

**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**“DISEÑO DE LA PARTE ELÉCTRICA DE UN PROCESO PARA LA
RECUPERACIÓN DE POLIETILENOS”**

CRISTIAN AMILKAR JIMÉNEZ MAESTRE

**PAMPLONA, COLOMBIA
DICIEMBRE, 2015**



UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRONICA
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE LA PARTE ELÉCTRICA DE UN PROCESO PARA LA
RECUPERACIÓN DE POLIETILENOS”**

CRISTIAN AMILKAR JIMÉNEZ MAESTRE

DIRECTOR
ING. LUIS DAVID PABÓN FERNÁNDEZ

PAMPLONA, COLOMBIA
DICIEMBRE, 2015



**UNIVERSIDAD DE PAMPLONA
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA
SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PROGRAMA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**

**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELÉCTRICO**

**“DISEÑO DE LA RED ELÉCTRICA PARA EL PROCESO DE RECUPERACIÓN
DE POLIETILENOS DE ALTA Y BAJA DENSIDAD”**

FECHA DE INICIO DEL TRABAJO: AGOSTO DE 2015

FECHA DE TERMINACIÓN DEL TRABAJO: DICIEMBRE DE 2015

NOMBRES Y FIRMAS DE AUTORIZACIÓN:

CRISTIAN AMILKAR JIMÉNEZ M.
Autor

ING. LUIS DAVID PABON F.
Director trabajo de grado

VICTOR MANUEL GARRIDO
Director de Programa

JURADO CALIFICADOR

Esp. PABLO ALEXANDER SANTAFE
secretario

Ing. VICTOR MANUEL GARRIDO
secretario

M.Sc. JORGE LUIS DIAS RODRIGUEZ

Oponente

AGRADECIMIENTOS

Al Dios de la vida quien es todo lo que hay y está en todo lo que existe, porque no hay nada fuera de él. Su mano misericordiosa está presente en este proyecto, en mi vida y en la de mi familia. Su presencia es el aliento para continuar todos los caminos a seguir en esta existencia.

A mi Madre **Rosiris Maestre Carcamo** quien con su amor incondicional a labrado conmigo los caminos para salir de los momentos duros y de pruebas en mi vida. A ella este humilde y sentido triunfo porque tú madre, decidiste renunciar a tus ilusiones y proyectos por creer en los míos. TE AMO MAMÁ.

A mi papa **Pascual Jiménez Yance** que ha estado siempre a mi lado. y al lado de mi madre son el pilar de este sueño hecho realidad. Gracias papá.

A mis hermanos **Silvia Xilene Jiménez Maestre** y **Wisner Jiménez Maestre** mi familia. Sus palabras fueron muy alentadoras en los momentos difíciles.

DEDICATORIA

Dedico este triunfo a mi familia porque gracias a ellos fue posible llegar hasta el final de este primer gran paso en mi vida.

PENSAMIENTOS

Cada amanecer es una confirmación del poder y la gracia de Dios. En los momentos de nuestro existir, estamos experimentando auroras de vida que nos recuerdan la presencia del señor en nuestro espíritu.

CRISTIAN AMILKAR JIMENEZ MAESTRE

Los portales que conducen a la sabiduría y al entendimiento están siempre abiertos.

HAY LOISE

CONTENIDO

	Pags.
RESUMEN.....	11
ABSTRACT	13
1. INTRODUCCIÓN	14
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 Objetivo General.....	15
1.1.2 Objetivos Específicos.....	15
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	16
2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE	17
2.1 INTRODUCCIÓN	17
2.2 MARCO TEÓRICO	18
2.2.1 Listado de cargas de la instalación	18
2.2.2 Conexión a la red.....	19
2.2.3 Arquitectura de la distribución eléctrica.....	19
2.2.4 Protección contra descargas eléctricas.....	19
2.2.5 Circuitos e interruptores	20
2.2.6 Protección contra las sobretensiones	20
2.2.7 Eficiencia energética.....	21
2.2.8 Motores de inducción.....	21
2.2.8.1 Demanda de corriente	21
2.2.8.2 Corriente subtransitoria y ajuste de la protección.....	21
2.2.8.3 Intensidad del arranque	22
2.2.8.4 Compensación de potencia reactiva (kVAr) proporcionada a motores de inducción	22
2.2.9 Suministro de energía	23
2.2.9.1 Clasificación de los niveles de tensión.....	23
2.2.10 Demanda máxima por niveles de tensión.....	23
2.2.11 Regulación de tensión.....	24
2.2.11.1 Metodología de cálculo.....	24

2.2.12 Potencia Instalada (KW)	25
2.2.13 Potencia aparente instalada (.....	26
2.2.14 Sistemas de iluminación	27
2.2.14.1 Deslumbramiento.	27
2.3 MARCO LEGAL	28
2.3.1 Decreto 838 De 2005 - (Marzo 23.....	28
3. DISEÑO METODOLÓGICO.....	29
3.1 ESTUDIO DE LAS NORMAS VIGENTES EN COLOMBIA	29
3.2 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR.....	29
3.2.1 Cálculo de la instalación interna.....	29
4. RESULTADOS	30
4.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION	30
4.1.1 Cálculo de la iluminacion para la bodega de producto teminado.....	30
4.2 SELECCION DEL SISTEMA DE ARRANQUE DE LOS MOTORES DE JAULA DE ARDILLA.....	37
4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	38
4.3.1 Redes de media.....	38
4.3.2 Acometida en baja tensión.....	38
4.3.3 Parámetros de diseño	39
4.3.3.1 Características del servicio	39
4.3.3.2 Factor de demanda.....	40
4.3.3.3 Factor de diversidad	40
4.3.3.4 Demanda máxima unita	40
4.3.3.5 Tasa de crecimiento vegetativo.....	41
4.3.3.6 Demanda máxima proyectada	41
4.3.4 Calculo de cargas	41
4.3.4.1 Factor de diversidad	41
4.3.4.2 Demanda máxima proyectada (DMP) A 8 años	42
4.3.4.3 Demanda máxima proyectada a 15 años	42

