



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

www.bdigital.ula.ve

**ESTUDIO DE CARGA Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE
PATRIA**

Br. Jarely C. Durán A.

Mérida, Febrero, 2011.

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
MÉRIDA – VENEZUELA**

**ESTUDIO DE CARGA Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE
DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE
PATRIA**

Trabajo presentado como requisito parcial Para optar al título de Ingeniero Electricista

www.bdigital.ula.ve

Br. Jarely Durán
TUTOR: Ing. Ricardo Stephens
ASESOR: Ing. José Castellanos

Mérida, Febrero, 2011.

**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**ESTUDIO DE CARGA Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE PATRIA.**

Br. JARELY DURÁN

El Trabajo de Grado titulado: “Estudio de Carga y Rediseño del Sistema de Distribución Eléctrica del Central Cafetero Flor de Patria.”, presentado por Jarely Durán en cumplimiento parcial de los requisitos para optar al Título de Ingeniero Electricista, fue aprobado por el siguiente jurado:

www.bdigital.ula.ve

Prof. Lelis Nelson Ballester

C.I. 13.098.939

Prof. Ernesto Mora

C.I. 3.499.666

TUTOR: Prof. Ricardo Stephen

C.I.15.175.313

DEDICATORIA

*Este trabajo esta dedicado primeramente a Dios,
Por darme la fortaleza y guiarme en el camino.*

*A mi Madre, por brindarme su Amor, su Apoyo incondicional,
Su Comprensión y sus Consejos y a mi Padre que desde el Cielo me acompaña. Este logro es
de ustedes.*

A mi Abuelo Isidro, por su ejemplo y el amor que me brinda

A mis Hermanos, Janrely y Jonathan, por todo su cariño, sus atenciones.

A mis tías Rosa y Cira, por su apoyo, afecto y por alentarme a seguir adelante.

A Edgar por su amor, ayuda, comprensión y por animarme para alcanzar esta meta.

A mis amigos Solanyi, Victor y Teresita por su apoyo y sus buenos consejos.

Jarely

AGRADECIMIENTOS.

A Dios, por darme vida y salud para lograr esta meta.

A la ilustre Universidad de los Andes por proporcionarme las herramienta necesarias para seguir forjando el futuro.

A mi tutor, profesor Ricardo Stephen, por el apoyo brindado para la realización de este Trabajo.

A los profesores Ernesto Mora y Nelson Ballester, por su importante contribución a la culminación del trabajo de grado.

A la asistente del Departamento de Potencia Mariela, mil gracias por la cooperación prestada.

Al Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A., por su valiosa colaboración en pro de la culminación de este Trabajo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera estuvieron involucradas en el logro de mi meta, Mil Gracias.

Jarely Coromoto Durán Araujo. ESTUDIO DE CARGA Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE PATRIA.

Universidad de Los Andes. Tutor: Prof. Ricardo Stephens. Febrero 2011.

RESUMEN

El Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A tiene en funcionamiento más de 50 años, en los cuales ha ido creciendo tanto por la construcción de nuevos galpones, como por la adquisición y actualización de maquinaria, por lo que el sistema eléctrico se ha visto afectado debido a la falta de planificación haciéndose necesario efectuar un estudio de carga con el propósito de estimar la carga actual conectada. Para ello se realiza en primer lugar una inspección visual del sistema, se efectúa la ubicación de los tableros, el trazado del tendido eléctrico exterior, actualización del diagrama unifilar, luego se lleva a cabo una recolección de datos que consiste en el conteo de salida de alumbrado y salida de tomacorriente, el inventario de las maquinarias conforman el proceso productivo. Seguidamente se constata el estado físico de la caseta de transformación, la acometida, los tableros, las protecciones, los conductores, así como se efectúan las mediciones de voltaje y corrientes. En base a estos datos se pudo verificar el desbalance en los tableros, que los transformadores actuales no están en la capacidad de soportar la carga, por lo que se propone que CADAFE sirva a la empresa con dos acometidas una para proveer alimentación a la fábrica y otra para alimentar las áreas externas. También se plantea la necesidad de tener una línea exclusiva desde la subestación La Concepción hasta la empresa debido a la caída tensión que se presenta de aproximadamente el 12% en el circuito de alta tensión, así como darle un mayor aprovechamiento a las plantas eléctricas conectándolas en paralelo.

Descriptor: Estudio de carga, demanda, medición.

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iv
RESUMEN.....	v
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO	pp.
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	3
1.3.1 General.....	3
1.3.2 Específicos.....	3
II. LA ORGANIZACIÓN.....	4
2.1 DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN.....	4
2.1.1 Razón Social.....	4
2.1.2 Dirección.....	4
2.1.3 Reseña Histórica.....	4
2.1.4 Objetivos de la Empresa.....	5
2.1.5 Valores de la Empresa.....	6
2.2 ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL.....	6
2.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DONDE SE REALIZÓ LA TESIS.....	7
2.3.1 Objetivos de departamento de mantenimiento.....	7
2.4 PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA.....	8
2.4.1 Recepción y Almacenamiento de la materia prima.....	8
2.4.2 Análisis de la calidad del café.....	8
2.4.3 Clasificación de los Granos de café verde.....	9
2.4.4 Limpieza de los Granos de café verde.....	9
2.4.5 Torrefacción.....	10
2.4.6 Molienda.....	10
2.4.7 Empaquetado.....	12
III. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1 SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	13
3.1.1 Clasificación de los Sistemas de Distribución.....	13
3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	13
3.2.1 Objetivos de una instalación eléctrica.....	14
3.3 COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	14
3.3.1 Acometida.....	14
3.3.2 Alimentadores.....	15
3.3.3 Interruptor Automático.....	15
3.3.4 Transformador.....	15
3.3.5 Tablero.....	15

3.3.6 Características de los tableros.....	16
3.3.7 Desbalance del tablero.....	16
3.3.8 Circuitos ramales.....	16
3.4 ESTUDIO DE CARGA.....	17
3.4.1 Carga Conectada.....	17
3.4.2 Demanda Eléctrica.....	17
3.4.3 Demanda Máxima.....	17
3.4.4. Factor de demanda.....	17
3.4.5 Factor de carga.....	17
3.4.6 Factor de utilización.....	18
3.5 SOBRECARGA.....	18
3.6 CORTOCIRCUITO.....	18
3.7. CAPACIDAD DE CORRIENTE.....	19
3.8 CAÍDA DE TENSIÓN.....	19
3.9 DIAGRAMA UNIFILAR.....	20
3.10 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	21
IV. MEDICIONES Y LEVANTAMIENTO DE LA CARGA ACTUAL.....	22
4.1 DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE.....	22
4.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO.....	24
4.2.1 Acometida CADELA.....	24
4.2.2 Sistema de alumbrado.....	25
4.3 LEVANTAMIENTO DE CARGA.....	26
4.3.1 Inspección y levantamiento del sistema eléctrico.....	26
4.3.2 Recolección de datos.....	27
4.3.2.1 Área Oficinas principales.....	27
4.3.2.2 Área administrativa y área de Cafetín.....	30
4.3.2.3 Área Archivo y Oficinas de compra, Operaciones.....	31
4.3.2.4 Área Producción.....	33
4.3.2.5 Área Materia Prima.....	37
4.3.2.6 Área sala de generación.....	39
4.3.2.7 Área PDVAL.....	40
4.3.2.8 Área Comedor.....	40
4.3.2.9 Área Vigilancia.....	41
4.3.2.10 Galpón 1.....	41
4.3.2.11 Galpón 2.....	42
4.3.2.12 Galpón 3.....	42
4.3.2.13 Aéreas Externas.....	42
4.3.2.14 Casas Socios.....	45
4.3.3 Descripción del estado físico de las Instalaciones que conforman el sistema eléctrico.....	47
4.3.1 Caseta de transformación y Acometida.....	47
4.3.3 Tableros, protecciones y conductores.....	48
4.3.4 Actualización del Diagrama Unifilar.....	61
4.3.5 Mediciones.....	61
4.3.5.1 Medición Planta Eléctrica.....	61
4.3.5.2 Medición tableros.....	65

V. ANÁLISIS Y PROPUESTA	66
5.1 CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE PATRIA.....	66
5.2 ANÁLISIS CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES Y PLANTAS ELÉCTRICAS.....	67
5.3 PROPUESTA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA EMPRESA.....	68
5.3.1 Conexión en paralelo de las plantas eléctricas.....	69
5.3.2 Cálculo de la corriente en alta y baja tensión y calibre de los conductores de la acometida del sistema eléctrico.....	70
5.3.3 Cálculo del alimentador del tablero principal.....	74
5.3.4 Bandeja porta cable.....	74
5.3.5 Cálculo del calibre del conductor de la línea A.....	75
5.4 ANÁLISIS DE LOS TABLEROS.....	77
5.4.1 Análisis de las mediciones de los alimentadores de los tableros con respecto a la capacidad de corriente nominal de los conductores.....	79
5.4.2 Cálculo del desbalance de los alimentadores de los tableros en estudio ...	80
5.4.3 Balanceo de los tableros.....	81
5.4.4 Elaboración de la nomenclatura de los tableros.....	82
5.5 PROPUESTA DE REDISEÑO DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA ELÉCTRICO.....	84
5.5.1 Replanteo del tablero de la oficina Las Delicias.....	84
5.5.2 Alimentación del galpón 3 y alumbrado externo.....	84
5.5.3 Cálculo y diseño del alimentador del galpón de materia prima.....	85
5.5.4 Cálculo y diseño del alimentador del galpón 2.....	86
5.5.5 Cálculo y diseño de circuitos ramales y tablero taller 1 y taller 2.....	86
5.5.5.1 Cómputos métricos.....	89
CONCLUSIONES.....	90
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS.....	93
ANEXO.....	94

LISTA DE TABLAS

Tabla	pp.
4.1 Demanda Recepción.....	27
4.2 Demanda oficina de Pagos.....	28
4.3 Demanda oficina Directivo principal.....	28
4.4 Demanda Oficina Vicepresidencia.....	28
4.5 Demanda Recepción Presidencia.....	28
4.6 Demanda Oficina Presidencia.....	28
4.7 Demanda Pasillo.....	29
4.8 Demanda Baño Dama.....	29
4.9 Demanda Baño Caballero.....	29
4.10 Demanda Aire Acondicionado.....	29
4.11 Demanda Cafetín.....	30
4.12 Demanda Oficina Recursos Humanos.....	30
4.13 Demanda Gerencia de Ventas.....	30
4.14 Demanda Sala de Navegación.....	30
4.15 Demanda Oficina Contabilidad.....	31
4.16 Demanda Oficina de Ventas.....	31
4.17 Demanda Oficina Archivo.....	31
4.18 Demanda Archivador Móvil.....	31
4.19 Demanda Pasillo.....	31
4.20 Demanda Área Exterior Archivo.....	32
4.21 Demanda Oficina Coordinación.....	32
4.22 Demanda Deposito Sistema.....	32
4.23 Demanda.Oficina Compra.....	32
4.24 Demanda Oficina Operaciones.....	32
4.25 Demanda Oficina Administración.....	33
4.26 Demanda Aire acondicionado Oficinas Compra/Operaciones.....	33
4.27 Demanda Maquinaria Producción.....	33
4.28 Demanda Sala de Control.....	34
4.29 Demanda Tablero Sala de Control.....	34
4.30 Demanda Tomacorriente Columnas Producción.....	34
4.31 Demanda Alumbrado Producción.....	35
4.32 Demanda Baño Dama Producción.....	35
4.33 Demanda Baño Caballero Producción.....	35
4.34 DemandaAlumbrado Parte Exterior Despacho.....	35
4.35 Demanda Alumbrado Área Peletizador.....	36
4.36 Demanda Oficina despacho.....	36
4.37 Demanda Hidroneumático de Baños de Producción.....	36
4.38 Demanda Aire Acondicionado Almacén y laboratorio.....	36
4.39 Demanda Alumbrado exterior Galpón N° 3.....	36
4.40 Demanda Laboratorio.....	37
4.41 Demanda Almacén.....	37

4.42 Demanda Taller.....	37
4.43 Área Máquina Clasificadora.....	37
4.44 Demanda Motores Máquinas Disimétricas.....	38
4.45 Demanda Galpón Materia Prima.....	38
4.46 Demanda Motores Materia Prima.....	38
4.47 Demanda Hidroneumático.....	39
4.48 Demanda Cuarto detrás de Almacén.....	39
4.49 Demanda Sala de generación.....	39
4.50 Demanda Cuarto tanque de agua.....	39
4.51 Demanda Compresor LEROY.....	39
4.52 Demanda Compresor SULLIVAN.....	40
4.53 Demanda Oficinas PDVAL.....	40
4.54 Demanda Comedor.....	40
4.55 Demanda Caseta de Vigilancia.....	41
4.56 Demanda Galpón N°1.....	41
4.57 Demanda Galpón N°2.....	42
4.58 Demanda Galpón N°3.....	42
4.59 Demanda Ambulatorio.....	42
4.60 Demanda INCE.....	43
4.61 Demanda Baños INCE.....	43
4.62 Demanda Salón Barrio Adentro.....	43
4.63 Demanda oficinas a lado del ambulatorio.....	44
4.64 Demanda Taller LA CIMBALI.....	44
4.65 Demanda Taller 1.....	44
4.66 Demanda Taller 2.....	44
4.67 Demanda alumbrado exterior INCE.....	45
4.68 Demanda Cuarto tanque de agua.....	45
4.69 Demanda Casa Señor Leonardo.....	45
4.70 Demanda Casa Señor Víctor.....	45
4.71 Demanda Oficina Las Delicia.....	46
4.72 Demanda Casa Licenciado.....	46
4.73 Demanda Casa Matriz.....	47
4.74 Tableros Auditados.....	49
4.75 Registro de Mediciones de voltaje y corriente de línea y voltaje y corriente de neutro de la planta eléctrica Caterpillar.....	62
4.76 Registro de Mediciones de potencia de la planta eléctrica Caterpillar.....	63
5.1 Demandas de la carga conectada al sistema eléctrico de la empresa.....	66
5.2. Cálculos Acometida para la Fabrica y Línea A y Línea C.....	71
5.3. Capacidad del Transformador Fabrica y Línea A y C.....	71
5.4. Demanda de la línea eléctrica exterior B.....	72
5.5 Cálculos Acometida Línea B por capacidad de corriente.....	72
5.6. Capacidad del Transformador Línea B.....	73
5.7. Cálculo acometida 2 por caída de tensión.....	73
5.8 Cálculo del alimentador Galpón 1, galpón 2, comedor, oficinas, talleres y salones por caída de tensión.....	73
5.9. Cálculo Alimentador Taller 1, Taller 2, Taller La CIMBALI, Maquina Clasificadora y Salones por Caída de Tensión.....	73

5.10. Cálculo Ambulatorio, Casa Socio 3 Y Casa Socio 4 por caída de tensión.....	73
5.11. Cálculo alimentador del centro de distribución principal.....	74
5.12. Demanda de la línea eléctrica exterior A.....	76
5.13. Calculo del Alimentador de la Línea A por capacidad de corriente.....	77
5.14. Cálculo del tramo centro de distribución a galpón de materia prima por caída de tensión.....	77
5.15. Cálculo del tramo de galpón de materia prima a las casas y oficina Las Delicias...	77
5.16. Cálculo del conductor del tramo de la primera tanquilla a la tanquilla de la caseta de vigilancia.....	77
5.17. Calibre de los conductores, Corriente medida y capacidad máxima de corriente de los conductor.....	79
5.18 Corriente de línea medida en cada alimentador y porcentaje de desbalance en cada línea.....	81
5.19 Balanceo de los tableros.....	82
5.20. Nomenclatura de los Tableros.....	83
5.21. Calibre del conductor del alimentador de la oficina Las Delicias.....	84
5.22. Demanda de la línea C.....	85
5.23. Cálculos del Alimentador del Galpón 3 y Alumbrado Exterior de Despacho.....	85
5.24. Cálculos del Alimentador del Galpón de Materia Prima.....	85
5.25. Cálculos del Alimentador de la Maquina Limpiadora.....	86
5.26. Cálculos del Alimentador Galpón 2.....	86
5.27. Calibre del conductor de los alimentadores de los Talleres.....	87
5.28. Calibre del conductor, protecciones y canalización de los circuitos ramales de los talleres.....	87
5.29. Circuitos ramales de los talleres.....	87
5.30. Balance del tablero.....	88

LISTA DE FIGURAS

Figura	pp.
2.1 Ubicación geográfica del Central Cafetero.....	4
2.2 Organigrama de la Empresa.....	6
2.3 Organigrama del Departamento de Mantenimiento.....	8
2.4 Recepción y transporte de materia prima.....	8
2.5 Sacos de café.....	9
2.6 Máquina Clasificadora.....	9
2.7 Máquina Limpiadora.....	10
2.8 Máquina Tostadora.....	10
2.9 Molino de Rodillo.....	11
2.10 Máquina Empaquetadora.....	12
4.1 Vista de planta del Central Cafetero.....	23
4.2 Diagrama Unifilar del Sistema Interconectado	25
4.3 Diagrama de línea externa	27
4.4 Caseta de transformación.....	48
4.5 División por zonas del edificio de producción.....	49
4.6 Cableado en bandeja del alimentador del Centro de Distribución Principal.....	50
4.7 Centro de Distribución Principal.....	50
4.8 Tablero ST1.....	51
4.9 Tablero ST2.....	51
4.10 Tablero Cafetín.....	52
4.11 Tablero Recepción.....	52
4.12 Tablero Archivo.....	53
4.13 Tablero Administración.....	53
4.14. Tablero Aire Acondicionado Oficinas.....	54
4.15. Tablero Aire Acondicionado Oficina Compra.....	54
4.16. Tablero Galpón 3.....	55
4.17. Tablero Oficina Las Delicias.....	55
4.18. Tablero Casa Licenciado.....	56
4.19. Tablero Vigilancia.....	56
4.20. Tablero Oficinas PDVAL.....	57
4.21. Tablero Comedor.....	57
4.22. Tablero Galpón 1.....	58
4.23. Tablero Galpón 2.....	58
4.24. Tablero Ambulatorio.....	58
4.25. Tablero Taller La CIMBALI.....	59
4.26. Tablero Salón Barrio Adentro.....	59
4.27. Tablero INCE.....	60
4.28. Tablero Materia Prima.....	60
4.29. Tablero Maquina Clasificadora.....	61
4.30. Grafico de Corriente de Línea Vs. Tiempo.....	64
4.31. Grafico de Potencia KVA Vs. Tiempo.....	64

4.32. a) Medición de la corriente con la pinza amperimétrica. b) Medición de la secuencia de Fase.....	65
5.1. Capacidad de los transformadores y las plantas eléctricas.....	67
5.2. Vista aérea del Central Cafetero Flor de Patria. [Google Earth].....	69
5.3. Trayectoria Línea A.....	70
5.4. Diagrama de distribución de la línea externa A.....	76
5.5 Estado físico del Centro de Distribución Principal.....	78
5.6. Conexión Tierra a)Tablero Archivo. b)Tablero ST1.....	78
5.7. Nomenclatura para la identificación de los tableros.....	83

www.bdigital.ula.ve

INTRODUCCIÓN

El Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A. es una empresa dedicada a la Torrefacción. Elabora un excelente producto el cual cuenta con el sello NORVEN.

El objetivo de este trabajo es realizar el estudio de carga eléctrica del Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A. ya que la demanda de la empresa ha ido aumentando con el paso del tiempo, por lo que se debe tomar en cuenta la demanda máxima debido a que ésta es la que impone las condiciones más severas de carga y caída de tensión.

El sistema eléctrico se debe adecuar de forma tal que proporcione la energía necesaria sin ocasionar sobrecalentamiento y caídas de tensión inaceptables.

Para una mejor comprensión de este trabajo de grado, su contenido se ha dividido en cinco capítulos, los cuales tratan de lo siguiente:

En el capítulo I, se efectúa el planteamiento del problema, justificación y los objetivos planteados.

Luego en el capítulo II, se describe a la Organización

En el capítulo III, se indica la metodología usada para el estudio de carga del Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, basado en criterios de diseño según el código eléctrico nacional, así como los conceptos básicos.

En el capítulo IV, se contemplan las condiciones en que se encuentran el sistema de distribución eléctrico actualmente, el levantamiento de carga, las mediciones y el procedimiento de cálculo utilizado para la determinación de estudio de carga

En el capítulo V, se describen las propuestas, considerando los datos obtenidos en el estudio de carga

Finalmente se describen las conclusiones y recomendaciones referentes al estudio realizado.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El siguiente capítulo se presenta los motivos del estudio de carga, el planteamiento del problema, así como los objetivos trazados.

