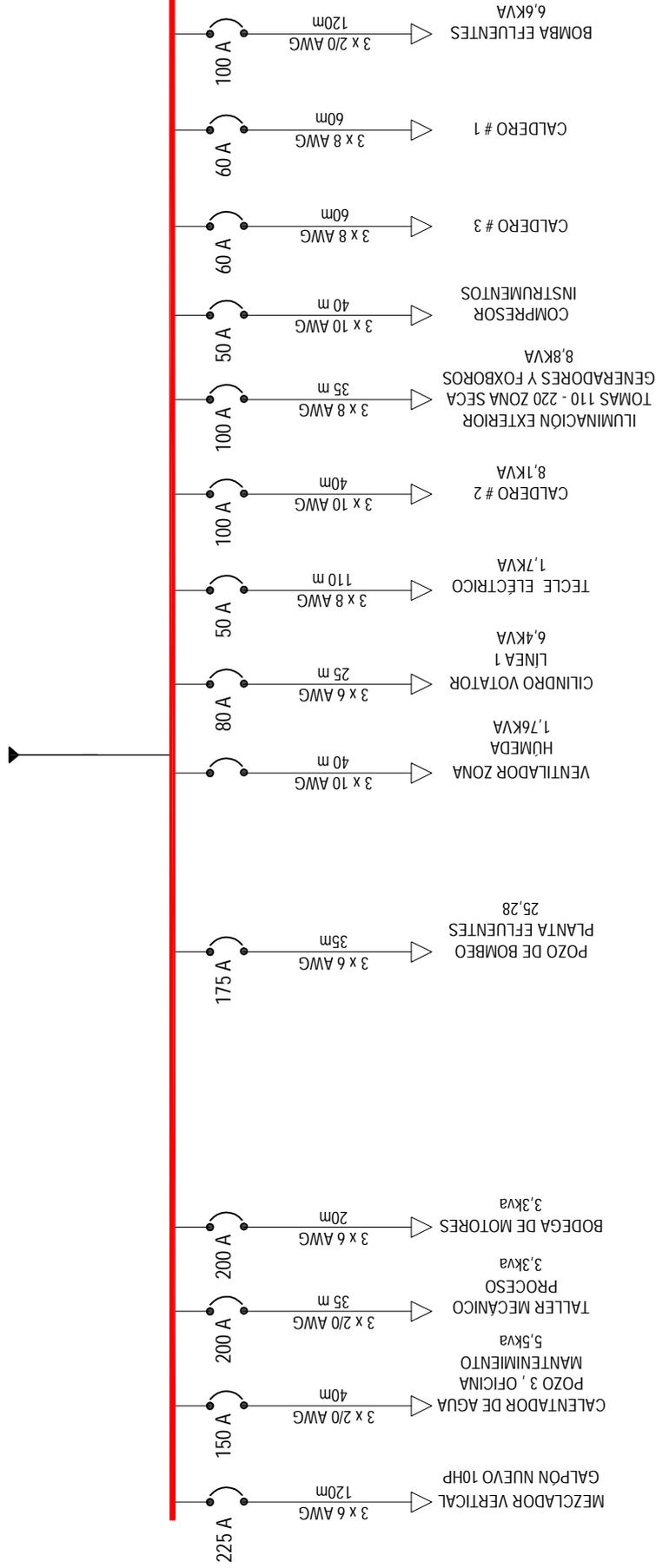


SIMBOLOGÍA	
	PROTECCION ELECTRICA
	CABLE ELECTRICO
	CARGA ELECTRICA
	BARRA DE STDI
	BANCO DE CAPACITORES
	SELECTOR
	ALIMENTACION EN M.V.
	TRANSFORMADOR
	GENERADOR
	CARGA CONCENTRADA
	FUSIBLES TIPO BARRA

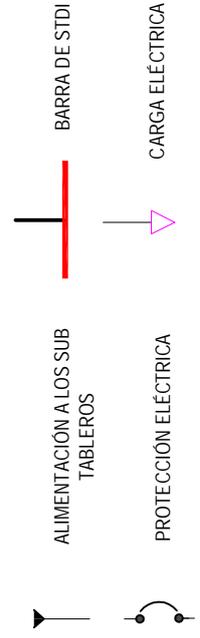
AutoCAD	Nombre:	Fecha:	Firma:	 productores de gelatina ecuatoriana s. a.
Dibujado:	Byron Fiallos	2016/12/20		
Diseñado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20		
Revisado:	Ing. Edgar Medina	2016/12/20		
Escala:	Conjunto: DIAGRAMA ELÉCTRICO PROPUESTO ETAP 12.6.0			PLANO N°. 4.1
	Despiece: SISTEMA ELECTRICO DE LA PLANTA			Medidas m
				Peso