4.3.4.4 Características de la subestacion para el suministro de energía	42
4.3.5 Diseño de la subestacion electrica de la planta de reciclaje	42
4.3.5.1 Selección del transformador para la planta de reciclaje	44
4.3.6 Instalación eléctrica de la subestacion electrica	44
4.3.6.1 Características de la acometida en media tension (MT).....	44
4.3.6.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión.	45
4.3.6.3 Celdas que forman parte del centro de transformacion del sistema desuministro de energia de la planta de reciclaje	46
4.3.6.4 Medida de la Energía Eléctrica del centro de transformación.....	49
4.3.6.5 Puesta a Tierra del centro de transformacion.....	50
4.3.6.6 Selección de fusible para la celda	51
4.3.6.7 Medidores de energía	53
4.3.6.8 Cálculo y selección de protecciones	53
4.3.6.9 Para los 4 motores de 25Hp	54
4.3.6.10 Para los 2 motor de 60Hp	54
4.3.6.11 Para los 2 motores de 30Hp.....	55
4.3.7 Corriente de cortocircuito en el transformador I_{cc}	55
4.3.7.2 Acometidas en baja tensión para las distintas zonas de la planta de reciclaje	60
4.3.7.3 Como la acometida es trifásica tenemos.....	61
4.3.7.4 Calculo del barraje	61
4.3.7.5 Conductor de tierra a equipos	62
4.3.8 Instalaciones internas	62
4.3.9 Analisis Economico.....	75
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	77
CONCLUSIONES	78
OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES	79
BIBLIOGRAFIA.....	80

LISTADO DE TABLA

	Pags.
Tabla 1. Niveles de tensión de servicio.....	23
Tabla 2. Niveles de tensión y límites de carga de acuerdo a la carga instalada	24
Tabla 3. Límites de Regulación de voltaje	25
Tabla 4. Demanda máxima por nivel de tensión	39
Tabla 5. Niveles de tensión del servicio	39
Tabla 6. Límites de regulación de voltaje	39
Tabla 7. Impedancia de puesta a tierra.....	40
Tabla 8. Periodo de proyección de la demanda	41
Tabla 9. Características de los elementos de protección para el transformador ...	53
Tabla 10. Calculo de tierra para motores	61
Tabla 11. Evaluación de nivel de riesgo por rayos	62
Tabla 12. Cálculos: Áreas.....	64
Tabla 13. Cálculos: Número de eventos peligrosos	64
Tabla 14. Cuadros de carga	66
Tabla 15. Cálculo de malla de puesta a tierra	73
Tabla 16. Presupuesto de gastos personales	75

LISTADO DE FIGURAS

	Pags.
Figura 1. Deslumbramiento.....	28
Figura 2. Dimensiones del local, plano de trabajo,plano de las luminarias.....	30
Figura 3. Distancias y cavidades para aplicación del método del coeficiente de local	32
Figura 4. Reflectancia efectiva de cabidad de techo y de piso para varias combinaciones de reflectancia	33
Figura 5. Reflectancai de piso (%)=20	34
Figura 6. GentleSpace Gen2 BY470P 1xLED230S/840 MB	36
Figura 7. Representacion de una subestacion compacta	43
Figura 8. Acometida en media tension.....	45
Figura 9. Celda SM6.....	46
Figura 10. Celdas del CS.....	49
Figura 11. Diagrama de conexión del DPS.....	52

RESUMEN

Este trabajo de grado trata del diseño de la red eléctrica de un proceso para la recuperación de polietilenos de alta y baja densidad que tendrá como objetivo; desarrollar todos los análisis previos que permitan la precisión y confiabilidad en los cálculos y la selección de equipos de protección y medida, control y maniobra de la maquinaria involucrada en este proceso, también brindarle confiabilidad seguridad en su funcionamiento, y a las personas directamente vinculadas con la manipulación de la maquinaria y equipos que conforman el proceso de producción. La electrificación de este proceso de recuperación de polietilenos será una herramienta útil para el beneficio de los habitantes del el sur del cesar y a futuro de la región del caribe colombiano.

En el sur del departamento del Cesar, el tema del reciclaje no es tratado con la seriedad y el compromiso que este merece, la contaminación de las fuentes hídricas no solo en el departamento y la región sino en todo el país comienza a pasar la cuenta de cobro a la inconciencia y al abandono que los seres humanos sumidos en el consumismo le restan importancia a esta problemática.

En el presente trabajo de grado se diseñara el sistema eléctrico de la línea de producción para una empresa que se dedicara al reciclaje de los residuos solidos blandos.

Para el diseño de la parte eléctrica del sistema de producción mencionado, se tienen en cuenta todas las leyes y normas que rigen las instalaciones eléctricas en Colombia para el diseño eléctrico, selección de equipos de medida y protección y la elaboración de las memorias de cálculos del proyecto.

Palabras claves: protecciones eléctricas, subestación eléctrica, Electrificación, Proceso, iluminación, diseño eléctrico

ABSTRACT

This degree work is the design of the power grid of a process for recovering polyethylene high and low density which will aim; develop all previous analysis to the accuracy and reliability of the calculations and the selection of protective equipment and measurement, control and operation of the machinery involved in this process, also provide reliable security operation, and people directly linked to the handling machinery and equipment that make up the production process. The electrification of this recovery process of polyethylene will be a useful tool for the benefit of the inhabitants of the south of Cesar and future of the Colombian Caribbean region.

In the south of Cesar, the issue of recycling is not treated with the seriousness and commitment that it deserves, pollution of water sources not only in the department and the region but throughout the country starts spending account charging unconsciousness and abandonment that humans mired in consumerism downplay this issue.

In this paper grade electrical system of the production line for a company that is dedicated to the recycling of solid waste will be designed soft.

For the design of the electrical part of the production system mentioned, taking into account all the laws and regulations governing electrical installations in Colombia for electrical design, selection of equipment for measuring and protection and development of calculations memories draft.

Keywords: electrical protection, electrical substation, Electrification, Process, lighting, electrical design

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Los primeros pasos del progreso tecnológico del hombre comenzaron el día en que la electricidad apareció en la vida de los seres humanos. Éstos aprovechando las posibilidades de manipular la energía y usarla para su beneficio, fueron capaces de iluminar las oscuras noches de su tiempo y en adelante, con sus investigaciones y vidas enteras dedicadas a desarrollar la generación, transmisión y uso final de la energía eléctrica. Logrando lo que hoy podemos disfrutar y seguir sacando provecho de esta importante herramienta para el desarrollo socioeconómico del planeta.