1.1 JUSTIFICACIÓN

El Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A lleva en funcionamiento más de 50 años, por lo su sistema eléctrico ha ido creciendo y sufriendo modificaciones, no contando así, con la documentación y planos necesarios que reflejen su estado actual. La demanda eléctrica de la empresa es de tipo industrial por lo que maneja una carga considerable de energía.

La falta de planificación del sistema de distribución eléctrica ha ocasionado problemas de sobre carga y caída de tensión es necesario por tanto realizar un estudio del sistema eléctrico del Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, el cual cuenta con circuitos de carga mixta (alumbrado e industrial).para examinar las orígenes que ocasionan la caída de tensión, el desbalance en los tableros, así como también proveer alimentación eléctrica a las áreas que así lo requieran.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la finalidad de disponer de un sistema eléctrico confiable que garantice flexibilidad y continuidad de servicio, se requiere realizar el estudio de carga actual y futura de la empresa.

El Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A presenta graves problemas de sobrecarga y excesivas caídas de tensión en los circuitos y equipos de su sistema eléctrico, debido a los múltiples problemas provocados por el continuo crecimiento de la demanda eléctrica y la falta planificación para futuras expansiones, por lo cual tiene la urgente necesidad de adelantar los estudios necesarios para rediseñar su sistema de distribución eléctrica.

La planta cuenta con su propia generación para el proceso industrial y utiliza los servicios de la empresa CADAFE para alimentar solo su carga administrativa debido a que no se cuenta con la capacidad en KVA necesaria para suplir la demanda total requerida; actualmente las bancadas trifásicas son de 75 KVA, siendo la capacidad instalada de 225 KVA.

Así como también la necesidad de poseer una línea exclusiva desde la subestación La Concepción hasta la empresa, ya que la línea eléctrica existente es compartida con los poblados cercanos provocando una caída tensión de aproximadamente el 12% en el circuito de alta tensión.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. General

Estudiar el estado actual del sistema eléctrico y proponer las modificaciones necesarias para restablecer las condiciones normales de funcionamiento.

1.3.2. Específicos.

1.3.2.1.Actualizar el diagrama unifilar y la carga instalada.

1.3.2.2.Realizar los estudios de flujo de carga, caída de tensión y factor de potencia para determinar el estado actual del sistema eléctrico.

1.3.2.3.Proponer alternativas para solucionar los problemas que se detecten en los numerales 1.3.2.1 y 1.3.2.2 y analizarlas técnica y económicamente.

1.3.2.4.Rediseñar el sistema eléctrico en función de la alternativa más favorable.

CAPÍTULO II LA ORGANIZACIÓN

En este capítulo se hace referencia a la organización, se describe el proceso productivo de la empresa.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA ORGANIZACIÓN

2.1.1. Razón Social Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A.

2.1.2. Dirección Está ubicado en el municipio Pampán, parroquia Flor de Patria Calle principal de Flor de Patria, Estado Trujillo.

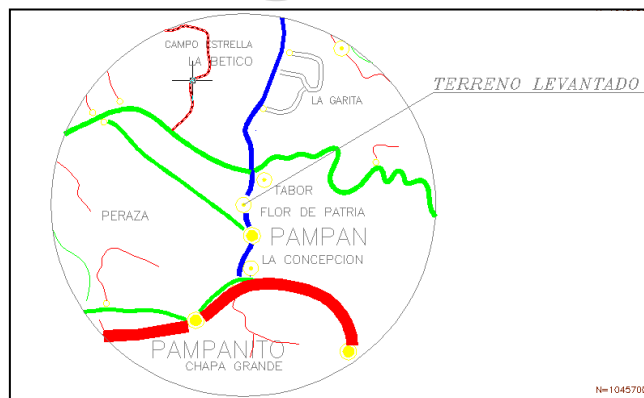


Figura 2.1. Ubicación geográfica del Central Cafetero Gerónimo Briceño & CIA, S.A
[Levantamiento Topográfico Industria Café Flor de Patria, TOP José Fernández]

2.1.3. Reseña histórica

El Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, es una planta torrefactora de café que se ha mantenido desde hace más de 50 años en el comercio Venezolano.

Sus inicios, datan del año 1940, donde los señores Gerónimo Briceño, Cipriano Briceño y Silvio Montilla, constituyeron una Compañía bajo la Razón Social de “Briceño & Montilla”, cuyo objeto era el transporte de cargas y de la compra y ventas de víveres y frutos del país. Pasado un tiempo Gerónimo Briceño y Silvio Montilla Díaz, fundan una firma que se llamó “Gerónimo Briceño & CIA cuyo objetivo era las operaciones mercantiles que se relacionaban con las negociaciones y beneficio general del café, en sus distintas manifestaciones, lo mismo que las negociaciones con otros frutos y en general compra y venta de mercancías secas, víveres e industrialización de pastas. Posteriormente, el 10 de Mayo de 1960, se funda la Empresa Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA.S.A, bajo la Presidencia del Sr. Gerónimo Briceño. Para 1972 se instala la nueva y actual planta torrefactora de café donde años más tarde la empresa incorpora equipos y maquinarias a la planta para optimizar el proceso de elaboración del café. El 21 de Marzo de 1992, se encarga de la presidencia el Sr. Silvio Montilla Díaz, el cual fallece el 14/10/95, quedando a cargo de la misma el Sr. Ricardo Briceño García.

Actualmente la empresa elabora un excelente producto “café elaborado” con los mayores niveles tecnológicos y de calidad, comercializándolo por todo el país, posee la marca NORVEN. Es una de las fuentes principales de empleo en el estado Trujillo.

2.1.4. Objetivos de la Empresa

- Obtener la mayor porción del mercado con la elaboración del más competitivo producto, considerando las necesidades latentes en el mercado y las exigencias que allí se encuentren.
- Alcanzar la más alta productividad con la utilización eficiente de los recursos La predicción de carga espacial por micro-área corresponde a divisiones del área bajo estudio de acuerdo a su forma. Estas se pueden clasificar en:
 - Regulares
 - Irregulares
 - Disponible.

2.1.5. Valores de la Empresa

- Ética
- Calidad
- Liderazgo
- Participación
- Competitividad
- Espíritu emprendedor.

2.2. ESTRUCTURA ORGANIZATIVA GENERAL

La Estructura Organizativa del Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, está comprendida por niveles Jerárquicos. Su estilo gerencial fomenta la delegación de autoridad y responsabilidad. A continuación se muestra el organigrama de la empresa:

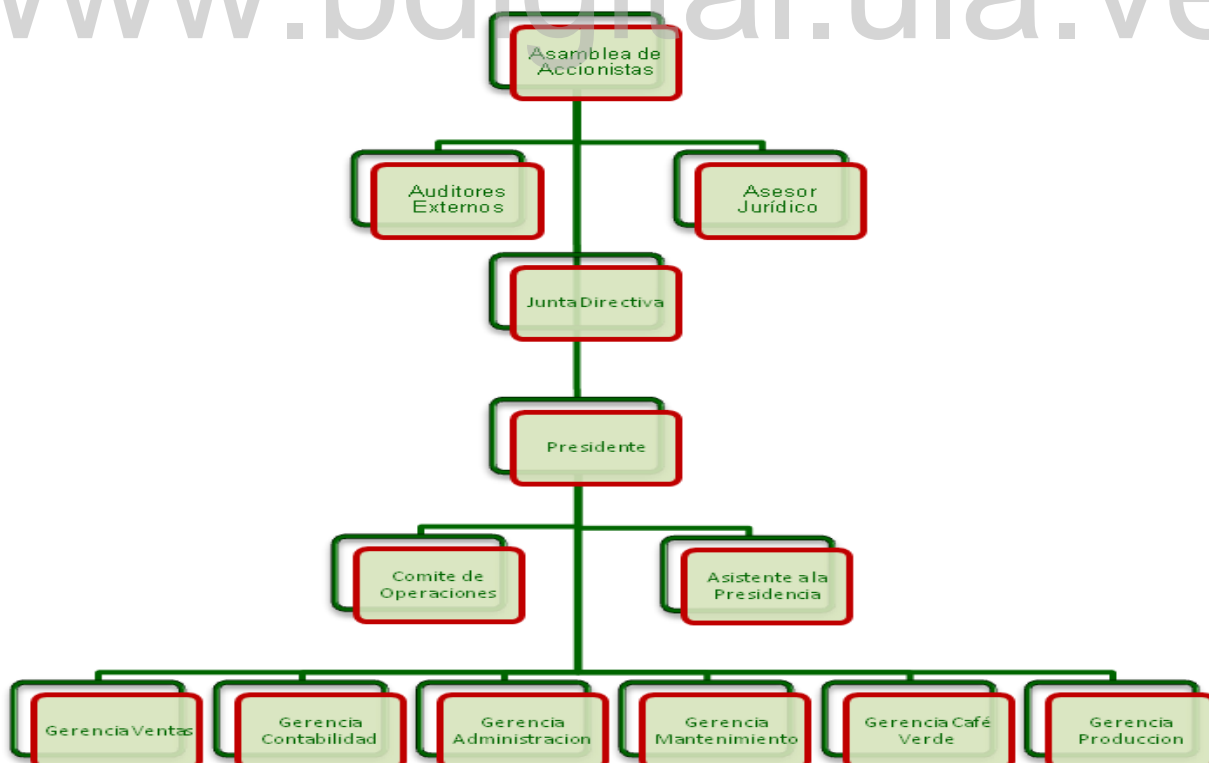


Figura 2.2. Organigrama de la Empresa.

2.3. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO DONDE SE REALIZÓ LA TESIS

La dependencia de la organización se denomina Departamento de Mantenimiento, tiene como finalidad y función principal planificar, organizar dirigir ejecutar y evaluar planes orientados a optimizar el funcionamiento de los sistemas productivos a través de la capacitación del personal y el establecimiento de un sistema de información efectiva, que contribuya al aumento progresivo de la productividad. Se encuentra a cargo del Ing. José Castellanos, Gerente del Departamento de Mantenimiento.

2.3.1. Objetivos de departamento de mantenimiento

- Lograr mantener los equipos en condiciones óptimas de funcionamiento, y así prolongar su vida útil.
- Capacitar y orientar al personal.
- Contribuir con el mejoramiento de la calidad.
- Planificar e inspeccionar la efectiva ejecución del mantenimiento.
- Implementar indicadores que permitan evaluar la eficacia en la utilización de recursos: humanos, materiales y económicos.
- Contribuir en la instalación de un sistema de información efectivo mediante el diseño de formatos que permitan la fluidez de la información necesaria.
- Realizar mejoras continuas en los procedimientos de ejecución programados.

El área del Mantenimiento Industrial es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones de la empresa ya que de un buen mantenimiento depende un funcionamiento eficiente de las instalaciones, además, se debe llevar a cabo con severidad para lograr el control del ciclo de vida de las instalaciones sin disparar los presupuestos destinados a mantenerlas.

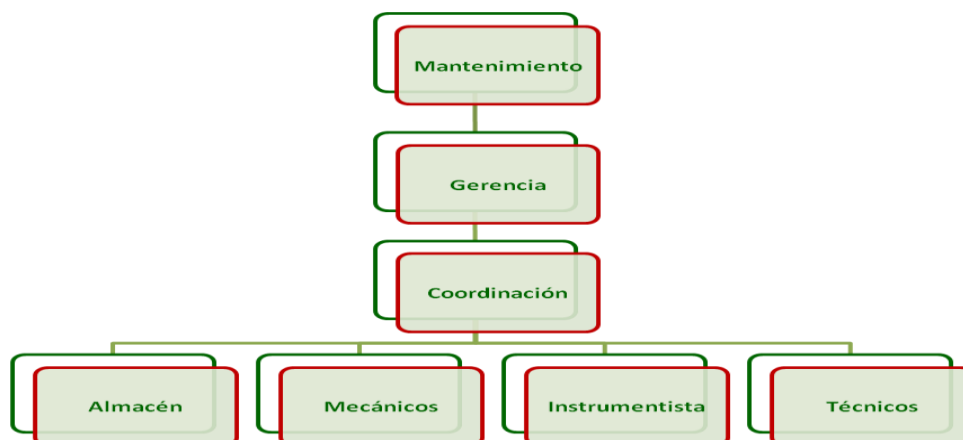


Figura 2.3. Organigrama del Departamento de Mantenimiento.

2.4. PROCESO PRODUCTIVO DE LA EMPRESA

2.4.1. Recepción y Almacenamiento de la materia prima

El proceso productivo comienza a partir de la adquisición de la materia prima. Se reciben en el almacén los granos verdes de los distintos proveedores de café.



Figura 2.4. Recepción y transporte de materia prima.

2.4.2. Análisis de la calidad del café

Luego se efectúa un análisis de las características del café, el cual consiste en un examen olfativo y visual. Se clasifica el café según la calidad de acuerdo a la Norma COVENIN

correspondiente. Una vez terminado el análisis pasa a la formación de lotes de 250 sacos dependiendo de la calidad y la humedad del café.



Figura 2.5. Foto Sacos de café.

2.4.3. Clasificación de los Granos de café verde.

Se transporta desde el almacén el café de una característica específica, hasta la máquina clasificadora vibratoria la cual está provista de mallas y separa el café por tamaño (véase Fig. N°2.6) para luego almacenarlo de acuerdo a su calidad.



Figura 2.6. Foto Máquina Clasificadora.

2.4.4. Limpieza de los Granos de café verde.

En la máquina limpiadora (véase Fig. N°2.7) se extrae las partículas extrañas al café como pueden ser piedras, palillos entre otros. Posteriormente mediante un sistema de eyección de aire son trasladados a los silos de café crudo. Existen ocho silos en total en donde se almacena el café según su calidad.



Figura 2.7. Foto de la Máquina Limpiadora.

2.4.5. Torrefacción

Los granos de café son sometidos a un proceso a base de aire caliente, donde el grano puede alcanzar temperatura entre 190° y 220°C . A continuación mediante un sistema de succión los granos de café se llevan a una máquina despedradora, la cual se encarga de retirar los granos defectuosos y residuos que pudiesen quedar, para luego ser transportados hasta los silos de almacenamiento de café tostado para su enfriamiento.



Figura 2.8. Foto Máquina Tostadora.

2.4.6. Molienda

Se trituran los granos tostados en partículas más pequeñas. La granulometría del grano molido se puede variar mediante la regulación micrométrica de cada unidad de rodillos de los molinos. Es importante el control de la temperatura del café molido: esta no puede estar por encima de 50°C para evitar la pérdida del aroma y el gusto de café quemado. La velocidad

del motor, el estado de los rodillos y la refrigeración del sistema son elementos que hay que tener en cuenta para preservar la calidad del café.

Molino Los molinos utilizados son de Rodillos de gran capacidad, desde 300 a 4.000 kg por hora (ver figura N°2.9). Trituran los granos de café tostado en dos etapas para obtener café molido con un espectro de granulación regulable y con un volumen de apisonado registrable. Son de accionamiento electromecánico, está provisto de parejas de rodillos fresados. [Instrucciones de Servicio PROBAT, 1985).

Los granos molidos se desplazan por efecto de la gravedad. La regulación de la cantidad y su distribución uniforme a lo largo del rodillo se efectúan en la entrada por medio de un canal oscilante electromagnético regulable por telemando. Una vez el café haya superado las distintas fases del molido, un sin-fin extractor lo transporta a un compactador para conseguir una densidad uniforme que favorezca el envasado automático. La refrigeración de los rodillos es por agua, una estación independiente refrigera agua que alimenta en circuito cerrado el interior del eje de los rodillos y el sin-fin extractor. El café molido es transportado hacia un tanque de almacenamiento para su reposo.



Figura 2.9. Foto Molino de Rodillo.

2.4.7. Empaquetado

Del tanque de café molido se distribuye hasta las tolvas de las diferentes máquinas empaquetadoras mediante un transportador de tornillo sin fin. Las empaquetadoras se clasifican según la presentación del producto:

- Empaquetadora de 50 Gramos.
- Empaquetadora de 100 Gramos.
- Empaquetadora de 200-250 Gramos.
- Empaquetadora de 500 Gramos



Figura N°2.10. Foto de la Máquina Empaquetadora.

El café molido supremo es empacado manualmente. Para empaquetar el café en grano se usa la máquina granobar.

El producto terminado se almacena para luego ser distribuido y comercializado en diferentes partes del País.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

En este capítulo se hace referencia a los términos conceptuales utilizados a lo largo del trabajo de grado.

3.3. SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA

Un sistema de distribución de energía eléctrica es un conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y confiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares. [Álamos Juan, 2008]

3.3.1. Clasificación de los Sistemas de Distribución

En función de su construcción estos se pueden clasificar en:

- Sistemas aéreos.
- Sistemas subterráneos.
- Sistemas mixtos.

[<http://html.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html>]

3.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Es el conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen. Entre estos elementos se incluyen: tablero, interruptores, transformadores, bancos de capacitores, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes. [<http://www.mitecnologico.com/Main/InstalacionElectrica>].

3.4.1. Objetivos de una instalación eléctrica

Una instalación eléctrica debe de distribuir la energía eléctrica a los equipos conectados de una manera segura y eficiente. Además algunas de las características que deben de poseer son:

a). *Confiables*, es decir que cumplan el objetivo para el cual han sido diseñadas, en todo tiempo

b). *Eficientes*, es decir, que la energía se transmita con la mayor eficacia posible.

c). *Económicas*, o sea que su costo final sea adecuado a las necesidades a satisfacer.

d). *Flexibles*, que se refiere a que sea susceptible de ampliarse, disminuirse o modificarse con facilidad, y según posibles necesidades futuras.

e). *Simples*, o sea que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a métodos o personal altamente calificados.

f). *Agradables* a la vista, pues hay que recordar que una instalación bien hecha simplemente se ve “bien”.

g). *Seguras*, o sea que garanticen la seguridad de las personas y propiedades durante su operación común. [<http://www.mitecnologico.com/Main/InstalacionElectrica>].

3.5. COMPONENTES BÁSICOS DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.5.1. Acometida

Se define a los conductores que se extienden desde las redes de la empresa de servicio hasta el medio general de desconexión de la instalación interior.

[<http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/circuitosII/docs/Dise%F1o%20Instalaciones%20residenciales.pdf>].

3.5.2. Alimentadores

Son los conductores que van desde el punto de entrega en el equipo de servicio hasta el último dispositivo de protección de sobre corriente del circuito derivado. [Enríquez Gilberto, 2004]

3.5.3. Interruptor Automático

Son dispositivos de maniobra y protección que pueden, establecer, conducir e interrumpir corrientes en condiciones normales de un circuito, pueden también establecer, conducir por tiempo especificado (con excepción de algunos tipos pequeños de baja tensión), e interrumpir corrientes en condiciones anormales, especialmente las de cortocircuito.

3.5.4. Transformador

Es un dispositivo que convierte la energía eléctrica alterna de un cierto nivel de voltaje, en energía alterna de otro nivel de voltaje, por medio de la acción de un campo magnético. Está constituido por dos o más bobinas de alambre, aisladas entre sí eléctricamente por lo general arrolladas alrededor de un mismo núcleo de material ferro magnético. La única conexión entre las bobinas la constituye el flujo magnético común que se establece en el núcleo. [<http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>].

3.5.5. Tablero

Es un recinto que rodea o aloja un equipo eléctrico, con el fin de protegerlo contra las condiciones externas y prevenir a las personas de contacto accidental con partes vivas (energizadas). [Rocha Germán, 2001]

3.5.5.1. Características de los tableros

- Los tableros deberán ser de material incombustible y no higroscópico, en caso de plancha metálica su espesor debe ser suficiente para asegurar su rigidez con un mínimo de 1mm.
- Los tableros metálicos deberán tener base aisladora para el montaje de los diferentes dispositivos.
- La plancha metálica deberá tener conexión a tierra.
- Los tableros metálicos deben protegerse con dos capas de pintura, una anticorrosiva y otra de acabado. [Rocha Germán, 2001]

3.5.5.2. Desbalance del tablero

Indica el porcentaje de desbalance que existe en el tablero. El porcentaje permitido de desbalance en los tableros es hasta un 10% según lo indica el Código Eléctrico Nacional Para determinar el desbalance es necesario realizar primeramente un balance del tablero que consiste en ordenar de forma decreciente las cargas en cuanto a potencia o corriente consumida. Para calcular el desbalance se utiliza la siguiente formula:

$$\% \text{Desbalance} = \frac{(I_{\text{mayor}} - I_{\text{menor}})}{I_{\text{mayor}}} * 100 < 10\% \quad (3.1)$$

3.5.6. Circuitos ramales

Son los conductores que entregan energía desde el punto de localización del dispositivo de sobre corriente final hasta el equipo de utilización. [Enríquez Gilberto, 2004]

3.6. ESTUDIO DE CARGA

3.6.1. Carga Conectada

Es la suma de las potencias nominales de los aparatos y máquinas que consumen energía eléctrica y que están conectados a un circuito o a un sistema. [Rocha Germán, 2001]

3.6.2. Demanda Eléctrica

Es la carga consumida en un tiempo determinado. [Rocha Germán, 2001]

3.6.3. Demanda Máxima

Mayor demanda que se presenta en una instalación o parte de ella. Es válida en un determinado punto y periodo de tiempo. [Rocha Germán, 2001]

3.6.4. Factor de demanda

Es la relación entre la demanda máxima y la carga total conectada. [Rocha Germán, 2001]

$$F_{dem} = \frac{D_{m\acute{a}x}}{CC} \leq 1 \quad (3.2)$$

Donde:

$D_{m\acute{a}x}$ = Demanda máxima

CC= Carga conectada

3.6.5. Factor de carga

Es la relación entre la demanda media y la demanda máxima, es válido en un determinado punto y período de tiempo. [Rocha Germán, 2001]

$$F_C = \frac{D_{promedio}}{D_{max}} \leq 1 \quad (3.3)$$

Donde:

Dpromedio= Demanda promedio.