Anexo 27: Diagrama Unifilar Tablero Secundario 1

TABLERO SECUNDARIO 1



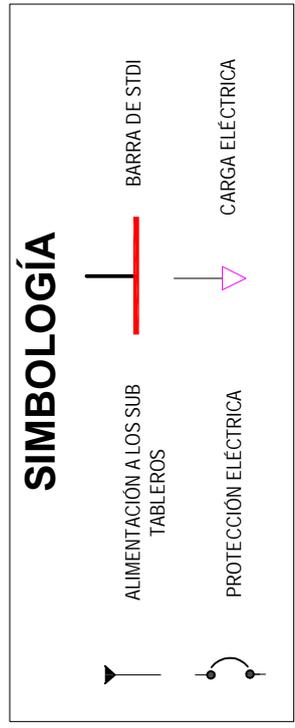
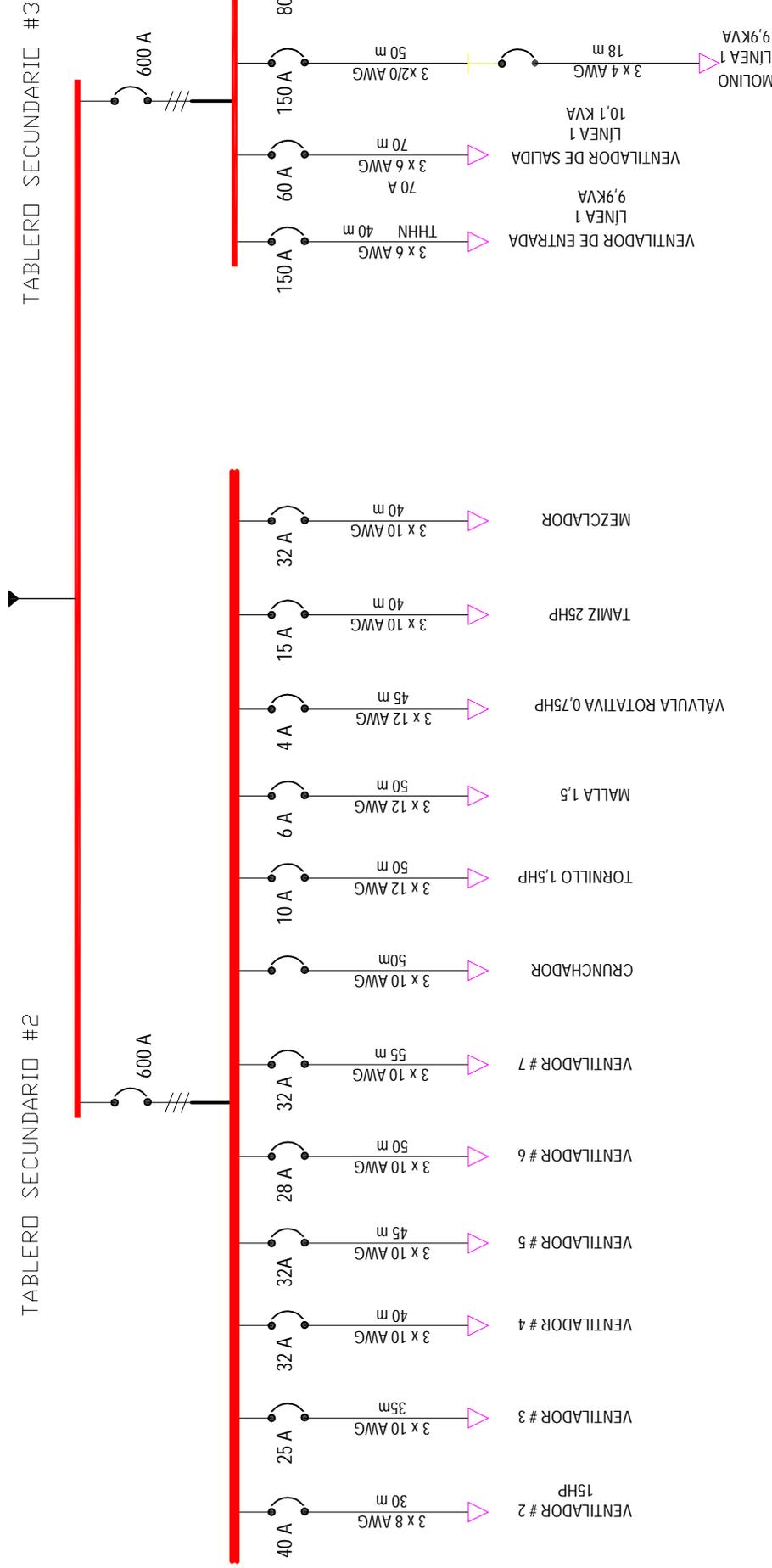
SIMBOLOGÍA