Este trabajo de grado tratara del diseño de la parte eléctrica de un proceso para la recuperación de polietilenos, permitiendo de esta manera seguir expandiendo los alcances y beneficios de la energía eléctrica. Para esto es necesario analizar y evaluar todas las variables posibles que puedan surgir de este proyecto como: sistema de iluminación, sistema de fuerza, sistema de suministro de energía, sistema de control para el arranque de los motores, cálculo y selección de protecciones. Con el fin de garantizar un óptimo y correcto uso final de la energía eléctrica garantizando la protección de la vida de las personas que laborarán en la empresa, y la de maquinaria y equipos integrados al proceso.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

Diseño de la red eléctrica para el proceso de recuperación de polietilenos de alta y baja densidad.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ❖ Desarrollar el análisis previo del proceso
- ❖ Diseñar el sistema de iluminación
- ❖ Diseñar el sistema de fuerza
- ❖ Seleccionar el sistema de arranque de los motores de jaula de ardilla
- ❖ Diseñar el sistema de suministro de energía
- ❖ Desarrollar cálculo y selección de protecciones

1.2 JUSTIFICACIÓN

Los plásticos son materiales que han generado un impacto socio económico que denota un antes y un después en la historia de la sociedad, con una presencia relevante en la industria, causando en ella efectos positivos y negativos.

La recuperación de los residuos no orgánicos (residuos sólidos). Fue un tema que a pocos interesó desde el inicio del siglo XX y hoy es un tema de vanguardia a nivel mundial, en especial: los residuos sólidos blandos no solo por las oportunidades de empleo que puedan concretarse mediante la ejecución de esta actividad, que en su mayoría se realiza de manera informal y con muy pocos conocimientos acerca de sus procedimientos adecuados para su correcta y eficaz recuperación. El crecimiento desenfrenado en la demanda de este material en el mercado obligó a los productores de la industria petroquímica a exigir sus niveles de producción, causando un excesivo consumo energético para poder satisfacer la necesidad creciente y exigente de este producto

Este trabajo de grado mediante el diseño de la parte eléctrica que energizará este proceso. Dará vida a esta idea, logrando así que pueda entrar en funcionamiento y contribuya de esta manera a aliviar la crisis que los residuos no biodegradables le causan al planeta.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO Y ESTADO DEL ARTE

2.1 INTRODUCCIÓN

La formulación del tema de este trabajo de grado, los objetivos planteados, y su estructura como tal se han formulado en base a la importancia que tienen los diseños de redes eléctricas e instalaciones para uso de la energía eléctrica y la seguridad de las personas que directa e indirectamente intervienen en procesos productivos, esto desde el contexto industrial, además de quienes utilizan el servicio eléctrico para el confort y el ocio en sus casas o en áreas comunes destinadas al disfrute del tiempo libre. A continuación, se caracteriza el Marco teórico el cual está acorde con el tema escogido.

Los temas que se tratarán en el trabajo de grado se centran en la calidad y seguridad de las instalaciones eléctricas y la eficiencia de los procesos productivos cuando se cuenta con adecuado diseño de las aparatosas en media y baja tensión. Se concretan en los temas del dimensionamiento de los conductores, las protecciones eléctricas, el diseño de iluminación, el diseño del Sistema de fuerza del Sistema, la selección de un Sistema de arranque para las máquinas de inducción y el Sistema de suministro de la energía.

Se generarán las conclusiones a que tenga lugar, y se realizarán las recomendaciones del caso de acuerdo al desarrollo y a la obtención de los resultados, el estado del arte se se dirigirá de acuerdo a los temas específicos que aquí se tratan ya que los diseños de redes eléctricas son muy comunes en el área de la ingeniería eléctrica.

Éstos son muy importantes y de amplia utilización por los profesionales en la materia, la documentación existente es muy amplia, lo que requeriría de una ardua

y exhaustiva labor para formular un orden cronológico de su origen y evolución a través de los años. Y este no sería un tema de mayor interés en el desarrollo del trabajo de grado citado dentro de este marco.

2.2 MARCO TEÓRICO

Para el diseño de la red eléctrica se tendrán en cuenta los parámetros de diseño recomendados por el operador de red de la zona y las demás normas que lo complementen en el marco de la normatividad vigente en Colombia.

Es sabido que la calidad y la seguridad de una instalación eléctrica se logra si se cumple con todos los protocolos de cumplimiento y conformidad con las normas vigentes en el país y de que todos los productos utilizados en la instalación eléctrica (Arquitectura en media y baja tensión), la maquinaria y equipos que intervengan en los procesos productivos, solo de esta forma se podrá garantizar que la instalación es de calidad y segura.

2.2.1 Listado de cargas de la instalación. El estudio de una instalación eléctrica propuesta necesita una comprensión correcta de todas las reglas y normas que la rigen. La demanda total de energía se puede calcular a partir de los datos relacionados con la ubicación y la intensidad de cada corriente junto con el conocimiento de los modos de funcionamiento (demanda en régimen nominal, condiciones de arranque, funcionamiento no simultáneo, etc.). A partir de estos datos, se obtienen de modo inmediato la potencia necesaria de la fuente de alimentación y (en los casos apropiados) el número de fuentes necesarias para una potencia adecuada para la instalación. También es necesario tener información sobre las estructuras de tarifas locales para elegir la mejor opción en cuanto a montaje de la conexión a la red de alimentación, por ejemplo: en alta o baja tensión. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.2 Conexión a la red. Esta conexión se puede realizar en:

- **Media tensión.** Se tendrá que estudiar, construir y equipar un centro de transformación de abonado. Este centro de transformación puede ser una instalación interior o exterior según las normas y reglamentos correspondientes. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.
- **Baja tensión.** La instalación se conectará a la red local de suministro eléctrico y se medirá (necesariamente) según las tarifas de baja tensión. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.3 Arquitectura de la distribución eléctrica. La red de distribución de toda la instalación se estudia como un sistema completo.

Se definen el número y las características de las fuentes de alimentación de emergencia auxiliares.

La disposición de montaje de las tomas de tierra del neutro se selecciona según la normativa local, las restricciones relacionadas con la alimentación y el tipo de cargas.

El equipo de distribución (cuadros, interruptores, conexiones de circuitos...) se determina a partir de los planos de construcción y la ubicación y agrupación de las cargas.

El tipo de edificios y la asignación pueden influir en la inmunidad frente a las perturbaciones externas. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.4 Protección contra descargas eléctricas. Una vez determinada previamente la conexión a tierra (TT, IT o TN), deben implementarse los

dispositivos protectores apropiados para lograr una protección contra los riesgos de contacto directo o indirecto. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.5 Circuitos e interruptores. Cada circuito se estudia en detalle. A partir de las Corrientes nominales de las cargas, el nivel de la corriente de cortocircuito y el tipo de dispositivo protector, se puede determinar la sección de los cables conductores del circuito.

Antes de adoptar el tamaño del conductor indicado arriba, es necesario que se cumplan los siguientes requisitos:

- La caída de tensión cumple con la norma correspondiente.
- El arranque del motor es satisfactorio.
- Está asegurada la protección frente a las descargas eléctricas.