Dmáx= Demanda máxima.

3.6.6. Factor de utilización

Es la relación entre la demanda máxima y la potencia total instalada para satisfacer esta demanda. [Rocha Germán, 2001]

$$F_{UTIL} = \frac{D_{max}}{S_{TI}} \quad (3.4)$$

Donde:

Dmáx= Demanda máxima.

S_{TI}= Potencia total instalada.

3.7. SOBRECARGA

Una sobrecarga, caracterizada por un incremento paulatino de la I_n , puede deberse a una anomalía permanente que se empieza a manifestar (falla de aislación), o transitoria (por ejemplo, corriente de arranque de motores).

Tanto cables como receptores están dimensionados para admitir una carga superior a la normal durante un tiempo determinado sin poner en riesgo sus características aislantes.

Cuando la sobrecarga se manifiesta de manera violenta (varias veces la I_n) de manera instantánea estamos frente a un cortocircuito, el cual deberá aislarse rápidamente para salvaguardar los bienes. [Rocha Germán, 2001].

3.8. CORTOCIRCUITO

Conexión accidental de impedancia despreciable entre 2 puntos a distintos potenciales. [Rocha Germán, 2001]

3.9. Capacidad de corriente

La intensidad de corriente se calcula de la siguiente manera:

Para circuitos bifásicos

Se calcula la corriente de la carga de la siguiente forma;

$$I_{carga} = \frac{D_{MAX}}{2 * V_f} \quad (3.5)$$

Para circuitos trifásicos

$$I_{CARGA} = \frac{D_{MAX}}{\sqrt{3} * V_L} \quad (3.6)$$

Cálculo del calibre del conductor

$$I_{CONDUCTOR} = 1,25 * I_{CARGA} \quad (3.7)$$

Donde:

I_{carga} = Corriente de carga

$I_{conductor}$ = Corriente del conductor

D_{MAX} = Demanda máxima

V_f = Voltaje de fase

V_L = Voltaje de línea

3.10. CAÍDA DE TENSIÓN

La verificación de la caída de tensión, considera la diferencia de tensión entre los extremos del conductor, calculada en base a la corriente absorbida por todos los elementos conectados al mismo y susceptibles de funcionar simultáneamente.

En toda la longitud de los conductores alimentadores de energía eléctrica para cargas (circuitos) de iluminación, tomacorrientes y fuerza, la magnitud de la caída de tensión no deberá exceder de **5%**:

- **2%** para alimentadores
- **3%** para circuitos derivados. [Rocha Germán, 2001]

$$A - mcal. = \sum_{j=1}^n L_j \times I_j$$

(3.8)

$$\Delta v_{real} = \frac{A - M_{calculado}}{A - M_{tabulado}} * \Delta v\%$$

(3.9)

Donde:

A-mcal=Amperios por metro calculado

L_j=Longitud

I_j= Corriente

ΔV_{REAL}=Caída de Tensión Real

ΔV%=Caída de Tensión según la Norma

3.11. DIAGRAMA UNIFILAR

En el diagrama unifilar se muestran las conexiones entre dispositivos, componentes, partes de un circuito eléctrico.

El diagrama unifilar debe ser lo suficientemente detallado para su buena comprensión.

La importancia de contar con el mismo, radica en conocer todos los puntos de interconexión dentro de las instalaciones, para así poder programar revisiones y

mantenimiento en determinados puntos y con ello disminuir riesgos de incendio, de fallas eléctricas, daños a maquinaria y evitar mermas en la producción.

3.12. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

El diseño de las instalaciones eléctricas se forja basado en la normativa, de manera que dé una respuesta técnica y económica adecuada a los requerimientos.

El siguiente proyecto se rige bajo las normas dictadas por el Código Eléctrico Nacional

Se considera que una instalación eléctrica es segura cuando tiene:

- Red de tierra y tomas de corriente con toma de tierra. El material aislante de los conductores de tierra suele ser verde y amarillo.
 - Al menos un diferencial que permite la desconexión automática de la alimentación ante una sobrecarga.
 - Interruptores automáticos en cada circuito.
 - Dispositivos de protección de acuerdo a la sección de cada conductor.
- [<http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/electricidad/2002/01/16/36262.php>].

CAPÍTULO IV

MEDICIONES Y LEVANTAMIENTO DE LA CARGA ACTUAL

En este capítulo se presenta la descripción de las diferentes edificaciones que forman parte del Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, así como el levantamiento de carga realizado.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE.

El Central Cafetero Gerónimo Briceño & CIA, S.A posee una superficie total del suelo de 28.308,50 m² y consta de 17 edificaciones las cuales se detallan a continuación:

- **Edificio producción**

Uso: Cuarto de máquina. Proceso productivo.

- **Oficinas administrativas**

Uso: oficinas gerenciales, administrativas y comerciales.

- **Área de talleres y salones**

Uso: Taller, depósito y salones de enseñanza.

- **Ambulatorio.**

Uso: Medico.

- **Comedor.**

Uso: comedor.

- **Oficinas comerciales.**

Uso: Operaciones comerciales de PDVAL

- **Oficina las Delicias**

Uso: oficina comercial.

- **Casa de socio 1.**

Uso: Residencial.

- **Casa de socio 2.**

Uso: Residencial.

- **Casa de socio 3.**

Uso: Residencial.

- **Casa de socio 4.**

Uso: Residencial.

- **Caseta de vigilancia.**

Uso: monitoreo y vigilancia.

- **Galpón 1.**

Uso: deposito y facturación de productos.

- **Galpón 2.**

Uso: venta de productos PDVAL.

- **Galpón 3.**

Uso: oficina, deposito PDVAL.

- **Galpón Materia Prima.**

Uso: Almacén, selección, clasificación y limpieza de café verde.

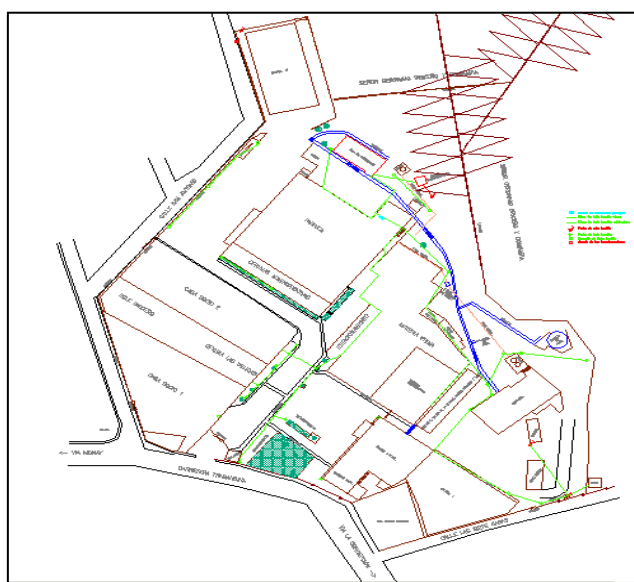


Figura 4.1. Vista de planta del Central Cafetero Gerónimo Briceño & CIA, S.A

4.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico está conectado a una línea de distribución primaria de 13.8 KV, proveniente de la subestación La Concepción de la Compañía CADAPE; dicha línea no es exclusiva para alimentar la empresa sino compartida con los poblados cercanos, actualmente según datos de CADAPE se está suministrando una tensión de alta de 12.2 KV/ 12.3 KV / 12.1 KV, en cada fase, con una caída de tensión de 1.6KV, 1.5 KV y 1.7 KV respectivamente.

El Banco de transformadores está compuesto por tres transformadores monofásicos de 75KVA, 13.8 KV/ 220V/110V. La tarifa establecida por CADAPE es la tarifa 07, servicio general 4, la demanda contratada es de 170 KVA, la cual, es de hacer notar no abastece la carga total requerida. El Central Cafetero flor de Patria Gerónimo Briceño & CIA, S.A, cuenta con una sala de generación donde llega desde la caseta de transformación las líneas trifásicas de 220/110 V y también se encuentran ubicadas las plantas eléctricas.

La planta eléctrica CATERPILLAR, es la principal fuente generadora de la empresa, la cual tiene las siguientes características: Tipo de Generación: Grupo Electrónico, Marca: CATERPILLAR, Modelo: C27 GENERATOR SET DWB, de 1000 KVA, 800 KW, una corriente de 2776 A y con combustible a gasoil

Y también poseen otra planta eléctrica, la cual funciona como sistema de emergencia de tipo de Generación grupo Electrónico, marca: ZAYCO, modelo: CZ-500, año 2008, trabaja a una frecuencia de 60 Hz, tres fases, factor de potencia 0,8, la cual tiene capacidad de servicio continuo de 490 KVA y 1289 A y de servicio de emergencia 500 KVA y 1316 A y con combustible a GASOIL.

4.2.1. Acometida CADELA

La acometida es subterránea, el conductor es de tipo TTU de calibre 500 MCM, tiene dos conductores por fase. El sistema eléctrico está interconectado tal y como se muestra en la figura N° 4.2.

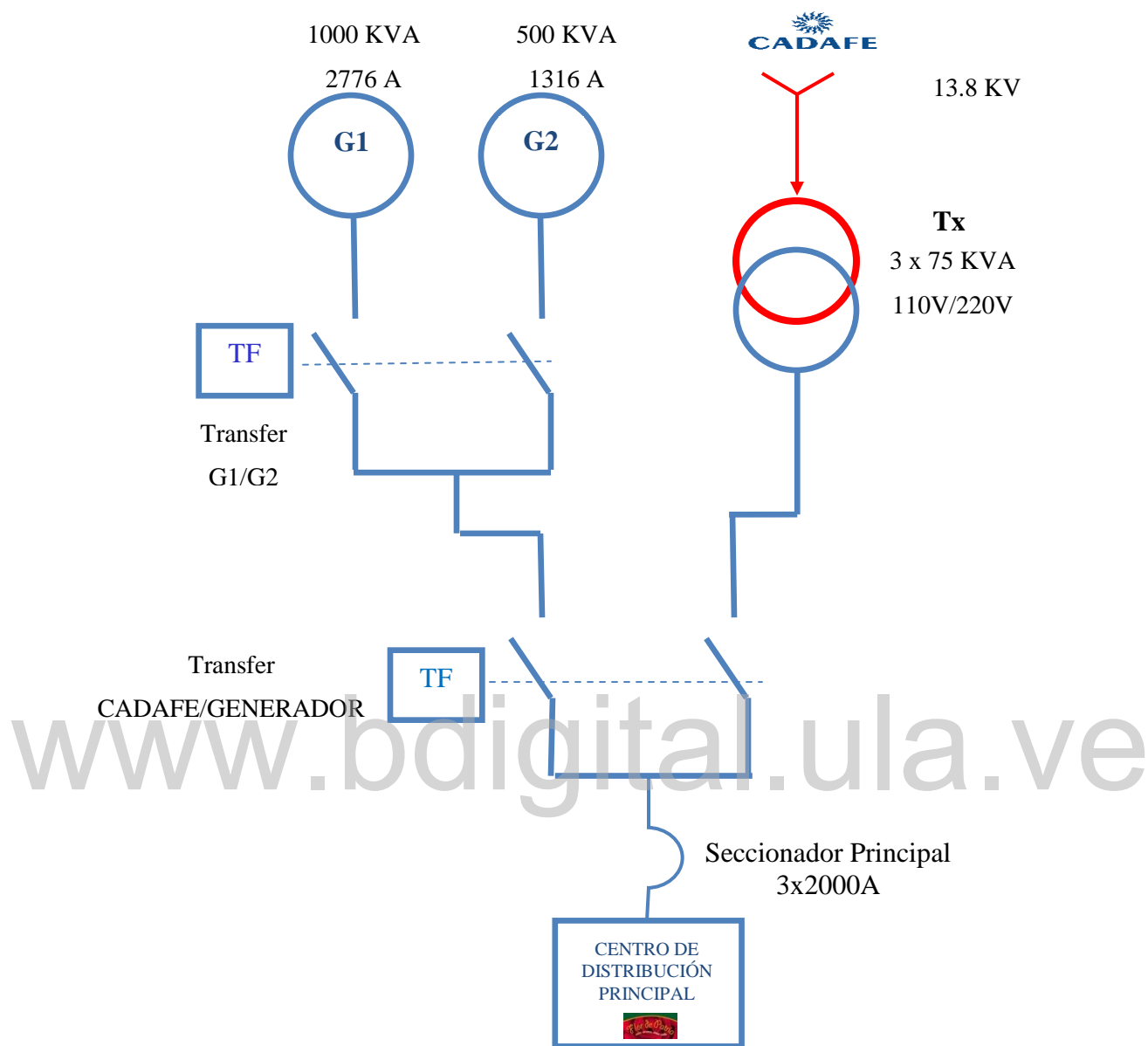


Figura 4.2. Diagrama Unifilar del Sistema Interconectado.

4.2.2. Sistema de alumbrado

El sistema de alumbrado de producción y de los galpones está compuesto de luminarias de tipo industrial con pantalla reflectora y con lámparas de luz mixta de 250 W

En las oficinas, talleres, salones, las luminarias utilizadas son de tipo fluorescente de 2x 40 W, en el comedor 2x32 W. en los baños fluorescente circulares de 32 W.

Para alumbrado exterior se utilizan lámparas de luz mixta de 250 W.

4.3. LEVANTAMIENTO DE CARGA

Se efectuó una auditoria de campo para efectuar el estudio de carga, la cual consta de las siguientes consideraciones:

- Efectuar una inspección visual y levantamiento de la red del sistema de potencia en estudio.
- Desarrollar una recolección de datos en las distintas instalaciones que conforman el Central Cafetero, como son conteo de salida de alumbrado y salida de tomacorriente y el inventario de las maquinarias.
- Verificar el estado físico en que se encuentran los equipos del sistema eléctrico, la caseta de transformación, la acometida, los tableros, protecciones, conductores entre otros.
- Actualizar el diagrama unifilar del sistema.
- Hacer las mediciones de la corriente, voltaje.

4.3.1. Inspección y levantamiento del sistema eléctrico

Se realizó una inspección visual de la red efectuando un recorrido para identificar la ubicación de los diferentes tableros y la trayectoria del tendido eléctrico exterior el cual lleva electricidad a las áreas externas de la empresa de manera de poder calcular si dicho conductor soporta la carga conectada, debido a que hay instalaciones, específicamente dos pequeños talleres, los cuales carecen de puntos de electricidad y a su vez verificar estado físico del mismo.

El tendido eléctrico exterior parte del tablero principal, alimenta las áreas exteriores de la empresa; dicho tendido se divide en dos, el cual para una mayor comprensión se nombrarán Línea A y Línea B, en la línea A una parte es aérea otra es subterránea; la parte de la línea aérea alimenta el galpón de materia prima y la parte subterránea alimenta la caseta de vigilancia, dos casas de los socios, parte del alumbrado externo y la oficina Las Delicias. Por su parte la línea B la cual es aérea, proporciona electricidad a los salones de clase del INCE y de Barrio Adentro, al taller LA CIMBALI, taller 1 y 2, Depósito, oficina por habilitar, el

ambulatorio, alumbrado externo, dos casas, el comedor, las oficinas de PDVAL y los galpones 1 y 2. También se tiene una línea externa la línea C que proporciona alimentación al galpón 3 y el alumbrado externo de esa zona.

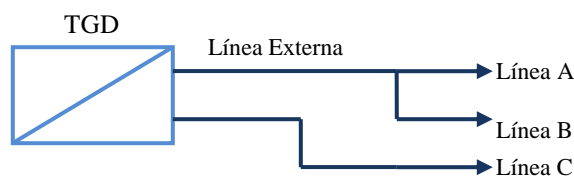


Figura 4.3. Diagrama de líneas externas.

Debido a la inexistencia de los planos que muestren el trazado de la línea externa, se hizo necesario dibujar el trazado del sistema de distribución eléctrica exterior pudiéndose observar en el anexo A.

4.3.2. Recolección de datos

Se efectuó un conteo de salidas de alumbrado y tomacorriente en cada dependencia del central, así como un inventario de las maquinarias que conforman el proceso productivo para a través de los datos de placa tener el consumo de cada equipo, con el fin de estimar la carga conectada al sistema.

El factor de potencia considerado es de 0,8, el cual es dado por la planta eléctrica.

Las cargas por salida de alumbrado se consideraron según la el tipo de luminaria

Por cada tomacorriente de uso general se consideró una carga de 180 VA continuación se muestran por aéreas los datos recabados:

4.3.2.1. Área Oficinas principales

Tabla N°4.1 Demanda Recepción

DEMANDA RECEPCIÓN						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	150	3	0,8	450	1	450
TUG	180	2	0,8	360	1	360
Dmáx (VA)						810
KVA						0,81

Tabla N°4.2 Demanda oficina de Pagos

DEMANDA OFICINA DE PAGOS						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	4	0,8	480	1	480
TUG	180	5	0,8	900	1	900
TUG	180	6	0,8	1080	1	1080
Dmáx (VA)						2460
KVA						2,46

Tabla N°4.3 Demanda oficina Directivo principal

DEMANDA OFICINA DIRECTIVO PRINCIPAL						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	150	2	0,8	300	1	300
TUG	180	4	0,8	720	1	720
Dmáx (VA)						1020
KVA						1,02

Tabla N°4.4 Demanda Oficina Vicepresidencia

DEMANDA OFICINA VICE PRESIDENCIA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	150	2	0,8	300	1	300
TUG	180	4	0,8	720	1	720
Dmáx (VA)						1020
KVA						1,02

Tabla N°4.5 Demanda Recepción Presidencia

DEMANDA OFICINA RECEPCION PRESIDENCIA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	2	0,8	240	1	240
TUG	180	2	0,8	360	1	360
Dmáx (VA)						600
KVA						0,6

Tabla N°4.6 Demanda Oficina Presidencia

DEMANDA OFICINA PRESIDENCIA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	7	0,8	840	1	840
TUG	180	7	0,8	1260	1	1260
Dmáx (VA)						2100
KVA						2,1

Tabla N°4.7 Demanda Pasillo

DEMANDA PASILLO						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	5	0,8	600	1	600
Alumbrado	80	1	0,8	80	1	80
TUG	180	3	0,8	540	0,6	324
Dmáx (VA)						1004
KVA						1,004

Tabla N°4.8 Demanda Baño Dama

DEMANDA BAÑO ENTRADA DAMA						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	1	0,8	120	1	120
Alumbrado	30	1	0,8	30	1	30
TUG	180	1	0,8	180	0,5	90
Dmáx (VA)						240
KVA						0,24

Tabla N°4.9 Demanda Baño Caballero

DEMANDA BAÑO ENTRADA CABALLERO						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	120	1	0,8	120	1	120
Alumbrado	30	1	0,8	30	1	30
TUG	180	1	0,8	180	0,5	90
Dmáx (VA)						240
KVA						0,24

Tabla N°4.10 Demanda Aire Acondicionado

DEMANDA AIRE ACONDICIONADO OFICINAS ADMINISTRATIVAS							
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
A/A Recepción	2400,000	1	0,8	2400,000	1	2400,000	
A/A Sistema	2400,000	1	0,8	2400,000	1	2400,000	
A/A Oficina de pagos	13914,091	1	0,8	13914,091	1	13914,091	
A/A Cafetín y oficinas	21969,618	2	0,8	43939,236	1	43939,236	
A/A Sala de control	2400,000	1	0,8	2400,000	1	2400,000	
A/A Oficina Directivo	2400,000	1	0,8	2400,000	1	2400,000	
A/A Oficina Vicepresidencia	2400,000	1	0,8	2400,000	1	2400,000	
A/A Oficina presidencia	21969,618	1	0,8	21969,618	1	21969,618	
A/A Oficina venta y oficina despacho	21969,618	1	0,8	21969,618	1	21969,618	
Dmáx (VA)						113792,563	
KVA						113,793	

4.3.2.2. Área administrativa y área de Cafetín.