UBICACIÓN: AMBATO	PROYECTO: INDUSTRIA PRODEGEL
CLAVE CATASTRAL:	CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SECUNDARIO # 1
ESCALA: 1:1	PROPIETARIO: INDUSTRIA PRODEGEL
FECHA: JUNIO 2017	ING.: BYRON FIALLOS SENESCYT
LÁMINA: 5	

Anexo 28: Diagrama Unifilar Tablero Secundario 2-3

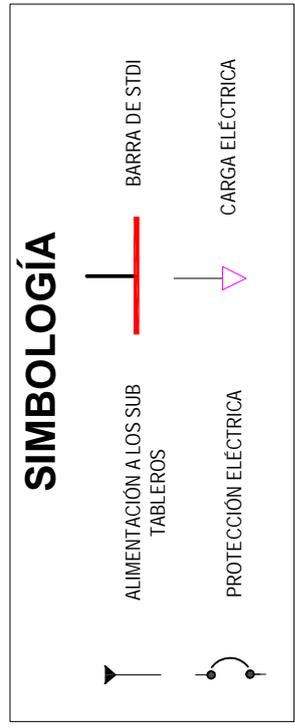
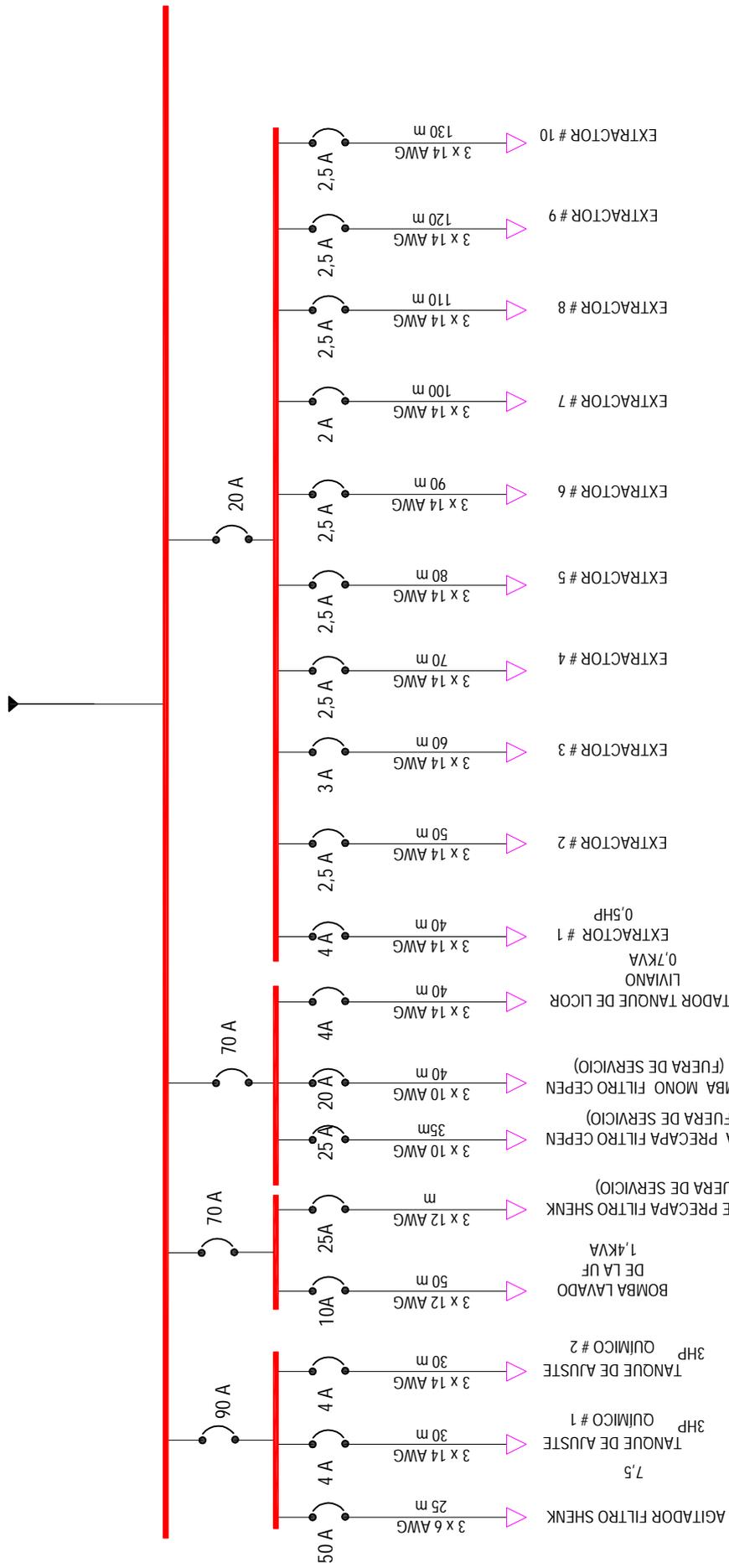
TABLERO SECUNDARIO 2 - 3