Se determina a continuación la corriente de cortocircuito y se comprueba la capacidad de resistencia térmica y electrodinámica del circuito.

Es posible que estos cálculos indiquen que es necesario usar un conductor de mayor sección que el que se seleccionó en un principio.

Los requisitos que necesita el interruptor determinarán su tipo y características. Se examinará la utilización de técnicas de selectividad y limitación mediante el uso de fusibles e interruptores automáticos. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.6 Protección contra las sobretensiones. Las caídas de rayos directas o indirectas pueden dañar el equipo eléctrico a una distancia de varios kilómetros. Las sobretensiones de maniobra y las sobretensiones transitorias de frecuencia industrial también pueden producir las mismas consecuencias. Se examinan los defectos y se proponen las soluciones. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.7 Eficiencia energética. La implementación de dispositivos de medida junto a un sistema de comunicación adecuado dentro de la instalación eléctrica, puede generar grandes beneficios al usuario o propietario: reducción en el consumo energético, reducción en costos de energía y mejor uso del equipo eléctrico. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.8 Motores de inducción

2.2.8.1 Demanda de corriente. La intensidad absorbida proporcionada al motor viene dada por las fórmulas siguientes:

- Motor trifásico : $I_a = P_n \times 1.000 / (e \times U \times \eta \times \cos \phi)$
- Motor monofásico: $I_a = P_n \times 1.000 / (U \times \eta \times \cos \phi)$

Donde

I_a : intensidad absorbida (en amperios).

P_n : potencia nominal (en kW de potencia activa).

U : tensión entre fases para el motor trifásico y tensión entre las terminales de los motores monofásicos (en V). Un motor monofásico puede estar conectado fase a neutro o fase a fase. η : rendimiento del motor. kW de salida/kW de entrada. $\cos \phi$: factor de potencia. kW de entrada/kVA de entrada. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.8.2 Corriente subtransitoria y ajuste de la protección. El valor punta de la corriente subtransitoria puede ser muy alto; el valor típico está entre 12 y 15 veces el valor eficaz nominal I_{nm} . A veces este valor puede alcanzar 25 veces I_{nm} .

- Si se produce un disparo inesperado de la protección contra

sobreintensidad durante el arranque, esto significa que la corriente de arranque excede de los límites normales. Como resultado, se puede alcanzar alguna resistencia máxima de los aparatos, se puede reducir la vida útil e incluso se pueden destruir algunos dispositivos. Para evitar tales situaciones, debe considerarse sobredimensionar el aparato.

Los aparatos seleccionados para la protección de los arrancadores deben asegurar la protección de los mismos y del motor frente a los cortocircuitos Según el riesgo. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.8.3 Intensidad del arranque. Aunque se pueden encontrar en el mercado motores de alto rendimiento, en la práctica sus intensidades de arranque son básicamente las mismas que las de algunos motores estándar.

La utilización del arrancador estrella-triángulo, arrancador estático suave o convertidor variador de velocidad permite reducir el valor de la intensidad de arranque (ej. 4 Ia en lugar de 7,5 Ia). FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.8.4 Compensación de potencia reactiva (kVAr) proporcionada a motores de inducción. Generalmente es ventajosa por motivos técnicos y económicos la reducción de la intensidad proporcionada a los motores de inducción. Esto se puede alcanzar mediante la utilización de condensadores sin que afecte a la potencia de salida de los motores.

Normalmente nos referimos a la aplicación de este principio a la operación de motores de inducción como “mejora del factor de potencia” o “corrección del factor de potencia”.

La potencia aparente (kVA) proporcionada a un motor de inducción se puede reducir de un modo significativo mediante el uso de condensadores de

potencia.

La reducción de los kVA de entrada trae consigo la reducción correspondiente de la intensidad de entrada (dado que la tensión permanece constante). La compensación de potencia reactiva se recomienda principalmente para motores que funcionan durante largos períodos con potencia reducida. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.9 Suministro de energía. Para el suministro de energía se tienen en cuenta los parámetros de diseño del operador de red que para este caso es centrales eléctricas de norte de santander s.a. E.s.p. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.9.1 Clasificación de los niveles de tensión. Con el fin de atender la demanda del sistema con niveles de tensión que garanticen el adecuado funcionamiento de los equipos eléctricos, debe tenerse un rango de operación de tensión. Para efectos de rangos de utilización tolerables se cumplirá lo expresado en la norma NTC-1340. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

Tabla 1. Niveles de tensión de servicio

NIVEL DE TENSION DE SERVICIO	TENSIÓN NOMINAL ENTRE FASES
Extra alta tensión (EAT)	Tensiones superiores a 230
Alta tensión (AT)	Tensiones mayores o iguales a 57.7
Media tensión (MT)	Tensión nominal superior a 1000 V
Baja tensión (BT)	Tensión nominal mayor o igual a 25
Muy Baja tensión (MBT)	Tensiones menores de 25

Fuente: Normas de diseño CENS.

2.2.10 Demanda máxima por niveles de tensión. El nivel de tensión de servicio

para un usuario, lo definirá la demanda máxima de la carga a atender, de acuerdo con lo establecido en la Tabla 2.

Tabla 2. Niveles de tensión y límites de carga de acuerdo a la carga instalada.

NIVEL DE	CAPACIDAD
Monofásico bifilar	Menor a 6.6 kVA
Bifásico trifilar	Entre 6.6 y menor 12 kVA
Trifásico tetrafilar	Entre 15 kVA y menor a
Media (13 200 V)	Superior a 30 kVA hasta
Media (34 500 V)	Desde 1500 kVA en

Fuente: Normas de diseño CENS.

2.2.11 Regulación de tensión.

2.2.11.1 Metodología de cálculo. La regulación de tensión se calcula aplicando la siguiente metodología.

$$R\% = F \cdot \frac{k_G \cdot M}{V_L^2}$$

Dónde:

- ❖ F_C = Factor de corrección. Se establece de acuerdo al tipo de conexión y al tipo de sistema del circuito según Tabla 30 del capítulo 11.
- ❖ M = Momento eléctrico. Se calcula como el producto de la potencia aparente en (kVA) y longitud del tramo en metros (m).
- ❖ V_L = Tensión de línea (V).
- ❖ K_G = Constante de regulación generalizada del conductor y se calcula como

$$KG = (r \cos\phi + XL \sin\phi)$$

Dónde

r = Resistencia por unidad de longitud del conductor a una temperatura determinada (Ohm/km).

ϕ = Ángulo del factor de potencia de la carga.