Tabla N°4.11 Demanda Cafetín

DEMANDA CAFETIN						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	2	0,8	200	1	200
TUG	180	5	0,8	900	0,8	720
Máquina Café	5625	1	0,8	5625	1	5625
Enfriador	450	1	0,8	450	1	450
Dmáx (VA)						6995
KVA						6,995

Tabla N°4.12 Demanda Oficina Recursos Humanos

DEMANDA OFICINA RECURSOS HUMANOS						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	3	0,8	600	1	600
TUG	180	3	0,8	540	1	540
Dmáx (VA)						1140
KVA						1,14

Tabla N°4.13 Demanda Gerencia de Ventas

DEMANDA GERENCIA DE VENTAS						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	4	0,8	800	1	800
TUG	180	7	0,8	1260	1	1260
Dmáx (VA)						2060
KVA						2,06

Tabla N°4.14 Demanda Sala de Navegación

DEMANDA SALA NAVEGACIÓN						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	2	0,8	400	1	400
TUG	180	5	0,8	900	1	900
Dmáx (VA)						1300
KVA						1,3

Tabla N°4.15 Demanda Oficina Contabilidad

DEMANDA OFICINA CONTABILIDAD						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	4	0,8	800	1	800
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440
Dmáx (VA)						2240
KVA						2,24

Tabla N°4.16 Demanda Oficina de Ventas

DEMANDA OFICINA DE VENTAS						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	1	0,8	200	1	200
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440
Dmáx (VA)						1640
KVA						1,64

4.3.2.2. Área Archivo y Oficinas de compra, Operaciones

Tabla N°4.17 Demanda Oficina Archivo

DEMANDA ARCHIVO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	2	0,8	200	1	200
TUG	180	4	0,8	720	1	720
Dmáx (VA)						920
KVA						0,92

Tabla N°4.18 Demanda Archivador Móvil

DEMANDA ARCHIVADOR MOVIL						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	3	0,8	300	1	300
Dmáx (VA)						300
KVA						0,3

Tabla N°4.19 Demanda Pasillo

DEMANDA PASILLO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	27,5	2	0,8	55	1	55
TUG	180	1	0,8	180	0,5	90
Dmáx (VA)						145
KVA						0,145

Tabla N°4.20 Demanda Área Exterior Archivo

DEMANDA ÁREA EXTERIOR ARCHIVO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	12	0,8	1200	1	1200
TUG	180	7	0,8	1260	0,7	882
Dmáx (VA)						2082
KVA						2,082

Tabla N°4.21 Demanda Oficina Coordinación

DEMANDA OFICINA LIC FRANCISCO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	1	0,8	200	1	200
TUG	180	5	0,8	900	0,8	720
TUG	180	5	0,8	900	0,8	720
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						2840
KVA						2,84

Tabla N°4.22 Demanda Deposito Sistema

DEMANDA DEPOSITO SISTEMA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	27,5	1	0,8	27,5	0,6	16,5
TUG	180	1	0,8	180	0,6	108
Dmáx (VA)						124,5
KVA						0,125

Tabla N°4.23 Demanda. Oficina Compra

DEMANDA OFICINA COMPRA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	188,235294	1	0,85	188,235294	1	188,235
TUG	180	3	0,8	540	0,8	432,000
Dmáx (VA)						620,235
KVA						0,620

Tabla N°4.24 Demanda Oficina Operaciones

DEMANDA OFICINA OPERACIONES						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	1	0,8	200	1	200
TUG	180	4	0,8	720	0,8	576
Dmáx (VA)						776
KVA						0,776

Tabla N°4.25 Demanda Oficina Administración

DEMANDA OFICINA ADMINISTRACIÓN						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	1	0,8	200	1	200
TUG	180	4	0,8	720	1	720
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Dmáx (VA)						5720
KVA						5,72

Tabla N°4.26 Demanda Aire acondicionado Oficinas Compra/Operaciones

DEMANDA A/A OFICINA COMPRA-OPERACIONES						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Aire acondicionado	21969,6179	1	0,8	21969,6179	1	21969,6179
Dmáx (VA)						21969,6179
KVA						21,9696179

4.3.2.3. Área Producción

Tabla N°4.27 Demanda Maquinaria Producción

Produccion								
Circuito	V3φ (V)	F(Hz)	η(%)	Fp	CC(KVA)	FDEMANDA(%)	FCOINCIDENCIA	In3φ(A)
Tostadora 4000	220	60	90	0,8	200,00	1	1	656,08
Tostadora 2000	220	60	90	0,8	62,50	1	1	205,02
Tostadora 1000	220	60	90	0,8	35,20	1	1	115,47
Tostadora 100	220	60	90	0,8	15,88	1	1	52,09
Molino 1	220	60	90	0,8	35,20	1	1	160,00
Molino 2	220	60	90	0,8	35,20	1	1	160,00
Molino 3	220	60	90	0,8	35,20	1	1	160,00
Peletizador	220	60	90	0,8	44,76	1	1	25,00
Sala de control	220	60	90	0,8	0,42	1	1	1,91
Termo incogible 200 gr	220	60	90	0,8	5,00	1	1	22,73
Termo incogible 1/2Kg	220	60	90	0,8	5,00	1	1	22,73
Tolvas empaquetadora Rov	220	60	90	0,8	0,56	1	1	2,53
JESMI	220	60	90	0,8	6,99	1	1	21,00
ROVEMA	220	60	90	0,8	19,50	1	1	88,64
ROVEMA 4	220	60	90	0,8	4,50	1	1	20,45
SCHLOSSPACK	220	60	90	0,8	2,05	1	1	9,33
Despedradora	220	60	90	0,8	0,46	1	1	2,10
Molino Victoria	220	60	90	0,8	8,36	1	1	19,00

Continuación, Tabla N°4.27 Demanda Maquinaria Producción

Produccion								
Circuito	V3 ϕ (V)	F(Hz)	η (%)	Fp	CC(KVA)	FDEMANDA(%)	FCOINCIDENCIA	In3 ϕ (A)
Esmeril de banco	115	60	90	0,8	0,47	1	1	0,00
Maquina lata	220	60	90	0,8	2,80	1	1	12,72
Soldador	220	60	90	0,8	49,50	1	1	225,00
Demanda total					772,68			

Tabla N°4.28 Demanda Sala de Control

DEMANDA SALA DE CONTROL						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	160	2	0,8	320	1	320
TUG	180	5	0,8	900	1	900
Dmáx (VA)						1220
KVA						1,22

Tabla N°4.29 Demanda Tablero Sala de Control

DEMANDA TABLERO SALA DE CONTROL						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
PLC	419,466667	2	0,8	838,933333	1	838,933
Dmáx (VA)						838,933
KVA						0,839

Tablero ST2

Tabla N°4.30 Demanda Tomacorriente Columnas Producción

DEMANDA TOMAS COLUMNAS PRODUCCION						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
TUG	180	9	0,8	1620	1	1620
T2 ϕ	7200	9	0.8	64800	0.4	25920
T3 ϕ	11431.535	3	0.8	34294.606	0.4	13717.842
Dmáx (VA)						41257.842
KVA						41.258

Tabla N°4.31 Demanda Alumbrado Producción

DEMANDA ALUMBRADO PRODUCCIÓN						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Dmáx (VA)						25000
KVA						25

Tabla N°4.32 Demanda Baño Dama Producción

DEMANDA BAÑO DAMA PRODUCCIÓN						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	30	5	0,8	150	1	150
TUG	180	2	0,8	360	0,4	144
Dmáx (VA)						294
KVA						0,294

Tabla N°4.33 Demanda Baño Caballero Producción

DEMANDA BAÑO CABALLERO PRODUCCIÓN						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	30	4	0,8	120	1	120
TUG	180	2	0,8	360	0,4	144
Dmáx (VA)						264
KVA						0,264

Tabla N°4.34 Demanda Alumbrado Parte Exterior Despacho

DEMANDA ALUMBRADO DESPACHO PARTE EXTERIOR						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	40	5	0,8	200	1	200
Dmáx (VA)						200
KVA						0,2

Tabla N°4.35. Demanda Alumbrado Área Peletizador

DEMANDA ALUMBRADO AREA PELETIZADOR						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	312,5	5	0,8	1562,5	1	1562,5
Dmáx (VA)						1562,5
KVA						1,5625

Tabla N°4.36. Demanda Oficina despacho

DEMANDA OFICINA DE DESPACHO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	3	0,8	600	1	600
TUG	180	4	0,8	720	1	720
Dmáx (VA)						1320
KVA						1,32

Tabla N°4.37. Demanda Hidroneumático de Baños de Producción

DEMANDA HIDRONEUMATICO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Hidroneumático	1375	1	0,8	1375	1	1375
Dmáx (VA)						1375
KVA						1,375

Tabla N°4.38. Demanda Aire Acondicionado Almacén y laboratorio

DEMANDA A/A ALMACEN Y LABORATORIO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Dmáx (VA)						3600
KVA						3,6

Tabla N°4.39. Demanda Alumbrado exterior Galpón N° 3

DEMANDA ALUMBRADO EXTERIOR						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	312,5	8	0,8	2500	1	2500
Dmáx (VA)						2500
KVA						2,5

Tablero ST1

Tabla N°4.40. Demanda Laboratorio

DEMANDA LABORATORIO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	2	0,8	400	1	400
TUG	180	5	0,8	900	1	900
TUG	180	5	0,8	900	1	900
T2φ	7200	1	0,8	7200	0,4	2880
Dmáx (VA)						5080
KVA						5,08

Tabla N°4.41. Demanda Almacén

DEMANDA ALMACEN						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	790	6	0.8	790	1	790
TUG	180	3	0,8	540	1	540
T2φ	7200	1	0.8	7200	0.4	2880
Dmáx (VA)						4210
KVA						4.21

Tabla N°4.42. Demanda Taller

DEMANDA TALLER						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	200	2	0.8	200	1	200
TUG	180	1	0,8	180	0.8	144
T2φ	7200	1	0.8	7200	0.4	2880
T3φ	11431.5353	1	0.8	11431.5353	0.4	4572.614
Dmáx (VA)						7796.614
KVA						7.797

4.3.2.4. Área Materia Prima

Tabla N°4.43 Demanda Área Máquina Clasificadora

DEMANDA MÁQUINA CLASIFICADORA						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	6	0,8	600	1	600
TUG	180	2	0,8	360	1	360
Dmáx (VA)						960
KVA						0,96

Tabla N°4.44 Demanda Motores Máquinas Disimétricas

DEMANDA MOTORES MÁQUINA DESIMETRICA									
Uso	KW	I(A)	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Motor de Elevadores	2,23 8	8	2797,5	4	0, 8	11190	1	11190	
Motor de Sinfín	0,75	3,4 6	1875	3	0, 8	5625	1	5625	
Motor Clasificador vibratorio	2,23 8	8,2	687,5	1	0, 8	687,5	1	687,5	
Motor clasificador disimétrico	3,7	3,4 6	462,5	1	0, 8	462,5	1	462,5	
								Dmáx (VA)	17965
								KVA	17,965

Tabla N°4.45 Demanda Galpón Materia Prima

DEMANDA GALPON MATERIA PRIMA							
Uso	S c/u(VA)	N°Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Alumbrado recepción materia prima	100	8	0,8	800	1	800	
Alumbrado máquina limpiadora	100	5	0,8	500	1	500	
Alumbrado Exterior	100	5	0,8	500	1	500	
TUG	180	3	0,8	540	1	540	
T 2φ	9600	5	0,8	48000	1	48000	
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400	
						Dmáx (VA)	52740
						KVA	52.74

Tabla N°4.46 Demanda Motores Materia Prima

DEMANDA MOTORES MATERIA PRIMA							
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Motor	1375	2	0,8	2750	1	2750	
Motor	1875	3	0,8	5625	1	5625	
Motor	687,5	3	0,8	2062,5	1	2062,5	
Motor	462,5	3	0,8	1387,5	1	1387,5	
Motor	2750	1	0,8	2750	1	2750	
Motor	18750	1	0,8	18750	1	18750	
Motor	937,5	2	0,8	1875	1	1875	
						Dmáx (VA)	14575
						KVA	14,575

Tabla N°4.47 Demanda Hidroneumático

DEMANDA HIDRONEUMATICO							
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Hidroneumático	1375	1	0,8	1375	1	1375	
						Dmáx (VA)	1375
						KVA	1,375

4.3.2.6. Área sala de generación

Tabla N°4.48 Demanda Cuarto detrás de Almacén

DEMANDA CUARTO DETRAS DE ALMACEN							
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Alumbrado	200	1	0.8	200	0.2	40	
						Dmáx (VA)	40
						KVA	0.04

Tabla N°4.49 Demanda Sala de generación

DEMANDA GENERACIÓN							
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Alumbrado	312,5	10	0,8	3125	1	3125	
T3φ	11431,5353	1	0,8	11431,5353	0,3	3429,461	
						Dmáx (VA)	6554,461
						KVA	6,554

Tabla N°4.50 Demanda Cuarto tanque de agua

DEMANDA CUARTO TANQUE DE AGUA							
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Alumbrado	100	2	0,8	200	0,4	80	
						Dmáx (VA)	80
						KVA	0,08

Tabla N°4.51 Demanda Compresor LEROY

DEMANDA COMPRESOR LEROY							
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
COMPRESOR	2536,4	2	0,8	5072,8	1	5072,8	
						Dmáx (VA)	5072,8
						KVA	5,0728

Tabla N°4.52 Demanda Compresor SULLIVAN

DEMANDA COMPRESOR SULLIVAN							
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
COMPRESOR	37300	1	0,8	37300	1	37300	
						Dmáx (VA)	37300
						KVA	37,3

4.3.2.7. Área PDVAL

Tabla N°4.53 Demanda Oficinas PDVAL

DEMANDA PDVAL							
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)	
Alumbrado	100	15	0,8	1500	1	1500	
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440	
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440	
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440	
TUG	180	8	0,8	1440	1	1440	
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400	
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400	
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400	
Aire acondicionado	21969,618	1	0,8	21969,618	1	21969,618	
Hidroneumático	1375	1	0,8	1375	1	1375	
						Dmáx (VA)	36429,62
						KVA	36,43

4.3.2.8. Área comedor

Tabla N°4.54 Demanda Comedor

Demanda Comedor						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	112.94	10	0.85	1129.412	0.6	677.65
Alumbrado	112.94	10	0.85	1129.412	0.6	677.65
Alumbrado	20	4	0.85	80	0.6	48
TUG	180	7	0,8	1260	0.4	504
TUG	180	8	0,8	1440	0.4	576
TUG	180	8	0,8	1440	0.4	576
Aire acondicionado	21969.62	1	0.8	21969.618	1	21969.62
Aire acondicionado	21969.62	1	0.8	21969.618	1	21969.62
Enfriador	450	1	0.8	450	1	450

Continuación, Tabla N°4.54 Demanda Comedor

Demanda Comedor						
Uso	S c/u(VA)	Nº Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Cocina Eléctrica	3600	1	0,8	3600	1	3600
Máquina Café	5625	1	0,8	7031,25	0,8	5625
Nevera	750	1	0,8	937,5	1	937,5
Dmáx (VA)						77993,64
KVA						77,99

4.3.2.9. Área Vigilancia

Tabla N°4.55 Demanda Caseta de Vigilancia

Demanda Vigilancia						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	37.65	1	0.85	37.65	0.6	22.59
Alumbrado	357.65	8	0.85	2861.18	0.6	1716.71
Alumbrado	294.12	12	0.85	3529.41	1	3529.41
TUG	180	11	0,8	1980.00	0.9	1782
T2φ	7200	2	0.8	14400.00	0.4	5760
Aire acondicionado	2400	1	0.8	2400.00	1	2400
Aire acondicionado	2400	1	0.8	2400.00	1	2400
Dmáx (VA)						17610.71
KVA						17.61

4.3.1.10. Galpón 1

Tabla N°4.56 Demanda Galpón N°1

Galpón 1						
Uso	S c/u(VA)	Nº Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	294,12	4	0,85	1176,47	0,7	823,53
Alumbrado	294,12	4	0,85	1176,47	0,7	823,53
Alumbrado Exterior	3588,24	3	0,85	3588,24	1	3588,24
TUG	180	8	0,8	1440	0,8	1152,00
Dmáx (VA)						6387,29
KVA						6,39

4.3.2.11. Galpón 2

Tabla N°4.57 Demanda Galpón N°2

Galpón 2						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	294,12	8	0,85	2352,94	0,8	1882,35
Alumbrado Exterior	588,24	3	0,85	588,24	1	588,24
Alumbrado oficinas	752,94	8	0,85	752,94	1	752,94
Alumbrado baño	188,24	5	0,85	188,24	0,8	150,59
TUG	180	6	0,8	1080	0,8	864
TUG	180	6	0,8	1080	0,8	864
TUG	180	7	0,8	1260	0,8	1008
T2φ	7200	4	0,8	28800	0,8	23040
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Dmáx (VA)						32750,12
KVA						32,75

4.3.2.12. Galpón 3

Tabla N°4.58 Demanda Galpón N°3

Galpón 3						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	2465,88	11	0,85	2465,88	0,7	1726,12
Alumbrado Exterior	9117,65	9	0,85	9117,65	1	9117,65
TUG	180	7	0,8	1260	0,7	882
TUG	180	7	0,8	1260	0,7	882
TUG	180	6	0,8	1080	0,7	756
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						14563,76
KVA						14,56

4.3.2.13. Aéreas Externas

Tabla N°4.59 Demanda Ambulatorio

DEMANDA AMBULATORIO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	37.65	12	0.85	451.764706	1	451.76
TUG	180	7	0,8	1260	0.8	1008
TUG	180	6	0,8	1080	0.8	864

Continuación, Tabla N°4.59 Demanda Ambulatorio

DEMANDA AMBULATORIO						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
T2 ϕ	7200	3	0,8	21600	0,4	8640
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						12240,00
KVA						12,24

Tabla N°4.60 Demanda INCE

DEMANDA INCE						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	4	0.8	400	1	400
Alumbrado	100	5	0.8	500	1	500
TUG	180	3	0,8	540	0.8	432
T3 ϕ	11431.54	3	0.8	34294.606	0.7	24006.22
Aire acondicionado	2400	1	0.8	2400	1	2400
Aire acondicionado	1200	1	0.8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						28938.22
KVA						28.94

Tabla N°4.61 Demanda Baños INCE

DEMANDA BAÑO INCE						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	30	2	0,8	60	1	60
TUG	180	2	0,8	360	0,5	180
Dmáx (VA)						240
KVA						0,24

Tabla N°4.62 Demanda Salón Barrio Adentro

DEMANDA SALÓN BARRIO ADENTRO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
TUG	180	2	0,8	360	1	360
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Dmáx (VA)						2760
KVA						2,76

Tabla N°4.63 Demanda oficina lado del ambulatorio

DEMANDA CUARTOS A LADO DE AMBULATORIO						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	180	4	0,8	180	1	180
TUG	180	5	0,8	900	0,7	630
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						2010
KVA						2,01

Tabla N°4.64 Demanda Taller LA CIMBALI

DEMANDA TALLER CIMBALI						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	225	4	0,8	900	1	900
TUG	180	5	0,8	900	0,8	720
T2φ	7200	5	0,8	36000	0,8	28800
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						31620
KVA						31,62

Tabla N°4.65 Demanda Taller 1

DEMANDA TALLER 1						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	94,1176471	2	0,85	188,235294	0,6	112,94
TUG	180	4	0,8	720	0,6	432
T2φ	7200	1	0,8	7200	0,5	3600
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						5.344,94
KVA						5,34

Tabla N°4.66 Demanda Taller 2

DEMANDA TALLER 2						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	94,1176471	2	0,85	188,235294	0,6	112,94
TUG	180	4	0,8	720	0,6	432
T2φ	7200	1	0,8	7200	0,5	3600
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						5.344,94
KVA						5,34

Tabla N°4.67 Demanda alumbrado exterior INCE

DEMANDA ALUMBRADO PARTE EXTERIOR INCE						
Uso	S c/u(VA)	N° Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	312,5	5	0,8	1562,5	1	1562,5
Dmáx (VA)						1562,5
KVA						1,5625

Tabla N°4.68 Demanda Cuarto tanque de agua

DEMANDA CUARTO TANQUE DE AGUA						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	100	2	1	200	0,4	80
Dmáx (VA)						80
KVA						0,08

4.3.2.14. Casas Socios

Tabla N°4.69 Demanda Casa Señor Leonardo

DEMANDA Casa Sr. Leonardo						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	117,647	12	0,85	1.411,765	0,7	988,235
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
Bomba de agua	462,5	1	0,8	462,5	1	462,500
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Dmáx (VA)						5110,735
KVA						5,111

Tabla N°4.70 Demanda Casa Señor Víctor

DEMANDA Casa Sr. Víctor						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
Bomba de agua	462,5	1	0,8	462,5	1	462,500
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Dmáx (VA)						5110,735
KVA						5,111

Tabla N°4.71 Demanda Oficina Las Delicias

DEMANDA OFICINA LAS DELICIAS						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	125	7	0,8	875	0,9	787,5
TUG	180	8	0,8	1440	0,6	864
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Dmáx (VA)						2851,5
KVA						2,8515

Tabla N°4.72 Demanda Casa Licenciado

DEMANDA CASA LICENCIADO						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630
Bomba de agua	462,5	1	0,8	462,5	1	463
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Aire acondicionado	2400	1	0,8	2400	1	2400
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200
Hidroneumático	1375	1	0,8	1375	1	1375
Calentador	3750	1	0,8	3750	1	3750
Cocina eléctrica	15000	1	0,8	15000	0,7	10500
Secadora	6250	1	0,8	6250	0,6	3750
Enfriador	450	1	0,8	450	1	450
Dmáx (VA)						33542,206
KVA						33,542

Tabla N°4.73 Demanda Casa Matriz

DEMANDA CASA PLATABANDA						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
Alumbrado	117,647059	12	0,85	1411,76471	0,7	988,235
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
TUG	180	7	0,8	1260	0,5	630,000
Bomba de agua	462,5	1	0,8	462,5	1	462,500
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,000
Dmáx (VA)						6728,971
KVA						6,729

4.3.3. Descripción del estado físico de las Instalaciones que conforman el sistema eléctrico

4.3.3.1. Caseta de transformación y Acometida

La caseta de transformación está ubicada a un costado de la sala de generación, la cual alberga a una bancada de 3 transformadores monofásicos de 75 KVA- 13,8 KV/240/120 V, fusible para una capacidad de 13,8 KV, posee tres cortacorrientes de 12 A cada uno. Por simple inspección se pudo notar que dicha instalación data de mucho tiempo, se evidencia la presencia de tierra, telaraña, cuenta con la ventilación requerida al igual que la señal indicativa de que es un lugar de alto riesgo eléctrico.