PROYECTO:	INDUSTRIA PRODEGEL
CONTIENE:	DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SECUNDARIO #2-3
PROYECTO:	
PROPIETARIO:	INDUSTRIA PRODEGEL
NOMBRE:	BYRON FIALLOS SENESCYT
UBICACION:	AMBATO
CLAVE CATASTRAL:	
ESCALA:	1:1
FECHA:	JUNIO 2017
LÁMINA:	6
HN CONSTRUCCIONES	

Anexo 29: Diagrama Unifilar Tablero Secundario 4

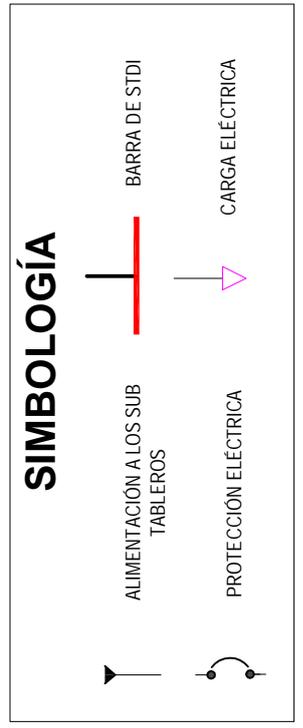
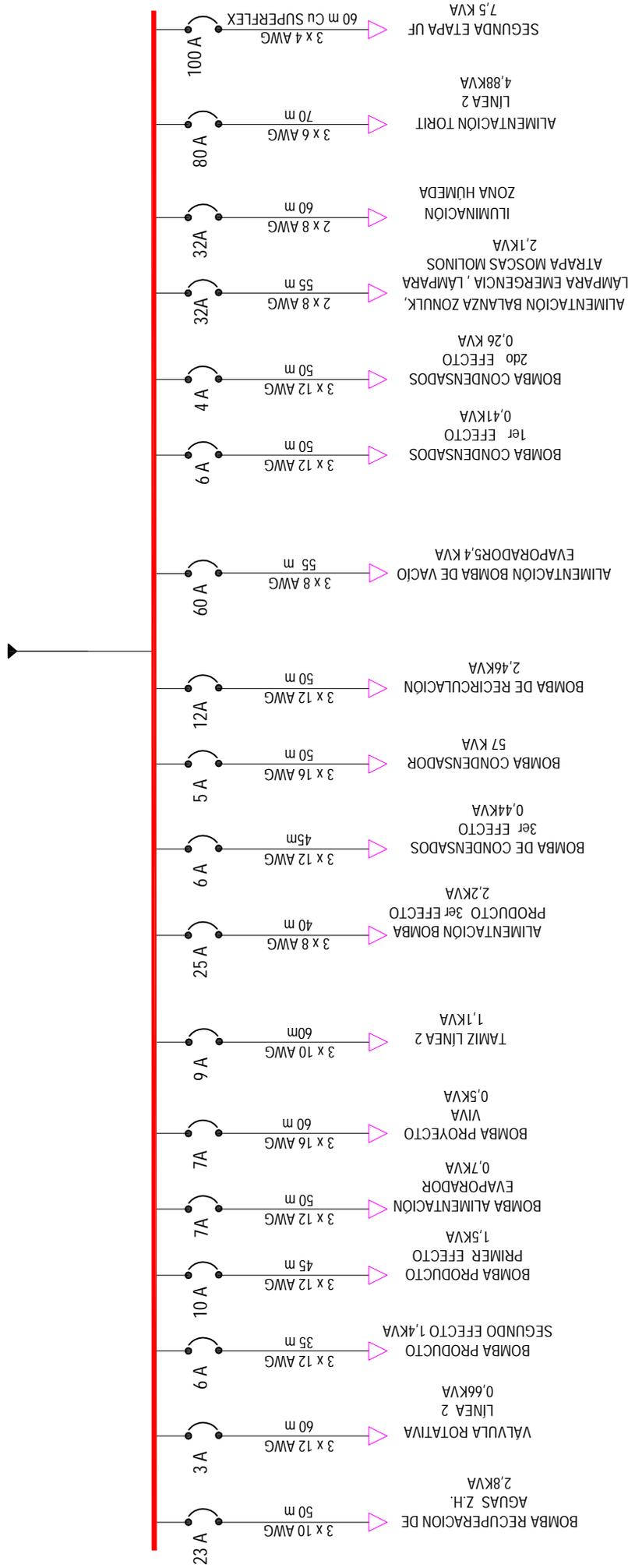
TABLERO SECUNDARIO 4