XL = Reactancia inductiva por unidad de longitud del conductor (Ohm/km).

Tabla 3. Límites de Regulación de voltaje

Nivel de	Área	Límites de regulación
Circuitos de baja	Zona urbana	3%
	Zona Rural	3%
	Alumbrado público	3%
	Acometidas	2 %
Nivel de	Área	Límites de regulación de
Circuitos de media tensión	Para expansión de redes derivadas de un circuito alimentador principal	Menor o igual al 1 % a partir del barraje de la subestación de
	Para acometidas de uso exclusivo	Menor o igual al 0.03% a partir del punto de

Fuente: Normas de diseño CENS.

2.2.12 Potencia Instalada (KW). La mayor parte de los dispositivos y aparatos eléctricos se marcan para indicar su potencia nominal (Pn). La potencia instalada es la suma de las potencias nominales de todos los dispositivos eléctricos de la instalación. Esta no es en la práctica la potencia absorbida realmente. Este es el caso de los motores eléctricos, en los que la potencia nominal se refiere a la potencia de salida en el eje principal. El consumo de potencia de entrada será evidentemente superior.

La demanda de potencia (kW) es necesaria para seleccionar la potencia nominal de un grupo electrógeno o batería. Para una alimentación de una red de alimentación pública de baja tensión o a través de un transformador de alta/baja tensión, la cantidad significativa es la potencia aparente en kVA. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.13 Potencia aparente instalada (KVA). Normalmente se asume que la potencia aparente instalada es la suma aritmética de los kVA de las cargas individuales. Los kVA máximos estimados que se van a proporcionar sin embargo no son iguales a los kVA totales instalados. La demanda de potencia aparente de una carga (que puede ser un dispositivo sencillo) se obtiene a partir de su potencia nominal (corregida si es necesario, como se dice anteriormente con los motores, etc.) y de la aplicación de los siguientes coeficientes:

- η = rendimiento = kW de salida/kW de entrada.
- $\cos \phi$ = el factor de potencia = kW/kVA.

La demanda en kVA de potencia aparente de la carga: $S_n = P_n / (\eta \times \cos \phi)$ A partir de este valor, la corriente de carga completa I_a (A)(1) que toma la carga será:

- $$I_a = \frac{S_n * 10.000}{V}$$

Para una carga conectada entre fase y neutro

- $$I_a = \frac{S_n * 10.000}{\sqrt{3} * U}$$

Para la carga trifásica equilibrada, en la que:

V = tensión fase-neutro (voltios).

U = tensión fase-fase (voltios).

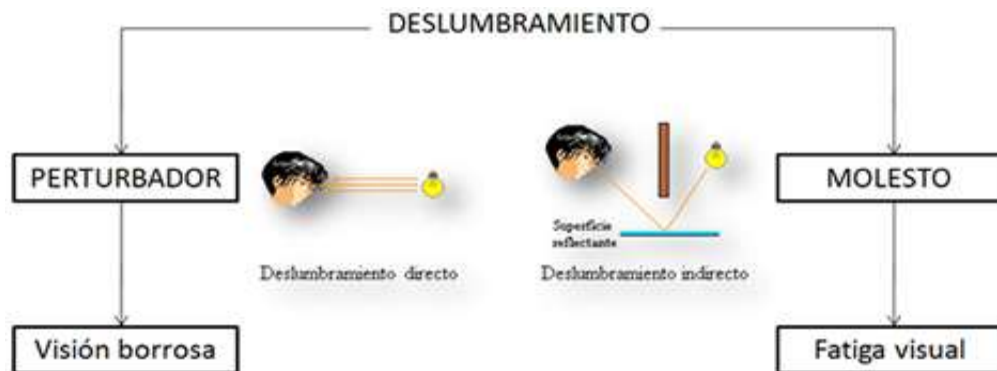
Se tiene que tener en cuenta que, hablando de un modo estricto, los kVA totales de potencia aparente no son la suma aritmética de los kVA calculados de las cargas individuales (a no ser que todas las cargas tengan el mismo factor de potencia).

Sin embargo, es normal realizar una suma aritmética simple, cuyo resultado dará un valor de kVA que supera el valor real por un “margen de diseño” aceptable. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.14 Sistemas de iluminación. La buena iluminación en el lugar de trabajo es esencial para el cumplimiento de la tarea, especialmente cuando se cuenta con una plantilla cada vez de más edad. Los efectos de una buena iluminación tienen un mayor alcance dado que en los últimos veinte años la ciencia (la medicina) ha demostrado constantemente la influencia positiva de la luz sobre la salud y el bienestar. Una iluminación mejor influye positivamente en el cumplimiento de la tarea (mayor velocidad y menor índice de errores), en la seguridad y el número de accidentes, en el absentismo laboral, en la salud y en el bienestar. Por ejemplo, en la industria metalúrgica, una buena iluminación puede suponer un aumento de la productividad de alrededor del 8%. FUENTE [5] Schneider Electric S.A.

2.2.14.1 Deslumbramiento. El deslumbramiento es una sensación molesta que se produce cuando la luminancia de un objeto es mucho mayor que la de su entorno. Es lo que ocurre cuando miramos directamente una bombilla o cuando vemos el reflejo del sol en el agua.

Figura 1. Deslumbramiento



Fuente: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>

2.3 MARCO LEGAL

2.3.1 Decreto 838 De 2005 - (Marzo 23): por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA,

En ejercicio de las facultades constitucionales y legales, en especial de las consagradas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política, el numeral 14.24 del artículo 14 de Ley 142 de 1994. (De acuerdo al anexo A).

2.3.2 Decreto 1713 De 2002 - (Agosto 6): modificado por el Decreto Nacional 838 de 2005. "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA DE COLOMBIA

En ejercicio de sus facultades constitucionales, en especial las conferidas en el numeral 11 del artículo 189 de la Constitución Política de Colombia. (De acuerdo al anexo B).

3. DISEÑO METODOLÓGICO

Para el desarrollo de este proyecto se adquirió el plano arquitectónico de la planta donde se encontró la información de la distribución de espacios y la ubicación de las maquinas que formaron parte del proceso de recuperación de polietileno.

3.1 ESTUDIO DE LAS NORMAS VIGENTES EN COLOMBIA

El minucioso estudio y hábil manejo de las normas que controlan y garantiza la calidad del uso final de la energía eléctrica son el pilar de este proyecto, entre las más destacadas en el país tenemos:

- ❖ RETIE
- ❖ NORMAS CENS
- ❖ NTC 2050

3.2 CÁLCULO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN Y SELECCIÓN DEL TRANSFORMADOR

En el desarrollo de la memoria de cálculos se determinó el tipo de transformador que mejor se ajustó al diseño así como también se seleccionaron los calibres de los conductores y los dispositivos de protección que se requirieron para garantizar el funcionamiento más confiable y eficaz del sistema.