En la acometida es trifásica cuatro hilos, dos conductores por fase calibre AWG # 500 MCM y con un conductor de neutro, los cuales van de manera subterránea a la sala de generación que se encuentra a 20 m a través de 4 tuberías PVC y de ahí en bandeja porta cable al tablero del centro de distribución principal que se encuentra en el área de Producción Se puede apreciar que los conductores se encuentran en buen estado, presencia de agua empozada en el canal previsto para la tubería.



Figura N°4.4. Caseta de transformación.

4.3.3.2. Tableros, protecciones y conductores

Se efectuó un reporte de cada uno de los tableros que conforman el sistema eléctrico del Central, se realizaron medición de voltaje y corriente instantánea por medio de un multímetro en cada fase de los alimentadores así como en los circuitos ramales. Los tableros auditados se describen en la tabla N° 4.74.

Descripción los tableros. Con la finalidad de facilitar la ubicación de los tableros se dividió el edificio de producción según sus coordenadas de la siguiente manera:

En la zona norte se encuentra ubicada la tostadora de 100 Kilogramos, la tostadora 2000 y un área de almacenamiento.

En la zona sur se encuentra ubicada el área de recepción, área de archivo, oficina de administración, sala de control y cafetín.

En la zona este se encuentra el almacén, laboratorio, tostadora 4000, peletizador y los silos que almacenan el café tostado.

En la zona oeste se encuentra el área de despacho, oficina de despacho, en el piso dos la oficina de presidencia y oficina de venta.

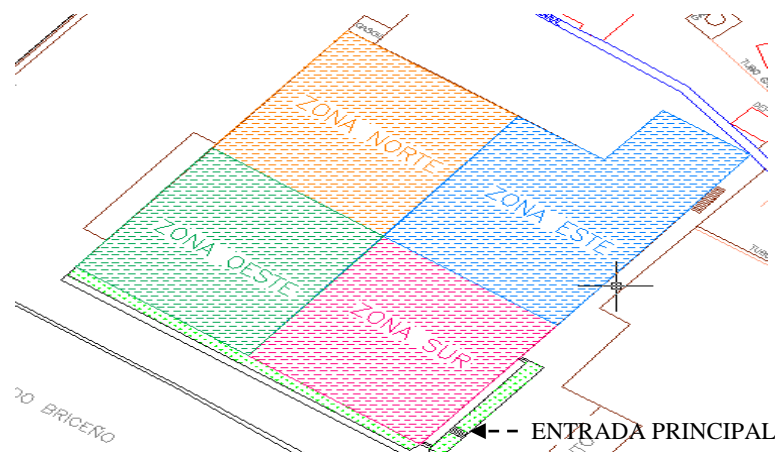


Figura N°4.5. División por zonas del edificio de producción.

Tabla N°4.74 Tableros Auditados

TABLERO	UBICACIÓN	TIPO DE CARGA
Principal	Producción	Motores, alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
ST1	Producción	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
ST2	Producción	Alumbrado, tomacorriente.
Recepción	Planta dos	Alumbrado, tomacorriente
Cafetín	Planta uno	Alumbrado, tomacorriente
Archivo	Planta dos	Alumbrado, tomacorriente
Oficina Administración	Planta tres	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Aire acondicionado oficinas	Área exterior	Aire acondicionado
Aire acondicionado compra	Área exterior	Aire acondicionado
Galpón N°3	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Oficina Las Delicias	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Casa socio 1	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Vigilancia	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Oficinas PDVAL	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Comedor	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Galpón N°1	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente
Galpón N°2	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Ambulatorio	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Taller LA CIMBALI	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Salón Barrio Adentro	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Salón INCE	Área exterior	Alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado
Maquina Clasificadora	Área exterior	Motores
Materia Prima	Área exterior	Motores

Centro de Distribución Principal Está ubicado en la zona este, en el área de producción, detrás de la máquina peletizadora. Se alimenta desde la sala de generación por medio de 12 conductores que van por bandeja.



Figura N°4.6. Cableado en bandeja del alimentador del Centro de Distribución Principal.

Los conductores se observan en buen estado, no presentan calentamiento al tacto. Posee una protección principal de 2000 A. Las protecciones de los circuitos ramales se encuentran en buen estado. El centro de distribución principal está formado por un gabinete y compuesto por 20 protecciones trifásicas que alimentan las diferentes áreas del Central.



Figura 4.7. Centro de Distribución Principal.

Tablero ST1 Está ubicado en la zona este, el área de producción al lado del tablero principal. Es un tablero trifásico de 18 polos, cuatro hilos 120/240 V, un total de 12 protecciones, 6 monofásicas y 6 bifásicas. En los conductores se observan el aislamiento en buen estado y no hay signos de corto circuito. Alimenta cargas de alumbrado y tomacorriente del almacén, oficina de mantenimiento y el laboratorio; los circuitos no están identificados.



Figura 4.8. Tablero ST1.

Tablero ST2 Está ubicado en la zona este, en el área de producción, detrás de la máquina peletizadora, alimenta circuitos de alumbrado y tomacorriente localizados en los espacios de producción, los aires acondicionados de almacén y laboratorio así como también, alimenta el tablero del cafetín y el tablero de Recepción, los cuales a su vez proveen alimentación para las cargas de alumbrado y tomacorrientes de dichas zonas. Es un tablero trifásico, 120/240 V consta de dieciocho polos, los conductores de los polos 1, 2, 3, 5 y 17 presentan calentamiento al tacto. Los circuitos no se encuentran identificados. No posee conexión a tierra.



Figura 4.9. Tablero ST2.

Tablero Cafetín Se encuentra ubicado en el zona sur de la fábrica en la planta uno, este tablero depende del tablero ST2, es un tablero trifásico, alimenta el área del cafetín, las oficinas de recursos humanos, gerencia de ventas, la sala de navegación, Contabilidad, ventas. Los conductores no presentan calentamiento al tacto, cuenta con ocho protecciones las cuales se observan en buen estado.



Figura 4.10. Tablero Cafetín.

Tablero Recepción Está ubicado en la zona sur, en la parte interior de la entrada del edificio de producción. Es un tablero trifásico con una protección principal de 100 A y con 12 protecciones para los circuitos ramales alimenta carga de alumbrado y equipos de oficina.



Figura 4.11. Tablero Recepción.

Tablero Archivo Está ubicado en la planta número tres, en la zona sur, es un tablero de dos fases, 120/240 V, 3 hilos, de montaje superficial, posee una protección principal de 100 A y 12 protecciones para los circuitos ramales, los conductores principales parten del centro de distribución principal, comparte el del breaker con el molino expreso alimenta cargas de alumbrado y tomacorriente.



Figura 4.12. Tablero Archivo.

Tablero Oficina Administración Está ubicado en la zona sur en la tercera planta al fondo de la oficina de administración detrás del mobiliario de oficina, es un tablero bifásico, alimenta cargas de alumbrado, tomacorriente de uso general y dos unidades de aire acondicionado.



Figura 4.13. Tablero Administración.

Tablero Aires Acondicionados Oficinas Está ubicado en la parte externa del edificio de producción en la zona sur, el montaje es superficial posee dos breaker de 60 A. El breaker de 60 A de la izquierda alimenta otro tablero que se encuentra de igual forma del lado izquierdo (ver figura 4.14), de este ultimo tablero se suministra alimentación a los aires acondicionados de la planta uno y de la planta dos de la fábrica de la zona este. El breaker de la derecha alimenta los aires acondicionados de las zonas sur.



Figura 4.14. Tablero Aire Acondicionado Oficinas.

Tablero Aire Acondicionado Oficina Compra y Operaciones Se encuentra ubicado en la parte superior externa del edificio de producción en la zona este, consta de un breaker trifásico de 60 A, el cual alimenta dos aires acondicionados de uno y cinco toneladas respectivamente.



Figura 4.15. Tablero Aire Acondicionado Oficina Compra.

Tablero Galpón 3 Es un tablero trifásico con protección principal de 125 A, consta de 18 polos, alimenta cargas de alumbrado y toma corriente así como las luces de emergencia y la central de incendio de dicho galpón. Es de hacer notar que dicho tablero se alimenta del tablero ST2.



Figura 4.16. Tablero Galpón 3

Tablero Oficina Las Delicias Está ubicado en la parte exterior de la oficina, es un tablero bifásico tres hilos, 120/240 V. Alimenta cargas de alumbrado, tomacorriente y un aire acondicionado. Se encuentra bastante congestionado, se pudo observar la existencia de conductores los cuales están desconectados ocupando un espacio innecesario. Los conductores del el aire acondicionado presentan calentamiento al tacto. En el tablero se produce ruido.

www.bdigital.ula.ve



Conductores Aire Acondicionado

Figura 4.17. Tablero Oficina Las Delicias.

Tablero Casa Socio 1 Esta casa posee tres tableros para alimentar las distintas alas de la casa.

Tablero cuarto principal. Es un tablero de dos fases 120/240 V, 3 hilos, 12 polos. Alimenta circuitos de alumbrado, tomacorriente, aire acondicionado y calentador eléctrico. Se observa señal de corto circuito en el conductor de una de las fases, así como también calentamiento al tacto por parte de los conductores de la parte izquierda.

Tablero despensa. Es un tablero de 12 polos, bifásico 120/240. Alimenta circuito de alumbrado, tomacorriente, lavadora, secadora, calentador eléctrico y aire acondicionado.

Tablero Comedor. Está compuesto por cuatro breaker monofásicos de 20 A cada uno. Los circuitos no se encuentran identificados.



Figura 4.18. Tablero Casa Licenciado.

Tablero Vigilancia Está ubicado en la caseta de vigilancia, es un tablero de dos fases 120/240V, 3 hilos, tiene 24 polos, de los cuales quedan disponibles 12 polos. Alimenta circuitos de alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado.



Figura 4.19. Tablero Vigilancia.

Tablero Oficinas PDVAL Está ubicado al fondo de la oficina de los PCP, es un tablero trifásico, empotrado, 12 polos, con una protección principal de 125 A, 120/240V. Alimenta alumbrado, tomacorriente de uso general y cuatro aires acondicionados.

Los conductores que salen de los polos 10 y 12 presentan calentamiento al tacto.



Figura 4.20. Tablero Oficinas PDVAL.

Tablero Comedor Está ubicado en el comedor en la planta alta de las oficinas de PDVAL, tiene un breaker principal de 100 A, el cual se encuentra aparte del tablero del comedor en la zona externa, los conductores que salen del breaker presentan calentamiento al tacto y alimentan dos aires acondicionados de 5 toneladas cada uno y el tablero del comedor.

El tablero del comedor, es de 20 polos, 120/240 VCA, dos fases 3 hilos. La carga conectada es de alumbrado y tomacorriente; alimenta una cocina eléctrica y varios microondas y la central de incendio. Se presenta ruido en el tablero.



Figura 4.21. Tablero Comedor.

Tablero Galpón 1 Está ubicado en el galpón número 1, es un tablero trifásico de montaje superficial, 4 hilos, 240/480 V, de 24 polos, quedan en reserva 12 polos. Alimenta circuitos de alumbrado, tomacorriente de uso general, luces de emergencia y la central de incendio.



Figura 4.22. Tablero Galpón 1.

Tablero Galpón 2 Está ubicado en el galpón número dos, es trifásico, el montaje es superficial, posee un breaker principal de 60 A, alimenta un área donde funciona la venta de productos de PDVAL, alimenta circuitos de alumbrado, tomacorrientes, unidades de aire acondicionado y enfriadores.

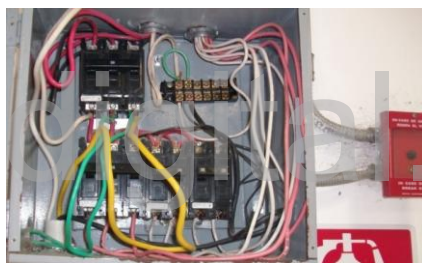


Figura 4.23. Tablero Galpón 2.

Tablero Ambulatorio Está ubicado en la entrada del ambulatorio, esta empotrado, es bifásico, 3 hilos, 120/220 V, alimenta circuitos de alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado.



Figura 4.24. Tablero Ambulatorio.

Tablero Taller LA CIMBALI El taller LA CIMBALI se encuentra a lado del salón Barrio adentro, el tablero está ubicado al fondo del taller, tiene dos fases, solo consta de dos breaker de 30 A cada uno. Alimenta el alumbrado y tomacorrientes monofásicos y bifásicos y un aire acondicionado. Los conductores presentan calentamiento al tacto.



Figura 4.25. Tablero Taller La CIMBALI.

Tablero Salón Barrio Adentro Está ubicado hacia el fondo del salón. Consta de dos breakers de 20 A los cuales alimentan los circuitos de tomacorrientes y de aire acondicionado.



Figura 4.26. Tablero Salón Barrio Adentro.

Tablero Salón INCE Está ubicado en el salón del INCE, es un tablero trifásico que alimenta cargas de alumbrado, tomacorriente y aire acondicionado. También alimenta el alumbrado del salón contiguo el salón de barrio adentro.



Figura 4.27. Tablero INCE.

Tablero Materia Prima Está ubicado a la entrada del galpón de materia prima. El tablero está compuesto de un solo breaker trifásico de 70 A, el cual alimenta los circuitos de alumbrado, tomacorriente tanto de dicho galpón como el área donde se encuentra la máquina clasificadora y un aire acondicionado. Los conductores principales se hallan sulfatados. Tanto las entradas como las salidas del breaker están oxidadas. Los conductores a la salida del breaker y los conductores de neutro se encuentran sulfatados.



Figura 4.28. Tablero Materia Prima.

Tablero Maquina Clasificadora Está ubicado en un área que forma parte del galpón de materia prima. Es un tablero trifásico el cual cuenta con un breaker principal de 100 A alimenta los motores de los elevadores, los sinfines, la máquina clasificadora y la máquina disimétrica.



Figura 4.29. Tablero Maquina Clasificadora.

4.3.4. Actualización del Diagrama Unifilar

Se elaboró el diagrama unifilar, el cual muestra detalladamente todas las cargas que componen el sistema eléctrico. Dicho diagrama se encuentra en el anexo B.

4.3.5. Mediciones

4.3.5.1. Medición Planta Eléctrica

En un día de jornada de producción se tomaron cada quince minutos los registros de los parámetros eléctricos dados por la planta eléctrica para tener una idea del consumo de carga.

Es importante destacar que para el momento del registro de las mediciones en la planta eléctrica Caterpillar no se encontraban en funcionamiento toda la cargas conectada ya que ciertas maquinarias como los molinos PROBAT, dos de los molinos Victoria, las tostadoras de 1000 y 100 Kg, tres de las máquinas empaquetadoras entre otras maquinarias, estaban fuera de servicio por reparación.

Los datos registrados se muestran en las tablas 4.75 y 4.76.

Tabla N°4.75 Registro de Mediciones de voltaje y corriente de línea y voltaje y corriente de neutro de la planta eléctrica Caterpillar.