PROYECTO: INDUSTRIA PRODEGEL	UBICACIÓN: AMBATO
CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SECUNDARIO # 4	CLAVE CATASTRAL:
PROYECTO:	ESCALA: 1:1
PROPIETARIO: INDUSTRIA PRODEGEL	FECHA: JUNIO 2017
NOMBRE: BYRON FIALLOS SENESECYT	LÁMINA: 7
HN CONSTRUCCIONES	

Anexo 30: Diagrama Unifilar Tablero Secundario 5

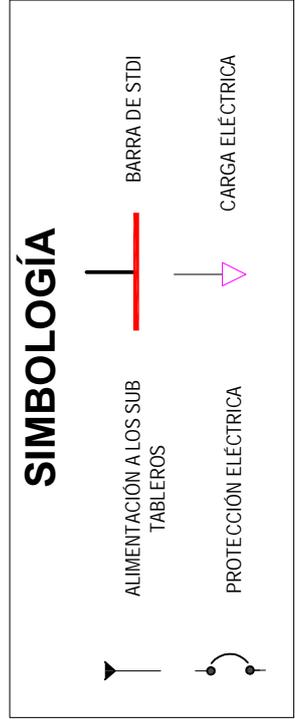
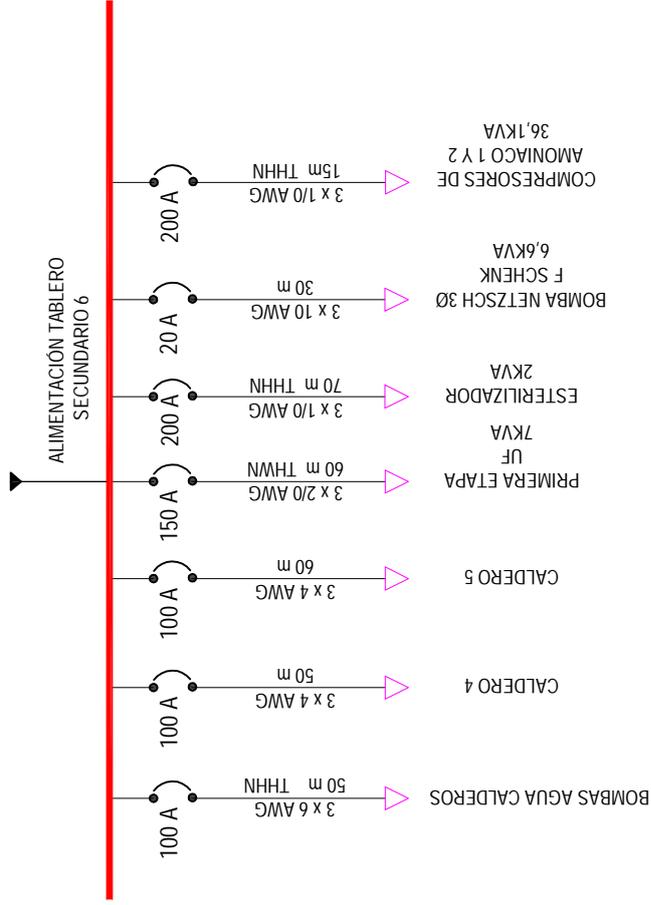
TABLERO SECUNDARIO 5