3.2.1 Cálculo de la instalación interna: Esta parte del diseño comprendió los circuitos ramales que alimentaron a las distintas partes que comprenden este

sistema y también la instalación eléctrica de la maquinaria y equipos necesarios para el funcionamiento de este proceso

4. RESULTADOS

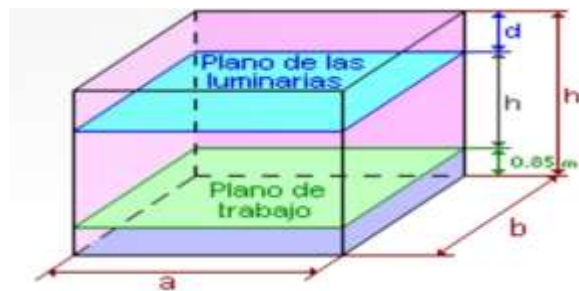
4.1. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACION

4.1.1 Cálculo de la iluminación para la bodega de producto terminado. Los cálculos de iluminación para la bodega del producto terminado se acoge a la sección 420.2.3 del Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público (RETILAP), la sección 430 de la mentada norma, a continuación se presentan los cálculos para el área enunciada:

El nivel de Iluminancia requerida para la bodega es de 200 (lx) que se tomó de la Tabla 440.1, adaptado de la norma ISO 8995.

Considerando la simetría del lugar objeto del diseño de iluminación, se pueden relacionar los valores de las medidas del área a iluminar teniendo en cuenta la geometría mostrada en la figura

Figura 2. Dimensiones del local, plano de trabajo,plano de las luminarias.



Fuente: <http://www.edutecne.utn.edu.ar/eli-iluminacion/cap08.pdf>

Largo (b)= 27.4 mts

Ancho (a)= 49.9 mts

Alto (h')= 12 mts

Plano de trabajo (h_f) = 0.85 mts

Valor minimo requerido en lux = 100 lux

Valor recomendado en lux = 150 lux

Valor optimo en lux = 200 lux

UGR_L = 25

Ahora se determinan el plano útil, la distancia de las luminarias hasta el plano de trabajo, la distancia de las luminarias medida desde el techo, los índices de las cavidades zonales y la distribución uniforme de las luminarias a lo largo y ancho del local:

- Determinación del plano útil (h_m)

$$h_m = (h' - \text{Plano de trabajo})$$

$$h_m = (12 \text{ mts} - 0.85 \text{ mts})$$

$$h_m = 11.15 \text{ mts}$$

- Calculo de la distancia del plano de trabajo a las luminarias (h)

$$h = \frac{4}{5}(h' - \text{plano de trabajo})$$

$$h = \frac{4}{5}(12 \text{ mts} - 0.85 \text{ mts})$$

$$h = 8.92 \text{ mts}$$

- Deducción de la distancia de la luminaria medidas desde el techo (h_c)

$$h_c = ((h' - \text{plano de trabajo}) - h)$$

$$h_c = ((12 \text{ mts} - 0.85 \text{ mts}) - 8.92 \text{ mts})$$

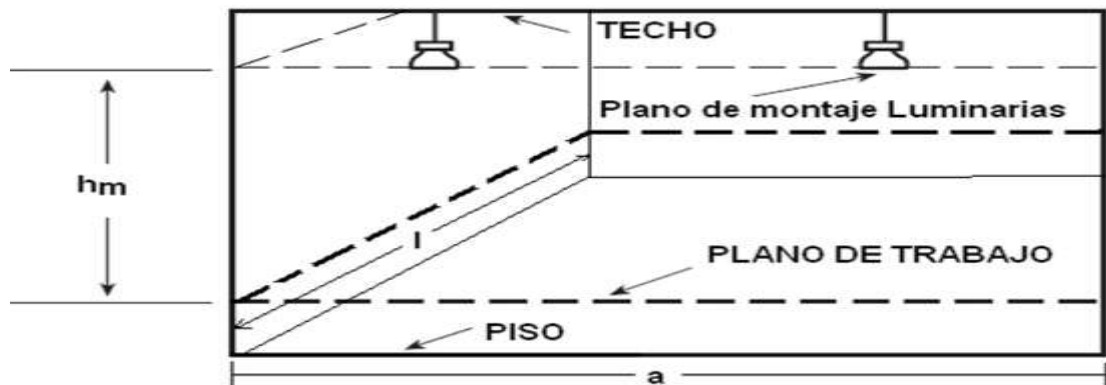
$$h_c = 2.23 \text{ mts}$$

Se aplica a este diseño el METODO DE LAS CABIDADES ZONALES de la sección 430 del RETILAP.

El método tiene cuatro pasos básicos:

1. Determinar los índices de las cavidades zonales
2. Determinar la reflectancia efectiva de las cavidades
3. Seleccionar el coeficiente de utilización
4. Calcular el nivel promedio de iluminación.

Figura 3. Distancias y cavidades para aplicación del método del coeficiente de local



Fuente: RETILAP

- Se Determinan los índices de las cavidades zonales

$$\text{Índice de la cavidad del techo} = \frac{5hc(l+a)}{(l)(a)}$$

$$\text{Índice de la cavidad del techo} = \frac{5(2.23 \text{ mts})(27.4 \text{ mts} + 49.9 \text{ mts})}{(27.4 \text{ mts})(49.9 \text{ mts})}$$

Indice de la cavidad del techo = **0.630**

$$\text{Indice de la cavidad del local} = \frac{5(8.92 \text{ mts})(27.4 \text{ mts} + 49.9 \text{ mts})}{(27.4 \text{ mts})(49.9 \text{ mts})}$$

Indice de la cavidad del local = **2.521**

$$\text{Indice de la cavidad del piso} = \frac{5hf(l+a)}{(l)(a)}$$

$$\text{Indice de la cavidad del piso} = \frac{5(0.85 \text{ mts})(27.4 \text{ mts} + 49.9 \text{ mts})}{(27.4 \text{ mts})(49.9 \text{ mts})}$$

Indice de la cavidad del piso = **0.24**

- Determinar la reflectancia efectiva de las cavidades

Se utilizan las tablas 430.2.2a suministradas en el retilap para determinar los índices de reflectancia de las paredes y el techo, teniendo en cuenta el índice de cavidad del local (2.521) se obtienen los siguientes valores:

Figura 4. Reflectancia efectiva de cavidad de techo y de piso para varias combinaciones de reflectancia

% Reflectancia de techo o piso	90				80				70				50				30			10		
	90	70	50	30	80	70	50	30	70	50	30	70	50	30	10	50	30	10				
0.2	89	88	86	85	78	78	77	76	67	67	66	49	48	47	30	29	29	28	10	10	09	
0.4	88	86	84	81	77	76	74	72	65	63	61	48	47	45	30	29	28	26	11	10	09	
0.6	87	84	80	77	76	75	71	68	63	59	57	47	45	43	30	28	26	25	11	10	08	
0.8	87	82	77	73	75	73	69	65	60	56	54	47	44	40	30	28	25	23	11	10	08	
1.0	86	80	75	69	74	72	67	62	58	53	51	46	43	38	30	27	24	22	12	10	08	
1.2	85	78	72	68	73	70	64	58	57	51	50	45	41	36	30	27	23	21	12	10	07	
1.4	85	77	69	62	72	68	62	55	52	45	47	45	40	35	30	26	22	19	12	10	07	
1.6	84	75	67	59	71	67	60	53	51	45	45	44	39	33	29	25	22	18	12	09	07	
1.8	83	73	64	56	70	66	58	50	51	42	42	43	38	31	29	25	21	17	13	09	06	
2.0	83	72	62	53	69	64	56	48	49	40	40	43	37	30	29	24	20	16	13	09	06	
2.2	82	70	59	50	68	63	54	45	48	38	38	42	36	29	29	24	19	15	13	09	06	
2.4	81	68	56	46	67	61	51	41	54	46	37	42	35	27	29	24	19	14	13	09	06	
2.6	81	67	55	45	66	60	50	41	54	45	35	41	34	26	29	23	18	14	13	09	06	
2.8	81	66	54	44	65	59	49	39	53	43	33	41	33	25	29	23	17	13	13	09	05	
3.0	80	64	52	42	65	58	47	37	52	42	32	40	32	24	29	22	17	12	13	09	05	
3.2	79	63	50	40	65	57	45	35	51	40	31	39	31	23	29	22	16	12	13	09	05	
3.4	79	62	48	38	64	56	44	34	50	39	29	39	30	22	29	22	16	11	13	09	05	
3.6	78	61	47	36	63	54	43	32	49	38	28	39	29	21	29	21	15	10	13	09	04	
3.8	78	60	45	35	62	53	41	31	49	37	27	38	29	21	28	21	15	10	14	09	04	
4.0	77	58	44	33	61	53	40	30	48	36	26	38	28	20	28	21	14	09	14	09	04	
4.2	77	57	43	32	60	52	39	29	47	35	25	37	28	20	28	20	14	09	14	09	04	
4.4	76	56	42	31	60	51	38	28	46	34	24	37	27	19	28	20	14	09	14	08	04	
4.6	76	55	40	30	59	50	37	27	45	33	24	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
4.8	75	54	39	28	58	49	36	26	45	32	23	36	26	18	28	20	13	08	14	08	04	
5.0	75	53	38	28	58	48	35	25	44	31	22	35	25	17	28	19	13	08	14	08	04	

Fuente: RETILAP

Para determinar el coeficiente de o factor de utilizacion que se obtiene apartir de reflectancias determinadas y de acuerdo al indice de de la cavidad del piso (0.24) se utiliza la tabla aplicando como en el caso anterior extrapolacion para determinar el valor en relacion a los calculos realizados, se utiliza entonces la figura 430.2.3 suministrada por el RETILAP.

Figura 5. Reflectancai de piso (%)=20

Reflectancia de piso [%] = 20												
Reflectancia techo	80				70				50			
Reflectancia paredes [%]	70	50	30	10	70	50	30	10	70	50	30	10
Indice de local	Coeficientes de Utilización											
1	0.90	0.86	0.83	0.80	0.88	0.85	0.81	0.78	0.81	0.78	0.75	0.77
2	0.82	0.75	0.69	0.64	0.80	0.73	0.68	0.64	0.70	0.66	0.62	0.67
3	0.74	0.66	0.57	0.52	0.72	0.64	0.58	0.52	0.61	0.56	0.52	0.59
4	0.68	0.58	0.50	0.45	0.66	0.56	0.50	0.44	0.54	0.48	0.43	0.52
5	0.62	0.50	0.42	0.37	0.59	0.49	0.42	0.37	0.48	0.41	0.36	0.46
6	0.57	0.44	0.38	0.32	0.55	0.44	0.37	0.31	0.42	0.36	0.31	0.41
7	0.52	0.40	0.33	0.27	0.50	0.39	0.32	0.27	0.38	0.31	0.26	0.36
8	0.48	0.36	0.28	0.23	0.46	0.35	0.28	0.23	0.34	0.28	0.23	0.33
9	0.44	0.32	0.25	0.20	0.42	0.31	0.25	0.20	0.30	0.24	0.20	0.29

Fuente: RETILAP

Una vez aplicada la interpolacion entre los valores señalados en la figura para un indice de local de 2.521 se obtiene un factor de utilizacion de CU = 0.6831, para la iluminancia requerida en el diseño de 200 lux se procede a calcular el flujo total requerido y la cantidad de luminarias necesarias para obtener una optima iluminacion

- La iluminancia promedio se calcula mediante la fórmula:

$$E_{prom} = (\Phi_{tot} * CU * FM) / A$$

Donde:

Φ_{tot} = Flujo luminoso total de las bombillas.

A = Área del plano de trabajo en m²

CU = Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.

FM = Factor de mantenimiento.

La iluminancia promedio horizontal - E_{prom} - se calculará utilizando la siguiente ecuación:

$$E_{\text{prom}} = \frac{N \times n \times \Phi_L \times CU \times FM}{l \times a}$$

Donde:

N = Número de luminarias en el local. n = número de bombillas por luminaria

Φ_L = flujo luminoso de una Bombilla de la luminaria.

CU = Coeficiente o Factor de utilización para el plano de trabajo.