Registro de mediciones Planta Eléctrica Caterpillar					Datos de Placa		KVA	F(Hz)	rpm	V(V)	I(A)	fp
							1000	60	1800	208	2776	0,8
Hora	VL1(V)	VL2(V)	VL3(V)	IL1(A)	IL2(A)	IL3(A)	VN- L1	VN- L2	VN- L3	If1(A)	If2(A)	If3(A)
7:30	227	228	226	667	674	591	131	132	131	670	722	642
7:45	227	228	226	721	776	696	131	132	131	738	632	725
8:00	227	228	226	755	814	725	131	131	131	812	859	770
8:15	227	228	226	884	940	831	131	132	131	839	928	900
8:30	227	228	226	802	852	799	131	132	131	799	816	772
8:45	227	228	226	852	878	832	130	132	131	850	912	842
9:00	227	228	226	832	849	812	131	132	131	807	800	742
9:15	227	228	226	830	833	791	131	132	131	796	760	730
9:30	227	228	226	824	810	803	131	132	131	849	855	795
9:45	227	228	226	913	936	845	130	132	131	819	825	755
10:00	227	228	226	1196	1124	1149	131	132	131	1084	1023	1036
10:15	227	228	226	1003	1059	1002	130	132	131	1086	1123	1085
10:30	227	228	226	936	1000	906	131	131	131	989	1034	933
10:45	227	228	226	966	1005	925	131	131	131	943	987	909
11:00	227	228	226	989	1035	935	130	131	131	971	1017	920
11:15	227	228	226	996	1085	993	130	131	131	913	980	902
11:30	227	228	226	910	993	860	131	131	131	922	1027	927
11:45	227	228	226	1015	1087	961	131	131	131	988	1021	942
12:00	227	228	226	961	1041	951	131	131	131	868	952	886
1:30	227	228	226	1175	1095	1083	131	131	131	1128	1185	1078
1:45	227	228	226	1045	1087	995	131	132	131	1056	1085	1010
2:00	227	228	226	1061	1115	1022	131	132	131	1059	1098	1004
2:15	227	228	226	984	1046	952	131	132	131	1047	1110	1013
2:30	227	228	226	1141	1200	1119	131	132	131	1187	1145	1140
2:45	227	228	226	991	1033	945	131	132	131	970	1083	945
3:00	227	228	226	694	711	637	131	132	131	687	695	610
3:15	227	228	226	612	646	586	131	132	131	617	652	558
3:30	227	228	226	635	654	580	131	132	131	648	549	561
3:45	227	228	226	564	617	566	131	132	131	613	684	604
4:00	227	228	226	641	696	606	131	132	131	610	651	560

Tabla N°4.76 Registro de Mediciones de potencia de la planta eléctrica Caterpillar

Planta Eléctrica Caterpillar					Datos de Placa		KVA	F(Hz)	rpm	V(V)	I(A)	fp
							1000	60	1800	208	2776	0,8
Hora	PKW1	PKW2	PKW3	KVA1	KVA2	KVA3	KVAr1	KVAr2	KVAr3	fp1	fp2	fp3
7:30	80	80	70	86	95	84	40	51	47	0,88	0,83	0,82
7:45	80	85	72	87	95	84	40	51	40	0,89	0,85	0,82
8:00	97	101	85	103	109	95	45	54	51	0,9	0,85	0,85
8:15	105	114	101	124	139	121	59	72	69	0,87	0,81	0,83
8:30	92	92	84	102	107	98	52	62	69	0,89	0,85	0,84
8:45	96	94	88	108	110	103	53	59	56	0,87	0,84	0,83
9:00	93	96	82	116	118	114	53	63	58	0,88	0,85	0,83
9:15	83	84	80	94	97	91	48	54	51	0,88	0,84	0,84
9:30	93	90	85	106	108	100	49	59	53	0,86	0,81	0,83
9:45	91	86	77	103	105	94	49	60	53	0,85	0,81	0,82
10:00	123	122	111	114	140	127	68	82	76	0,86	0,81	0,8
10:15	126	122	113	139	142	132	68	79	73	0,88	0,82	0,83
10:30	113	114	99	134	144	139	68	84	75	0,87	0,82	0,81
10:45	110	109	101	128	124	71	86	78	75	0,84	0,74	0,74
11:00	104	104	91	124	137	124	69	82	75	0,82	0,77	0,77
11:15	98	97	88	113	123	108	60	76	70	0,85	0,8	0,8
11:30	107	105	93	120	132	117	60	79	72	0,85	0,79	0,78
11:45	108	110	95	121	131	120	62	82	76	0,87	0,81	0,8
12:00	103	107	93	119	127	117	58	73	70	0,88	0,83	0,8
1:30	129	128	115	147	158	141	66	86	78	0,88	0,82	0,82
1:45	119	115	104	136	140	133	66	83	75	0,88	0,81	0,82
2:00	119	119	110	132	140	129	66	80	76	0,87	0,82	0,81
2:15	116	119	107	138	147	133	68	84	78	0,85	0,82	0,83
2:30	125	126	114	129	136	125	68	84	78	0,84	79	0,78
2:45	102	102	90	123	128	118	68	62	76	0,84	0,79	0,79
3:00	77	65	71	90	95	86	44	56	50	0,88	0,82	0,81
3:15	69	68	60	84	85	77	33	45	39	0,9	0,82	0,84
3:30	74	73	61	80	85	74	32	45	41	0,88	0,84	0,85
3:45	72	76	65	83	91	81	37	51	47	0,89	0,82	0,8
4:00	68	72	55	76	83	70	32	46	42	0,92	0,86	0,85

En base a las tablas anteriores se puede obtener los voltajes de línea promedio los cuales son: $V_{L1} (V) = 227$; $V_{L2} (V) = 228$; $V_{L3} (V) = 225$ y los voltajes de fase promedio: $V_{N-L1} (V) = 130,8$; $V_{N-L2} (V) = 131,7$; $V_{N-L3} (V) = 131,0$

A continuación se muestran los gráficos de los parámetros eléctricos registrados por la planta eléctrica:

En la figura 4.30 se observa el comportamiento de la corriente donde el mayor pico de corriente es de 1200 A, el cual ocurre a las 2:30 de la tarde en la fase dos del sistema eléctrico.

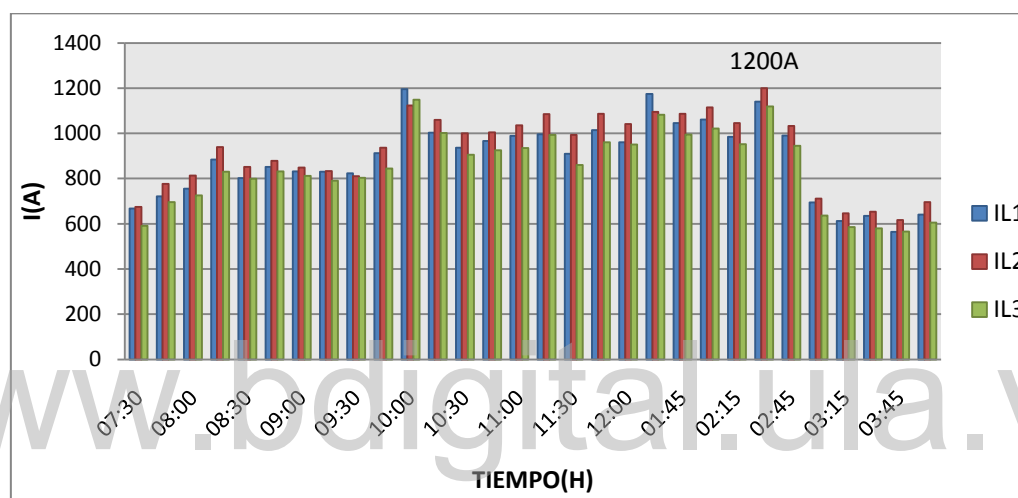


Figura 4.30. Gráfico de Corriente de Línea Vs. Tiempo.

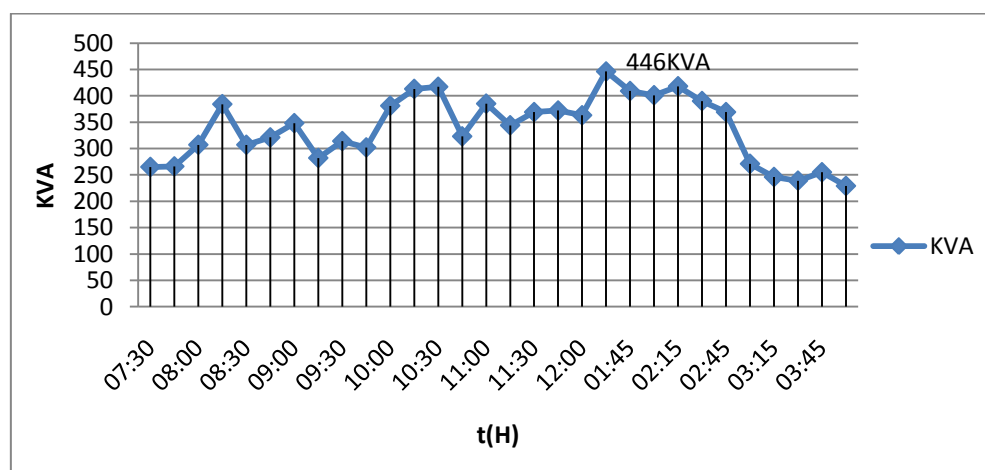


Figura 4.31. Gráfico de Potencia KVA Vs. Tiempo.

La figura 4.31 se representa el consumo en KVA, donde la demanda máxima es de 446 KVA y ocurre a la 1:30 de la tarde. La demanda promedio es igual a 99,04 KVA. Mediante la fórmula N° 3.3 se puede calcular el factor de carga el cual tiene un valor de 0,25.

También se calcula el factor de demanda de acuerdo a la fórmula N° 3.2, donde la carga conectada es de 1269,57 KVA y con la demanda máxima obtenida anteriormente de 446 KVA, el factor de demanda es de 0,35

En base a estos factores se puede decir que los factores de carga y demanda tienen valores muy pequeños debido al número de equipos y cargas que se encontraban fuera de servicio.

4.3.5.2. Medición tableros

Se realiza primeramente la identificación de la secuencia de las fases, luego se efectúan las mediciones instantáneas mediante el multímetro tomando el registro del voltaje y la corriente en los alimentadores y en los circuitos ramales de cada uno de los tableros. Los datos se registraron en hojas de cálculo de Excel tal como lo muestra el anexo C.

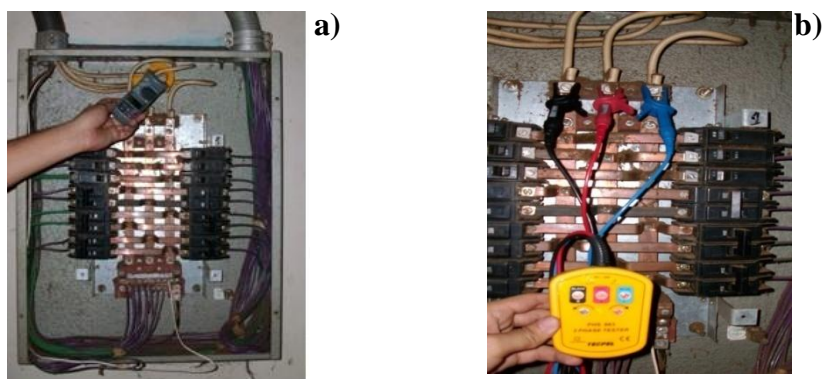


Figura 4.32. a) Medición de la corriente con la pinza amperimétrica. b) Medición de la secuencia de Fase.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS Y PROPUESTA

El objetivo principal de este capítulo es realizar un análisis de la situación actual del sistema eléctrico de la empresa y proponer alternativas que paleen los problemas existentes.

5.1. CÁLCULO DE LA DEMANDA MÁXIMA DEL CENTRAL CAFETERO FLOR DE PATRIA

La demanda total de la empresa se calculó en base al levantamiento de carga realizado el cual consistió como se dijo anteriormente en la recolección de datos en las distintas instalaciones que conforman el Central Cafetero, mediante el conteo de salida de alumbrado y salida de tomacorriente y el inventario de las maquinarias. Según los datos recabados la demanda total se obtiene con la suma de las demandas individuales de cada área que conforma el sistema dando como resultado 1269,57 KVA. En la tabla N°5.1 se muestran las demandas por áreas.

Tabla N°5.1 Demandas de la carga conectada al sistema eléctrico de la empresa

Demanda Total del Central Cafetero	
DEMANDA LINEA A (KVA)	109,70
DEMANDA LINEA B (KVA)	256,40
DEMANDA LINEA C (KVA)	17,06
DEMANDA TABLERO ARCHIVO (KVA)	35,50
DEMANDA AIRE ACONDICIONADO OFICINAS ADMINISTRATIVAS (KVA)	113,79
DEMANDA TABLERO CAFETIN (KVA)	15,12
DEMANDA TABLERO RECEPCION (KVA)	9,49
DEMANDA CUARTO DE GENERACION (KVA)	48,97
DEMANDA SALA DE CONTROL (KVA)	2,06
DEMANDA PRODUCCION (KVA)	661,47
Σ	1269,57

5.2. ANÁLISIS CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES Y PLANTAS ELÉCTRICAS

Debido a la magnitud de la demanda eléctrica de la empresa que es de 1269,57 KVA, no es factible utilizar los transformadores existentes por tener la capacidad de solo 75KVA cada uno aportando un total de 225KVA, lo que representa sólo el 18% de la demanda requerida y un factor de utilización de 5,79 de los transformadores, por lo que este tipo de alimentación se usa los fines de semana, donde se tiene un consumo de 221,11 KVA alimentando solo las casas de los socios, la caseta de vigilancia, el alumbrado externo, las oficinas de PDVAL, el comedor y los galpones 1,2 y 3.

Como se puede observar en los gráficos de la figura 5.1 no se cuenta con un sistema de generación que sirva para alimentar el total de la carga requerida.

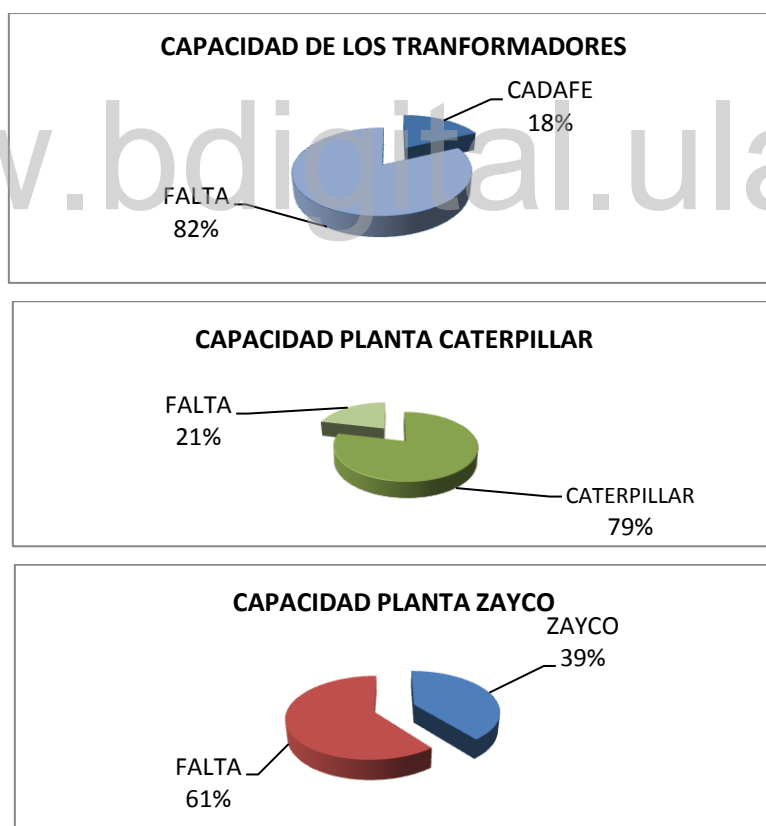


Figura 5.1. Capacidad de los transformadores y las plantas eléctricas.

Actualmente el sistema de generación usado continuamente, es la planta eléctrica de 1000 KVA, la cual supe el 79% de la carga, esta planta se enciende los lunes a las 6 am y se apaga al final de la jornada el sábado en la madrugada, esto siempre y cuando se realicen los tres turnos de producción.

También es importante destacar que no se alcanza la demanda total señalada debido a que las cargas no funcionan de manera simultánea en todas las áreas de la empresa y que algunas maquinarias se encuentran fuera de servicio.

La planta eléctrica ZAYCO, aporta el 39% de la carga y se utiliza en contingencias.

5.3. PROPUESTA DEL SISTEMA DE ALIMENTACIÓN DE LA EMPRESA

Debido a la caída de tensión que presenta las líneas de alta tensión de 13,8 KV que alimentan el sistema eléctrico y a la incapacidad de los transformadores y de la planta eléctrica instalada de suplir la demanda total de la empresa se hace necesario rediseñar el sistema eléctrico del Central Cafetero Flor de Patria.

Para una mayor flexibilidad y confiabilidad del sistema eléctrico se debe contar con una alimentación exclusiva al Central Cafetero Flor de Patria desde la subestación La Concepción para así mejorar la caída de tensión que se tiene en alta tensión que de alrededor del 12%. La subestación está a 4,213 Km de la empresa tal como se muestra en la figura N°5.2.

La distribución eléctrica sería de tipo rural y se usaría según los cálculos por caída de tensión y por capacidad de corriente conductor ARVIDAL desnudo calibre 4/0, mejorando la caída de tensión a 1,55%.

A su vez que se debe conectar en paralelo las plantas eléctricas existentes en la empresa como lo es la de 1000 KVA con la de 500 KVA de manera de tener la capacidad necesaria para alimentar el total de la carga conectada.



Figura 5.2. Vista aérea del Central Cafetero Flor de Patria. [Google Earth]

5.3.1. Conexión en paralelo de las plantas eléctricas

La conexión en paralelo de generadores es una operación frecuente en centrales eléctricas donde las exigencias del servicio, la expansión del sistema o la propia generación hacen que resulte más económico el operar con varias unidades en paralelo. La maniobra de conexión en paralelo requiere que se cumpla con ciertas condiciones las cuales se indican a continuación:

Igual secuencia de fase se debe verificar la secuencia de fase de ambos generadores empleando para ello un aparato llamado sincronoscopio, donde R, S, T es la secuencia de el generador A y U, V, W es la secuencia del generador B, si la secuencia de fase es correcta, es decir, si los campos magnéticos giratorios de ambas maquinas giran en el mismo sentido, las lámparas del sincronoscopio se encienden y se apagan al mismo tiempo, si esto no ocurre se debe invertir dos fase de un generador a fin de de invertir el sentido de giro de su campo.

Igual frecuencia se debe verificar que los generadores trabajen a la misma frecuencia, para ello se usa un frecuencímetro, el cual se conecta en ambas máquinas

Igual tensión en los bornes de conexión ambas maquinas deben tener igual tensión, esta condición se constata conectando voltímetros en cada máquina, en caso de ser diferentes se regula la excitación de los generadores.

El instante de sincronismo ocurre cuando la sinusoide de tensión de cada máquina coincide en magnitud y fase, momento en el cual se debe cerrar manualmente el interruptor de conexión en paralelo justo cuando se apaguen totalmente las lámparas del sincronoscopio.

5.3.2. Cálculo de la corriente en alta y baja tensión y calibre de los conductores de la acometida del sistema eléctrico

El consumo total de la empresa es de 3331,76 A, ya que supera los tres mil amperios según el Manual de Medición de CADAFE en estos casos se puede servir a la empresa por más de una acometidas. Por lo que se sugiere anexar una segunda acometida debido a la distancia que separa el centro de distribución principal de las áreas externas, como son los salones de clase del INCE y de Barrio Adentro, taller LA CIMBALI, taller 1 y 2, Deposito, oficina por habilitar, el ambulatorio, alumbrado externo, dos casas, el comedor, las oficinas de PDVAL y los galpones 1 y 2, que es de 221,41 m, lo que implicaría usar una gran cantidad de conductores por fase.

Acometida de la fabrica y línea A y C Esta acometida alimentará a la fabrica, la línea A la cual como se dijo anteriormente tiene una parte aérea y otra subterránea; la parte de la línea aérea alimenta el galpón de materia prima y la máquina limpiadora y la parte subterránea alimenta la caseta de vigilancia, dos casas de los socios, parte del alumbrado externo y la oficina Las Delicias, la línea C que aporta energía al galpón 3 y alumbrado externo de la zona.

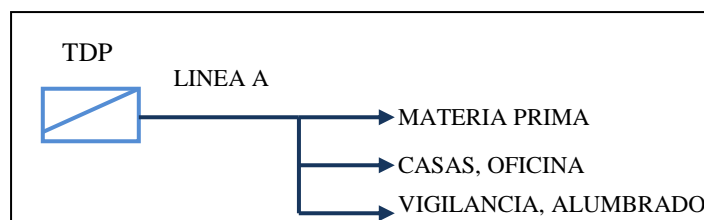


Figura 5.3. Trayectoria Línea A

Para el cálculo de la intensidad de corriente se utiliza la formula 3.6 y para el calibre del conductor la fórmula 3.7. Los valores obtenidos se tabulan en la tabla N°5.2.

Tabla N°5.2. Cálculos Acometida para la Fabrica y Línea A y Línea C

ACOMETIDA 1: Fabrica y el resto de áreas externas			
DEMANDA ACOMETIDA (KVA)	Icarga (A)	Iconductor A.T (A)	Iconductor B.T (A)
1013,17	2658,87	62,76	3936,48
Calibre del conductor AWG #		AWG #2 ARVIDAL	750 MCM TTU
N° CONDUCTORES		1xF+1xN	9xF+9xN

Se requiere colocar nueve conductores por fase AWG N° 750 MCM TTU y un conductor de cobre para puesta tierra N° 500 Kcmil, por lo que se necesitaría 720 m de conductor AWG N° 750 ya que la distancia de la caseta de transformación a la sala de generación es de 20 m. Los conductores se distribuirían a la sala de generación por tubería PVC de 5 pulgadas, por cada tubería se trasladarían tres conductores de fase y un conductor de neutro.

Se propone la colocación de un transformador trifásico de tipo industrial de 1500 KVA, con una reserva del 32,46 % y un factor de utilización del transformador del 67,54%, de manera que se encuentra con un porcentaje de reserva considerable que permite una mayor flexibilidad del sistema eléctrico. Para la caseta de transformación hasta 1500 KVA o seccionamiento C-43 según la norma CADAFE de construcción de casetas las medidas deben ser de 5 x 3 m, deben llevar cuatro columnas.

En la sala de generación colocar un transfer con una capacidad de 4000 A para seccionar cuando se vaya a trabajar con CADAFE o con las plantas. El diagrama unifilar se muestra en el anexo D.

Tabla N°5.3 Capacidad del Transformador Fabrica y Línea A y C

Capacidad del Tx	
Reserva KVA 10%	101,32
Ddiseño	1114,48
Tx	500 KVA
SC (KVA)	1500
Futilización %	67,54

Acometida de línea B: Línea INCE La demanda se muestra en la tabla N° 5.4. Se propone colocar una bancada de transformadores de 3 x100 KVA, un fusible de 15 A en alta tensión, en poste el cual se encuentra a un costado de la capilla y transporta la línea trifásica de 13,8 KV. El anexo del diagrama unifilar se muestra en el anexo D.