PROYECTO: INDUSTRIA PRODEGEL	UBICACIÓN: AMBATO
CONTIENE: DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SECUNDARIO # 5	CLAVE CATASTRAL:
PROYECTO:	ESCALA: 1:1
PROPIETARIO: INDUSTRIA PRODEGEL	FECHA: JUNIO 2017
NOMBRE: BYRON FIALLOS SENECYT	LÁMINA: 8
HN CONSTRUCCIONES	

Anexo 31: Diagrama Unifilar Tablero Secundario 6

TABLERO SECUNDARIO 6



PROYECTO:	INDUSTRIA PRODEGEL	UBICACIÓN:	AMBATO
CONTIENE:	DIAGRAMA UNIFILAR TABLERO SECUNDARIO # 6	CLAVE CATASTRAL:	
PROYECTO:		ESCALA:	1:1
PROPIETARIO:	INDUSTRIA PRODEGEL	FECHA:	JUNIO 2017
NOMBRE: BYRON FIALLOS SENESCYT	ING.	LÁMINA:	9
		HN CONTRUCCIONES	

ANEXO 32: Cargos Tarifarios ARCONEL

 Agencia de Regulación y Control de Electricidad			
PERIODO: ENERO - DICIEMBRE *			
EMPRESAS ELÉCTRICAS: AMBATO-AZOGUES-CNEL BOLÍVAR-CENTROSUR-COTOPAXI-NORTE-RIOBAMBA-SUR			
CARGOS TARIFARIOS ÚNICOS			
ENERO - DICIEMBRE **			
RANGO DE CONSUMO	DEMANDA (USD/kW)	ENERGÍA (USD/kWh)	COMERCIALIZACIÓN (USD/consumidor)
NIVEL TENSIÓN			
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA			
COMERCIALES			
	4,790	0,095	1,414
INDUSTRIALES			
	4,790	0,093	1,414
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS			
SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES			
	4,790	0,071	1,414
BOMBEO AGUA			
	4,790	0,061	1,414
NIVEL TENSIÓN			
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA			
COMERCIALES			
07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00	4,576	0,095	1,414
		0,077	
E. OFICIALES, ESC. DEPORTIVOS			
SERVICIO COMUNITARIO, AUTOCONSUMOS Y ABONADOS ESPECIALES			
07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00	4,576	0,071	1,414
		0,059	
BOMBEO AGUA			
07h00 hasta 22h00 22h00 hasta 07h00	4,576	0,061	1,414
		0,049	
NIVEL TENSIÓN			
MEDIA TENSIÓN CON DEMANDA HORARIA DIFERENCIADA			
BOMBEO AGUA SERVICIO PÚBLICO DE AGUA POTABLE			
L-V 08h00 hasta 18h00 L-V 18h00 hasta 22h00 L-V 22h00 hasta 08h00*** S,D 18h00 hasta 22h00	2,620		1,414
		0,043	
		0,073	
		0,034	
		0,043	
INDUSTRIALES			
L-V 08h00 hasta 18h00 L-V 18h00 hasta 22h00 L-V 22h00 hasta 08h00*** S,D,F 18h00 hasta 22h00	4,576		1,414
		0,093	
		0,107	
		0,075	
		0,093	