Tabla N°5.4. Demanda de la línea eléctrica exterior B

DEMANDA LINEA B: INCE	
DEMANDA GALPON MAQUINA CLASIFICADORA (KVA)	17,965
DEMANDA BAÑO MATERIA PRIMA (KVA)	1,375
DEMANDA AMBULATORIO (KVA)	14,564
DEMANDA SALON INCE (KVA)	28,938
DEMANDA BAÑO INCE (KVA)	0,240
DEMANDA SALON BARRIO ADENTRO (KVA)	2,760
DEMANDA OFICINA (KVA)	2,010
DEMANDA TALLER LA CIMBALI (KVA)	31,620
DEMANDA TALLER 1 (KVA)	5,345
DEMANDA TALLER2 (KVA)	5,345
DEMANDA ALUMBRADO EXTERIOR (KVA)	1,563
DEMANDA GALPON 1 (KVA)	6,387
DEMANDA GALPON 2 (KVA)	32,750
DEMANDA COMEDOR (KVA)	57,611
DEMANDA PDVAL (KVA)	37,630
DEMANDA CASA SOCIO (KVA)	5,111
DEMANDA CASA SOCIO (KVA)	5,111
DEMANDA CUARTO TANQUE DE AGUA (KVA)	0,080
DEMANDA TOTAL (KVA)	256,404

Tabla N°5.5. Cálculos Acometida Línea B por capacidad de corriente

ACOMETIDA 2: LINEA INCE			
DEMANDA ACOMETIDA (KVA)	I carga (A)	I conductor A.T (A)	I conductor B.T (A)
256,40	672,89	12,55	787,30
Calibre del conductor AWG #		AWG #2 ARVIDAL	500 MCM TTU
N° CONDUCTORES		1xF+1xN	3xF+3xN

Tabla N°5.6. Capacidad del Transformador Línea B

Capacidad del Tx	
Reserva KVA 10%	25,64039
Diseño	282,04
Bancada Tx	94,0147639
Tx (KVA)	3x100
SC (KVA)	300
Futilización %	85,47

Tabla N°5.7. Cálculo acometida 2 por caída de tensión

ACOMETDA 2								
I(A)	KVA	L(m)	ME (KVA-m)	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre # AWG	Conductores
672,89	256,40	3	769,211704	3498,63	1,5	0,07	500 MCM TTU	3xF+3xN

Tabla N°5.8. Cálculo del alimentador Galpón 1, galpón 2, comedor, oficinas, talleres y salones por caída de tensión

Alimentador Galpón 1, galpón 2, comedor, oficinas, talleres y salones								
I(A)	KVA	L(m)	ME (KVA-m)	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre # AWG	Conductores
607,84	231,62	60,84	14091,6796	3498,63	1,5	1,34	500 MCM TTU	3xF+3xN

Tabla N°5.9. Cálculo Alimentador Taller 1, Taller 2, Taller La CIMBALI, Maquina Clasificadora y Salones por Caída de Tensión

Alimentador taller 1, Taller 2, taller La CIMBALI, Maquina Clasificadora y salones								
I(A)	KVA	L(m)	ME (KVA-m)	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre # AWG	Conductores
249,92	95,23	89,67	8539,32849	3498,63	1,5	1,22	500 MCM TTU	2xF+2xN

Tabla N°5.10. Cálculo Ambulatorio, Casa Socio 3 Y Casa Socio 4 por caída de tensión

Alimentador Ambulatorio, Casa Socio 3 Y Casa Socio 4								
I(A)	KVA	L(m)	ME (KVA-m)	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre # AWG	Conductores
65,04	24,79	28,83	714,558334	528,42	1,5	1,35	4 TTU	1xF+1xN

5.3.3. Cálculo del alimentador del tablero principal

Para el cálculo del alimentador del tablero principal, a la demanda total se le resta la demanda de los compresores y la demanda de la tostadora 4000, la cual tiene una alimentación exclusiva desde la sala de generación. En la tabla N°5.11 se muestra los cálculos de los calibre de los conductores por capacidad de corriente y por caída de tensión.

El tablero debe estar en la capacidad de soportar 3000 A y contar con polos de reserva de forma que permita la adición de futuras cargas.

Tabla N°5.11. Cálculo alimentador del centro de distribución principal

Alimentador							
Dmáx (KVA)	In (A)	Icond (A)	L (m)	A*mcaI3φ	A*mtab	ΔV % real	Conductor AWG-TTU
764,20	2005,51	2506,88	28	56154,14	70947,9	1,58	7Cx F #500+7Cx N #500+ 1 #400Kcmil Cu

5.3.4. Bandeja porta cable

Los conductores del alimentador del centro de distribución principal y los conductores de alimentación de la tostadora 4000, se trasladan en bandeja de la sala de generación al centro de distribución principal, el recorrido es de 28 m. La bandeja posee un ancho de 45 cm y está soportada por apoyos a cada cuatro metros aproximadamente en el primer tramo recto, luego a siete metros en el siguiente tramo recto.

Cabe destacar que la bandeja porta cable debe ser de un material aislante, que presente buena resistencia a la corrosión y a la intemperie, que brinde la máxima seguridad eléctrica a las personas, a la instalación y que proporcione ahorro en coste de mano de obra y mantenimiento. Debe estar diseñada para trabajar con el 100% del llenado de los cables. La distancia entre los soportes, la carga admisible, la flecha longitudinal y transversal están dadas por el fabricante.

Para el cálculo de la bandeja porta cable se requiere saber los pesos de los conductores a utilizar de manera de escoger la bandeja más adecuada y distribuir los apoyos uniformemente. De acuerdo al Manual de normas y criterios para proyectos de Instalaciones Eléctricas, Tomo II la tensión de los conductores en tramo recto es igual a:

$$T = L * w * cf \quad [4.1]$$

Donde:

T: Tensión e Kg.

L: Longitud del tramo en Km.

w: Peso del conductor en Kg/Km.

cf: Coeficiente de fricción (0.5 para ductos bien fabricados).

La bandeja porta cable va a estar sometida a una tensión de 62,86 Kg. por efecto de los conductores.

5.3.5. Cálculo del calibre del conductor de la línea A

La línea externa parte del centro de distribución principal ubicado en el área de producción, tiene una protección trifásica de 700 A, un conductor por fase AWG 500 MCM TTU, el cual tiene una corriente nominal de 380 A. Alimenta la línea A y la línea B, como se planteó anteriormente para la línea B se debe construir una acometida aparte, para la línea A donde la demanda se puede observar en la tabla N° 5.12 para el tramo aéreo se debe sumar dos conductores adicionales 500 MCM TTU por cada fase para un total de tres conductores por fase, esto de acuerdo a los cálculos por caída de tensión (ver tabla N°5.14) y cambiar la protección existente por una de 400 A.

En el comienzo del tramo subterráneo del circuito (desde el final de la línea aérea en el galpón de materia prima hasta la primera tanquilla) usar 2 conductores por fase y dos por neutro #500 MCM TTU más el conductor de tierra, en tubería de 5 pulgadas.

Para el tramo subterráneo el cual alimenta las casas y la oficina Las Delicias, se puede implementar un circuito bifásico tres hilos, un conductor por cada fase AWG #4/0 TTU, en tubería de 3 pulgadas (ver tabla N°5.15) y para el tramo de la primera tanquilla a la tanquilla que supe la caseta de vigilancia, igualmente un circuito bifásico tres hilos pero con un conductor por fase AWG #4 TTU, en tubería de ¾ de pulgada (ver tabla N°5.16).

Es de hacer notar que para el cálculo de la corriente se utilizo el factor de ajuste de la capacidad de corriente del 80% por llevar 6 conductores

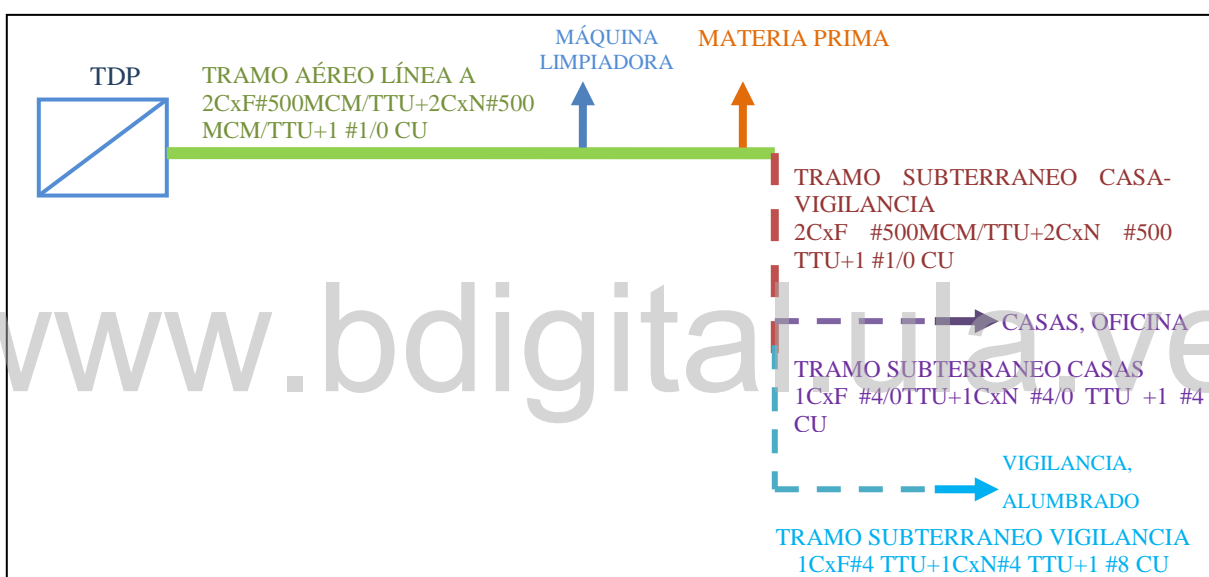


Figura 5.4 Diagrama de distribución de la línea externa A

Tabla N°5.12. Demanda de la línea eléctrica exterior A

DEMANDA LINEA A: CHILLER	
DEMANDA GALPON MATERIA PRIMA (KVA)	28,740
DEMANDA ALUMBRADO MAQUINA CLASICADORA (KVA)	0,960
DEMANDAMOTORES MATERIA PRIMA (KVA)	14,575
DEMANDA VIGILANCIA (KVA)	17,611
DEMANDA CASA SOCIO 1 (KVA)	33,542
DEMANDA OFICINA LAS DELICIAS (KVA)	7,544
DEMANDA CASA SOCIO 2 (KVA)	6,729
DEMANDA TOTAL (KVA)	109,700

Tabla N°5.13. Cálculo del Alimentador de la Línea A por capacidad de corriente

Alimentador Línea 3 ϕ Chiller			
Dmáx (KVA)	In (A)	Icond (A)	Conductor AWG -TTU
109,70	287,89	359,86	1XF #500 MCM+1XN #500 MCM

Tabla N°5.14. Cálculo del tramo centro de distribución a galpón de materia prima por caída de tensión

Alimentador Línea 3 ϕ Chiller										
V (V)	KVA	I(A)	L (m)	KVA-mcal	fp	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre #	Conductores
220	109,70	287,89	106,7	11706,13	0,8	6997,26	2	1,67	TTU 500MCM	2xF+2xN

Tabla N°5.15. Cálculo del tramo de galpón de materia prima a las casas y oficina Las Delicias

Alimentador 2 ϕ Casa socio1, oficina Las Delicias										
V (V)	KVA	I(A)	L (m)	KVA-mcal	fp	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre #	Conductores
220	47,81	125,48	39,95	1910,20	0,8	2068	2	1,85	TTU 4/0 MCM	1xF+1xN

Tabla N°5.16. Cálculo del conductor del tramo de la primera tanquilla a la tanquilla de la caseta de vigilancia

Alimentador 2 ϕ Vigilancia										
V (V)	KVA	I(A)	L (m)	KVA-mcal	fp	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Calibre # AWG	Conductores
220	17,61	46,22	52,48	924,21	0,8	472	2	1,31	TTU 4	1xF+1xN

5.4. ANÁLISIS DE LOS TABLEROS

Se puede evidenciar la falta limpieza de los tableros tal como se muestra en la figura N° 5.5

La mayoría de los tableros no poseen conexión a tierra, o en su defecto poseen una conexión de tierra ficticia, es decir a través de los soportes metálicos de los mismos tableros tal como se puede observar en la figura 5.6.

En la mayoría de los tableros no se encuentran identificados los circuitos. Sólo se pudo efectuar la identificación de los circuitos en el tablero de archivo, galpón 1, galpón 3 y comedor.

El tablero ST2 los conductores Calibre #8 AWG-TW de los polos 1,3 y 5 presentan calentamiento al tacto; al igual que conductores del polo 17 y 2.



Figura 5.5 Estado físico del Centro de Distribución Principal

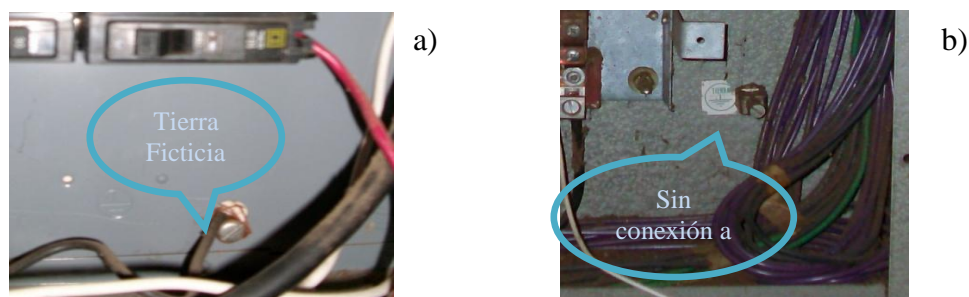


Figura 5.6. Conexión Tierra a)Tablero Archivo. b)Tablero ST1.

En el tablero de la oficina las Delicias existe ruido debido a un mal contacto y presencia de gran número de conductores desconectados que saturan el espacio en el tablero.

En el tablero de las oficinas PDVAL, los conductores de los polos 10 y 12 presentan calentamiento al tacto.

En el tablero del comedor existe ruido.

Falta de un breaker principal en la casa del socio 1 que sirva para desenergizar las líneas en caso de una falla en cualquiera de los tableros existentes en la casa. En el tablero del cuarto principal se constata calentamiento al tacto en los conductores de fase, y se observa señal de corto circuito en la fase izquierda del alimentador (ver figura 4.18).

En el tablero del galpón de materia prima se pudo verificar el mal estado de los conductores del alimentador, los cuales se encuentran sulfatados. Los circuitos de alumbrado y tomacorriente parten todos de un breaker de 70 A; cabe enfatizar la existencia de un tablero adicional en la parte interior del galpón el cual actualmente no se está aprovechando, pudiendo utilizar para separar las cargas de alumbrado y de TUG de manera que cada circuito cuente con su debida protección tal como lo indica el Código Eléctrico Nacional.

En el tablero del taller LA CIMBALI el circuito de tomacorriente y el de alumbrado no cuentan con la adecuada protección y sus conductores presentan calentamiento al tacto.

La empresa no posee planos de la distribución de los diferentes circuitos eléctricos, así como, la debida identificación de cada uno de los tableros con la respectiva descripción sus circuitos

5.4.1. Análisis de las mediciones de los alimentadores de los tableros con respecto a la capacidad de corriente nominal de los conductores

Tabla N°5.17. Calibre de los conductores, Corriente medida y capacidad máxima de corriente de los conductores.

Tablero	Calibre Conductor Alimentador AWG	Corriente Nominal Conductor (A)	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)	80% In
ST1	4	70	3,34	3,06	4,1	56
ST2	2	95	92,2	33,8	90	76
Recepción	2	95	33,96	17,3	17,4	76
Cafetín	4	70	0,85	36,49	5,53	56
Archivo	2	95	7,18	3,63	-	76
Oficina Administración	6	55	10,51	10,05	-	44
Aire Acondicionado Oficinas	1/0	125	100,08	126,5	134,1	100
Aire Acondicionado Compras	2	95	48,4	32,9	38,1	76
Galpón 3	4	70	16,5	17,1	4,81	56

Continuación, Tabla N°5.17. Calibre de los conductores, Corriente medida y capacidad máxima de corriente de los conductores.

Tablero	Calibre Conductor Alimentador AWG	Corriente Nominal Conductor (A)	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)	80% In
Oficina Las Delicias	10	30	29,9	29,6	-	24
Casa Socio 1 cuarto	4	70	31,06	30,25	-	56
Vigilancia	6	55	22,63	22,72		44
Oficina PDVAL	6	55	22,7	30,4	25,1	44
Comedor	4	70	9,65	7,94	-	56
Galpon1	6	55	5,92	11,28	8,23	44
Galpón 2	8	40	28,5	25,63	8,68	32
Ambulatorio	8	40	14,86	12,81	-	32
TALLER LA CIMBALI	10	30	18,58	15,86	-	24
Salón Barrio Adentro	10	30	9,26	9,6	-	24
Salón INCE	10	30	9,23	0	10,34	24
Maquina Clasificadora	6	55	22,93	22,9	23,05	44
Materia Prima	4	70	3,83	1,62	0,09	56

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 5.17 se puede observar que en el alimentador del tablero ST2 la línea 1 y la línea 2 están al 97,05% y 94,74% respectivamente de la corriente que soporta el conductor. En el alimentador del tablero de los Aires Acondicionados de las Oficinas, la línea 1, 2 y 3 están al 80,06%, 101,20% y 107,28% respectivamente de la corriente que soporta el conductor. En el alimentador del tablero de la Oficina Las Delicias línea 1 y 2 están al 99,67% y 98,67% respectivamente de la corriente que soporta el conductor por lo que no cumplen con los valores de corriente permitidos de acuerdo al criterio del 80% de la corriente nominal referenciado en el CEN. Por lo que se recomienda cambiar los calibres de los conductores.

En el resto de los tableros, se evidencia que los conductores instalados están en la capacidad de soportar la corriente requerida por la carga sin poner en riesgo la instalación.

5.4.2. Cálculo del desbalance de los alimentadores de los tableros en estudio

Para el cálculo del desbalance de cada tablero se utiliza la formula 3.1 descrita en el capítulo anterior.

Se puede apreciar una diferencia significativa entre las corrientes medidas de cada fase de los alimentadores de los diferentes tableros. (ver tabla N°5.18)

Al efectuar los cálculos del desbalance en cada una de las fases se puede observar que los tableros ST1, ST2, Recepción, Cafetín, Archivo, Aire Acondicionado Oficinas, Aire Acondicionado Compras, Galpón 3, Casa Socio 1 despensa, Oficinas PDVAL, comedor, Galpon1, Galpon2, ambulatorio, taller LA CIMBALI, Salón INCE y Materia prima presentan un desbalance mayor del 10% por lo que se debe balancear las fases.

Tabla N°5.18. Corriente de línea medida en cada alimentador y porcentaje de desbalance en cada línea

Tablero	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)	Desbalance (%)
ST1	3,34	3,06	4,1	25,37
ST2	92,2	33,8	90	63,34
Recepción	33,96	17,3	17,4	49,06
Cafetín	0,85	36,49	5,53	97,67
Archivo	7,18	3,63	-	49,44
Oficina Administración	10,51	10,05	-	4,38
Aire Acondicionado Oficinas	100,08	126,5	134,1	25,37
Aire Acondicionado Compras	48,4	32,9	38,1	32,02
Galpón 3	16,5	17,1	4,81	71,87
Oficina Las Delicias	29,9	29,6	-	1,00
Casa Socio 1 cuarto	31,06	30,25	-	2,61
Casa Socio 1 comedor	5,16	5	-	3,10
Casa Socio 1 despensa	33,28	13	-	60,94
Vigilancia	22,63	22,72	-	0,40
Oficina PDVAL	22,7	30,4	25,1	25,33
Comedor	40,4	34,4	40	14,85
Galpon1	5,92	11,28	8,23	47,52
Galpón 2	28,5	25,63	8,68	69,54
Ambulatorio	14,86	12,81	-	13,80
Taller LA CIMBALI	18,58	15,86	-	14,64
Salón Barrio Adentro	9,26	9,6	-	3,54
Salón INCE	9,23	0	10,34	100,00
Maquina Clasificadora	22,93	22,9	23,05	0,65
Materia Prima	3,83	1,62	0,09	97,65

5.4.3. Balanceo de los tableros

Para balancear los tableros se reordena la disposición de los circuitos, de manera de repartir lo más equitativamente posible la carga en cada una de las fases. Para efecto de cumplir con un

desbalance menor del 10% en la medida de lo posible ordenar las cargas en forma decreciente y agrupar las tres primeras y se les asigna la fase R, S y T respectivamente, luego se agrupan las tres siguientes y se les asigna las fases de forma inversa, es decir fase C, B y A. y así sucesivamente hasta lograr equilibrar las cargas. Como se puede observar en la tabla N°5.20 en varios de los tableros se mejora el porcentaje de desbalance al reagrupar los circuitos ramales en los tableros.

Tabla N°5.19. Balanceo de los tableros

Tablero	IL1 (A)	IL2 (A)	IL3 (A)	Desbalance Nuevo (%)	Desbalance Actual (%)
ST1	3,23	3,13	3,86	18,91	25,37
ST2	78,6	57,49	56,26	28,42	63,34
Recepción	28,06	28,03	11,2	60,09	49,06
Cafetín	17,77	13,83	13,06	26,51	97,67
Archivo	7,48	4,245	-	43,25	49,44
Oficina Administración	10,51	10,05	-	4,38	4,38
Aire Acondicionado Oficinas	100,08	126,5	134,1	25,37	25,37
Aire Acondicionado Compras	48,4	32,9	38,1	32,02	32,02
Galpón 3	16,95	16,57	13,63	19,59	71,87
Oficina Las Delicias	29,9	29,6	-	1,00	1,00
Casa Socio 1 cuarto	31,06	30,25	-	2,61	2,61
Casa Socio 1 comedor	5,16	5	-	3,10	3,10
Casa Socio 1 despensa	11,97	11,86	-	0,92	60,94
Vigilancia	22,63	22,72	-	0,40	0,40
Oficina PDVAL	34,17	39,77	41,05	16,76	25,33
Comedor	40,4	34,4	40	14,85	14,85
Galpon1	8,29	7,63	8,3	8,07	47,52
Galpón 2	23,95	16,84	19,59	18,20	69,54
Ambulatorio	13,01	21,01	-	38,08	13,80
Taller LA CIMBALI	18,58	15,86	-	14,64	14,64
Salón Barrio Adentro	9,26	9,6	-	3,54	3,54
Salón INCE	9,48	9,21	2,4	74,68	100,00
Maquina Clasificadora	22,93	22,9	23,05	0,65	0,65
Materia Prima	3,83	1,62	0,09	97,65	97,65

5.4.4. Elaboración de la nomenclatura de los tableros

Se realizó la nomenclatura utilizada para identificar cada tablero, tal como lo muestra la figura 5.7. En la fábrica, la cual está conformada por el área de producción y el área administrativa la

cual tiene tres pisos. Para la ubicación de los tableros se basó en la distribución por zonas tal como lo indica la figura 4.5, donde se divide al edificio según sus puntos cardinales. Para las áreas externas se usa el nombre de cada edificación.

TAB - FA-S1 - 03

{ Tablero
{ Ubicación
{ N° Tablero

Figura 5.7. Nomenclatura para la identificación de los tableros.

Donde:

FA-S1-03: (FA): Fabrica, (S): Sur, (1): N° del piso, 01: N° del tablero

Tabla N°5.20. Nomenclatura de los Tableros

Tablero	Ubicación	Nomenclatura
Principal	Producción, zona este fabrica	TAB-FA-E-PELE-CDP
ST1	Producción, zona este fabrica	TAB-FA-E-PELE-01
ST2	Producción, zona este fabrica	TAB-FA-E-PELE-02
Cafetín	Piso 1, zona sur fabrica	TAB-FA-S1-03
Recepción	Piso 2, zona sur fabrica	TAB-FA-S2-04
Archivo	Piso 3, zona sur fabrica	TAB-FA-S3-05
Oficina Administración	Piso 3, zona sur fabrica	TAB-FA-S3-06
Aire acondicionado oficinas	Área externa, zona sur fabrica	TAB-EXTFA-S-07
Aire acondicionado compra	Área externa, zona oeste fabrica	TAB-EXTFA-O-08
Galpón N°3	Galpón 3	TAB-GAL3-09
Casa Socio 2	Casa	TAB-CAS2-10
Oficina Las Delicias	Área externa oficina	TAB-OFICD-11
Casa socio 1 despensa	Casa despensa	TAB-CAS1DESP-12
Casa socio 1 comedor	Casa comedor	TAB-CAS1COME-13
Casa socio 1 cuarto principal	Casa cuarto principal	TAB-CAS1CUAR-14
Vigilancia	Caseta de Vigilancia	TAB-VIG-15
Oficinas PDVAL	Oficina	TAB-OFICPDVAL-16
Principal Comedor	Piso 2, Comedor parte externa	TAB-PCOME-17
Comedor	Piso 2, Comedor	TAB-COME-18
Galpón N°1	Galpón N°1	TAB-GAL1-19
Galpón N°2	Galpón N°2	TAB-GAL2-20
Ambulatorio	Ambulatorio	TAB-AMB-21
Oficina	Oficina	TAB-OFIC-22
Taller Sr. Eleazar	Taller 1	TAB-TA1-23
Taller Sr Raúl	Taller 2	TAB-TA2-24
Taller	Taller 3	TAB-TA3-25
Taller LA CIMBALI	Taller LA CIMBALI	TAB-TACIM-26
Salón Barrio Adentro	Salón Barrio Adentro	TAB-SBA-27
Salón INCE	Salón INCE	TAB-SINCE-28
Maquina Clasificadora	Galpón materia prima	TAB-MC-29
Materia Prima	Galpón materia prima	TAB-MP-30

5.5. PROPUESTA DE REDISEÑO DE LOS DISTINTOS CIRCUITOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA ELÉCTRICO

5.5.1. Replanteo del tablero de la oficina Las Delicias

El tablero de la oficina Las Delicias, es bifásico tres hilos, con una tensión de 120/220V y una frecuencia de 60 Hz. Se requiere descongestionar el tablero debido al gran número de conductores que se encuentran ocupando un espacio de manera innecesaria. Además se requiere aumentar el calibre de los conductores del alimentador del tablero de calibre AWG #10 TW a calibre AWG #6 TW. Evitar que de cada protección salgan más de un conductor; ya que del circuito de alumbrado cuya protección es de 20 A, salen 5 conductores por lo que se debe identificar los conductores que alimentan las luminarias instaladas y desconectar los demás. También cabe destacar que las protecciones que se tienen actualmente están en la capacidad de soportar las cargas.

Tabla N°5.21. Calibre del conductor del alimentador de la oficina Las Delicias

Alimentador Oficina Las Delicias									
D _{máx} (KVA)	I _n (A)	I _{cond} (A)	L (m)	A* _{mcal} 2 ϕ 3h	A* _{mtab}	ΔV %	ΔV % real	Conductor AWG-TW	Canalización (pul ²)
7,54	31,43	39,29	26,2	1235,25	849	2	1,45	1xF #6+1xN #6+ 1 #10 Cu	EMT Φ 1 ½"

5.5.2. Alimentación del galpón 3 y alumbrado externo

La distribución eléctrica de la línea C la cual alimenta al galpón 3 y al alumbrado externo de la zona, es una línea trifásica aérea, 220 V. Debido a que el galpón 3 y el alumbrado externo de despacho se alimentan del tablero ST2, el cual se encuentra congestionado, se recomienda trasladarlo a uno de los breakers de reserva del centro de distribución principal como lo es el breaker de 150 A que se encuentra del lado inferior izquierdo del mismo.

Tabla N°5.22. Demanda de la línea C

DEMANDA LINEA C	
DEMANDA GALPON 3 (KVA)	14.564
DEMANDA ALUMBRADO EXTERIOR DESPACHO (KVA)	2.500
DEMANDA TOTAL (KVA)	17.064

Tabla N°5.23. Cálculos del Alimentador del Galpón 3 y Alumbrado Exterior de Despacho

Alimentador								
Dmáx (KVA)	In (A)	Icond (A)	L (m)	A*mcal3φ	A*mtab	ΔV %	ΔV % real	Conductor AWG-TTU
17,06	44,78	55,98	45,71	2046,93	1386,74	2	1,48	1CXF #4+1CXN #4+1 #8 Cu

5.5.3. Cálculo y diseño del alimentador del galpón de materia prima

Se conecta de la línea de distribución aérea que parte del tablero centro de distribución principal la línea A, el circuito es trifásico cuatro hilos. Alimenta circuitos de alumbrado, tomacorriente y un aire acondicionado, la demanda total del galpón es de 53,7 KVA. Actualmente el circuito sólo consta de un breaker trifásico de 70 A.

Tabla N°5.24. Cálculos del Alimentador del Galpón de Materia Prima

Alimentador Galpón Materia Prima									
KVA	I(A)	L (m)	KVA-mcal	fp	KVA-mtab	ΔV %	ΔV % real	Conductores AWG-TW	Protección
53,70	140,93	2	107,40	0,8	1453	2	0,07	1xF #3/0+1xN #3/0+1 #6 Cu	165 A

La demanda de la máquina limpiadora es de 14,58 KVA y con una longitud aproximada hasta el tablero de control de 30m, el cálculo de caída de tensión se realizó usando la fórmula 3.8, los resultados se muestran en la tabla N°5.25. Se necesitan un conductor por fase para la línea trifásica de 220 V.

Tabla N°5.25. Cálculos del Alimentador de la Máquina Limpiadora

Alimentador máquina limpiadora									
V (V)	KVA	I(A)	L (m)	A*mca13φ	fp	A*mtab	Calibre # AWG TW	ΔV % real	Protección
220	14,58	38,26	30	1147,88	0,8	1304	1xF #4+1xN #4+ 1 #8 Cu	0,88	70

5.5.4. Cálculo y diseño del alimentador del galpón 2

El circuito es trifásico cuatro hilos, 220 V. Tanto por capacidad de corriente como por caída de tensión, el calibre del conductor a utilizar es el AWG #1/0 TW, $I_n = 125$ A, tal como lo muestra la tabla N°5.26 el alimentador se tomaría de la línea externa B, específicamente desde el extremo de llegada de la línea al galpón 1.

Tabla N°5.26. Cálculos del Alimentador Galpón 2

Alimentador Galpón 2								
Dmáx (KVA)	In (A)	Icond (A)	L (m)	A*mca13φ	A*mtab	ΔV % real	Conductor AWG-TW	Canalización (pul ²)
32,75	85,95	107,43	40,35	3467,95	2693	1,29	1Cx F #1/0+1Cx N #1/0+ 1 -6 Cu	EMT φ 2 ½"

5.5.5. Cálculo y diseño de circuitos ramales y tablero taller 1 y taller 2

Alimentador Para cada taller debido a su similar área de ocupación, se diseñó un alimentador bifásico tres hilos, con una tensión 120/220 V, 60 Hz, con un factor de potencia 0,8, compuesto por los siguientes circuitos ramales: un circuito de alumbrado, un circuito de tomacorriente de uso general, un circuito de tomacorriente bifásico y un circuito para aire acondicionado. La demanda máxima para cada uno de los talleres es de 5,24 KVA.

Se realiza el cálculo por capacidad de corriente del alimentador de acuerdo a la fórmula 3.5 y por caída de tensión según la fórmula N° 3.6 y se verifica para 2% de caída de tensión. Los resultados de los cálculos se muestran en la tabla a continuación.

Por caída de tensión el conductor a utilizar es el calibre #12, $I_n = 20$ A y por capacidad de corriente el calibre a utilizar es AWG #10 TW, $I_n = 30$ A. El calibre definitivo a utilizar es el calibre #10, $I_n = 30$ A.

Tabla N°5.27. Calibre del conductor de los alimentadores de los Talleres

Alimentador Taller								
Dmáx (VA)	I_n (A)	I_{cond} (A)	L (m)	$A^*m_{cal}2\phi_{3h}$	A^*m_{tab}	ΔV % real	Conductor AWG-TW	Canalización (pul ²)
5236,94	21,82	27,28	3	98,19	364	0,27	2F #10+1N #10	EMT ϕ ¾"

Circuitos ramales

Tabla N°5.28. Calibre del conductor, protecciones y canalización de los circuitos ramales de los talleres.

Circuito	Uso	I_n (A)	L(m)	A-mcal	A-m tabla	ΔV % real	Conductor AWG-TW	Protección	Canalización (pul ²)
C1	Alumbrado	0,94	14,73	27,73	231	0,30	1F #12 +1N #12	20 A	EMT ϕ 1/2"
C2	TUG	2,7	13,63	73,62	231	0,80	1F #12 +1N #12	20 A	EMT ϕ 1/2"
C3	T2f	15	4,17	125,06	231	1,35	2F #12	20 A	EMT ϕ 1/2"
C4	Aire acondicionado	5	5,32	53,19	231	0,58	2F #12	20 A	EMT ϕ 1/2"

Tabla N°5.29. Circuitos ramales de los talleres.

DEMANDA TALLER						
Uso	S c/u(VA)	# Salidas	FP	C.C (VA)	Fd	Dmáx (VA)
Alumbrado	94,1176471	2	0,85	188,235294	0,6	112,94
TUG	180	3	0,8	540	0,6	324,00
T2 ϕ	7200	1	0,8	7200	0,5	3600,00
Aire acondicionado	1200	1	0,8	1200	1	1200,00
					Dmáx (VA)	5.236,94
					KVA	5,24

Para facilitar la comprensión de la instalación eléctrica para futuros mantenimientos y expansiones recomiendan los colores de los cables a utilizar para la fase el color del aislante: rojo, amarillo, azul y para el neutro los colores para el aislamiento pueden ser negro, blanco o café.

La protección de los circuitos ramales se elige de acuerdo a la corriente nominal del conductor usado.

Para la selección del diámetro de las tuberías correspondientes a cada circuito ramal, se busca por tablas el diámetro en pulgadas de los conductores que alimentan cada carga y luego se toma el diámetro de la tubería indicada según las normas.

Los tableros se instalarán en las posiciones indicadas en los planos adjuntos y con su centro a una altura de 1.20 m. sobre el nivel del piso (s.n.p), compuesto por seis polos, las barras de los tableros debidamente identificadas.

El porcentaje de desbalance que existe en tablero es de 7,75% siendo menor del 10% que es el desbalance permitido en los tableros comerciales.

Tabla N°5.30. Balance del tablero

Balance del tablero taller			
Circuito	R	S	Circuito
C3	3600	3600	
	600	600	C4
C1	188,24	540	C2
Σ	4388,24	4740	
Desbalance	0,07		
%	7,42		

5.5.5.1. Cómputos métricos

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
A	ACCESORIOS PARA CANALIZACIÓN ELÉCTRICA		
A-001	Abrazadera doble 1/2"	Pieza	24
A-002	Abrazadera doble 3/4"	Pieza	2
A-003	Boquilla 1/2"	Pieza	14
A-004	Boquilla 3/4"	Pieza	2
A-005	Caja para tomacorriente	Pieza	10
B	CONDUCTORES		
B-006	Conductor TW # 12	metros (m)	152 (2 de rollo comercial de 100 m)
B-007	Conductor TW # 10	metros (m)	260 (3 de rollo comercial de 100 m)
C	CANALIZACIÓN		
C-008	Tubería PVC 1/2"	metros (m)	38 (14 tubos comerciales de 3 m)
C-009	Tubería PVC 3/4"	metros (m)	2 (1 tubos comerciales de 3 m)
D	TABLEROS		
D-010	Tablero NLAB6402L	Pieza	2
E	INTERRUPTORES		
E-011	Interruptor termo magnético de caja moldeada de 20 A	Pieza	12
F	RECEPTORES		
F-012	Lámpara Fluorescente (2x40W)	Pieza	4
F-013	Tomacorriente	Pieza	8

CONCLUSIONES

En base al estudio de carga y análisis de los datos recabados del sistema eléctrico del Central Cafetero se llegaron a las siguientes conclusiones:

- La caída de tensión en el sistema de alimentación de alta tensión de 13,8 KV es de aproximadamente el 12%, lo que sobrepasa los límites permitidos según el Código Eléctrico Nacional.
- Los transformadores solo aportan el 18% de lo que se requiere para suplir las cargas.
- Las plantas eléctricas de 1000KVA y 500KVA aportan el 79% y 39% respectivamente, de manera que conectadas cada una por separado no están en la capacidad de generar la energía requerida.
- Saturación y falta de flexibilidad de algunos tableros para anexar nuevas cargas.
- Los tableros ST1, ST2, Recepción, Cafetín, Archivo, Aire Acondicionado Oficinas, Aire Acondicionado Compras, Galpón 3, Casa Socio 1 despensa, Oficinas PDVAL, comedor, Galpon1, Galpon2, ambulatorio, taller LA CIMBALI, Salón INCE y Materia prima presentan un desbalance mayor del 10% por lo que se debe balancear las fases.
- Falta de mantenimiento de los tableros.
- Calentamiento al tacto de los conductores de algunos de los circuitos ramales de los tableros ST2, oficinas PDVAL y oficina Las Delicias.

La propuesta consiste en los siguientes:

- Contar con una alimentación exclusiva desde la subestación La Concepción a la empresa.
- Ampliar la caseta de transformación y sustituir la bancada de transformadores de 3x75KVA por un transformador trifásico industrial de 1500KVA.
- Anexar dos conductores por fase N°500 MCM TTU a la línea de distribución eléctrica que alimenta la línea A.

- Construir una nueva acometida que alimente la línea B y así disminuir la caída de tensión y evitar usar demasiados conductores por fase. De tal forma que se requiere una bancada de transformadores de 3x100 KVA y tres conductores por fase #500 MCM TTU.

www.bdigital.ula.ve

RECOMENDACIONES

- Mantener actualizado el diagrama unifilar del sistema eléctrico de la empresa.
- Identificar los circuitos ramales.
- Efectuar el correcto dimensionamiento de conductores eléctricos para garantizar una operación eficiente y segura de los sistemas.
- Tener en cuenta los factores de ajuste de la capacidad de corriente para más de tres conductores activos en canalización.
- Realizar la conexión de puesta a tierra de todos los circuitos que componen el sistema.
- Planificar los cambios de adición de cargas de manera de poder tener actualizado los planos.
- Planificar el mantenimiento de los tableros.
- Efectuar un estudio de armónicos de tercer orden de las instalaciones eléctricas, los cuales se pueden presentar debido a los equipos electrónicos utilizados.
- En el área de producción hacer un encendido de las máquinas de forma escalonada. Es decir tener un encendido programado ya que de esta manera se evita picos de corrientes muy elevados.

REFERENCIAS

Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CÍA S.A. Consultado Marzo, 2010, disponible en <http://www.cafeflordepatria.com.ve>.

Central Cafetero Flor de Patria Gerónimo Briceño & CÍA S.A. *Manual de Mantenimiento*. Junio 2007.

Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004. 7ma. Revisión.

Enríquez, Gilberto (2004). *Elementos de Diseño de las Instalaciones Eléctricas Industriales*. México.

EPSILON S.A (1968), Manual de Normas y Criterios para proyectos de Instalaciones Eléctricas. Tomo II.

García, Raquel. (2010). *Diseño de las Instalaciones Eléctricas*. [http://docencia.udea.edu.co/ingenieria/circuitosII/docs/Dise%F1o%20Instalaciones%20residenciales.pdf]

Instrucciones de Servicio PROBAT, Molino de rodillos. Edición, Enero 1985.

La Energía Eléctrica. Consultado Mayo 2010, disponible en [http://html.rincondelvago.com/sistema-electrico-de-potencia.html]

Rocha, Germán (2001). *Instalaciones Eléctricas II ELC-262*. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.

Requisitos Mínimos de Seguridad. Consultado Junio 2010, disponible en <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/electricidad/2002/01/16/36262.php>

Soto, Lauro. *Introducción a las Instalaciones Eléctricas*. Consultado Junio 2010, disponible en <http://www.mitecnologico.com/Main/InstalacionElectrica>.

Transformador. Consultado Julio, 2010, disponible en <http://es.wikipedia.org/wiki/Transformador>.

www.bdigital.ula.ve
ANEXO A
PLANO TRAYECTORIA LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN
ELÉCTRICA EXTERNA ACTUAL

www.bdigitalula.ve
ANEXO B
PLANO DIAGRAMA UNIFILAR
DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL

www.bdigitalula.ve
ANEXO C
HOJAS DE DATOS DE LAS MEDICIONES
REALIZADAS A LOS TABLEROS

www.bdigitalula.ve
ANEXO D
PLANO DIAGRAMA UNIFILAR
DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUALIZADO

www.bdigital.ula.ve
ANEXO E
PLANO TRAYECTORIA
LINEA EXTERNA MODIFICADA

www.bdigitalula.ve
ANEXO F
PLANO DE LOS CIRCUITOS DE BAJA TENSIÓN
Y TABLEROS DE LOS TALLERES 1 Y 2