FM = Factor de mantenimiento de la instalación.

l = longitud del local en metros

a = ancho del local en metros

- cálculo del número de luminarias necesarias para producir una iluminancia requerida

el flujo luminoso total necesario para producir una iluminancia promedio requerida se calcula así:

$$\Phi_{\text{Tot}} = \frac{(E_{\text{prom}} * A)}{CU * FM}$$

$$\Phi_{\text{Tot}} = \frac{(200 \text{ lux} * (1367.26 \text{ m}^2))}{0.6831 * 1.4}$$

$$\Phi_{\text{Tot}} = 28593.96 \text{ lm}$$

Para el flujo total requerido se debe seleccionar una luminaria que pueda ser capaz de atender las exigencias que el sector industrial requiere, para ello se selecciona una luminaria tipo led con un flujo luminoso de **13,000 lm** y una

potencia de 106w cuya referencia comercial es GentleSpace Gen2 BY470P 1xLED230S/840 MB y se puede apreciar en la siguiente figura

Figura 6. GentleSpace Gen2 BY470P 1xLED230S/840 MB



Fuente: MANUAL DE ILUMINACION INDUSTRIAL PHILIPS

➤ El numero de luminarias se calcula utilizando la siguiente ecuacion

$$N = \frac{\Phi_{Tot}}{\Phi I * n}$$

Donde:

ΦI flujo luminoso de una bombilla.

n número de bombillas por luminaria.

$$N = \frac{285935.96 \text{ lm}}{13,000 \text{ lm}}$$

$$N = 21.99$$

Se toma como numero total de luminarias por aproximacion el 22 como cantidad de luminarias para generar la iluminancia requerida en la bodega de producto terminado. La distribucion de las luminarias a lo largo del local se puede apreciar en el plano anexo a este diseño.

4.2 SELECCION DEL SISTEMA DE ARRANQUE DE LOS MOTORES DE JAULA DE ARDILLA

Es de vital importancia para la instalación eléctrica de la planta la escogencia mas adecuada de un sistema de arranque que elimine los perjuicios ocasionados por los arranques de los motores de inducción cuando estos se realizan de manera directa a la red de alimentación principal.

Para la selección del sistema de arranque mas adecuado se consideran los siguientes aspectos:

Tipo de carga: Par constante, par variable, potencia constante, cargas por impulsos.

Tipo de motor: De inducción rotor jaula de ardilla o bobinado, corriente y potencia nominal, factor de servicio, rango de voltaje.

Rangos de funcionamiento: Velocidades máximas y mínimas. Verificar necesidad de ventilación forzada del motor.

Par en el arranque: Verificar que no supere los permitidos por el variador. Si supera el 10% del par nominal es conveniente sobredimensionar al variador.

Consideraciones de la red: Microinterrupciones, fluctuaciones de tensión, armónicas, factor de potencia, corriente de línea disponible, transformadores de aislación.

El mas favorable para la instalación es el arranque progresivo de las maquinas mediante variadores de velocidad, los cales se seleccionan de acuerdo a una tabla de características suministrada por el fabricante (anexo).

4.3 DISEÑO DEL SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

4.3.1 Redes de media. Existente

4.3.2 Acometida en baja tensión. La acometida en baja tensión se diseñó en base a las condiciones contempladas en el artículo **430-24 de la NTC 2050**; tomando en cuenta que todos los motores que serán alimentados son de **30HP, 30HP, 25HP, 25Hp, y 25Hp, 25H, P60HP, 60Hp**. Se sumaran el total de las corrientes nominales de todos y se adicionará el 25% de la carga del motor más grande y la carga de luz y fuerza de toda la instalación.

Según los parámetros de diseño de las normas de CENS S.A. E.S.P. en su capítulo dos (2) los motores deben tomarse con sus capacidades nominales indicadas en su placa de características, de esta forma tenemos:

Siguiendo el orden anterior en el que se mencionaron los motores se realizaran la suma aritmética de corrientes:

$$I_T = 83\text{Amp} + 83\text{Amp} + 69\text{Amp} + 69\text{Amp} + 69\text{Amp} + 69\text{Amp} + 167.8\text{Amp} + 167.8\text{Amp} + 41\text{Amp} + 90\text{Amp}$$

$$I_T = 908.6\text{Amp.}$$

4.3.3 Parámetros de diseño

4.3.3.1 Características del servicio

Tabla 4. Demanda máxima por nivel de tensión

Niveles de Tensión	Servicio Residencial
Baja Tensión (127-220V)	0 a 30 KVA
Media Tensión (13.2 KV)	30 a 500 KVA
Media tensión (34.5KV)	desde 400

Fuente: Normas de Diseño CENS – Capitulo 2

Tabla 5. Niveles de tensión del servicio

Nivel de Tensión	Carga Instalada (KVA)
Baja (127/220 V)	0 – 75
Media (13.800 V)	76 – 400
Media (34.500 V)	400 en adelante

Fuente: Normas de Diseño CENS – Capitulo 2

Tabla 6. Límites de regulación de voltaje

Descripción	Área	Límites de regulación
Circuitos de baja tensión	Zona Urbana	3%
	Zona Rural	3%
	Alumbrado Público	3%
	Acometidas	2%

Circuitos de media tensión	Para expansión de redes de media tensión	Menor o igual a 1% partir del barraje de transmisión
	Para acometidas de uso exclusivo	Menor o igual al 0.03% a partir de 1% punto de conexión

Fuente: Normas de Diseño CENS – Capítulo 11

Tabla 7. Impedancia de puesta a tierra

Descripción	Nivel	Z máxima
Subestaciones de distribución	13.8 KV	10 ohmios
Redes de B.T.	B.T.	20 ohmios
Acometidas	B.T.	25 ohmios

Fuente: Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE – Artículo 15

Los procedimientos de cálculo y tipos de conexión de puesta a tierra se tomaron de las guías de instalación de la puesta a tierra de PROCOBRE – Chile, los cálculos de la malla de puesta a tierra de esta instalación se basaron en los parámetros del artículo 15 de RETIE.

4.3.3.2 Factor de demanda: para el inmueble que será destinado para el proceso de recuperación de polietilenos se tomaran las cargas a potencia nominal y luego se tomara de este resultado y se determinara la de manda máxima.

4.3.3.3 Factor de diversidad: el factor de diversidad para este caso se calcula de la siguiente forma:

$$F \text{ Div } (N) = 1 + (0.4 \times \ln (N))$$

Donde N se toma como el número total de usuarios que para este caso sería (1).

4.3.3.4 Demanda máxima unitaria: la demanda máxima unitaria será de 310.347KVA.

4.3.3.5 Tasa de crecimiento vegetativo: se asumirá una tasa anual del 1%

Tabla 8. Periodo de proyección de la demanda

Descripción	Proyección
Transformadores de distribución	8 años
Redes de Distribución y Barrajes	15 años
Protecciones	15 años
Medidores de energía	15 años

Fuente:

4.3.3.6 Demanda máxima proyectada

$$DMP = KVA \times (1 + r)^n$$

Donde n son los años de proyección de la demanda, Que para efectos de esta fórmula el es exponente en la ecuación y r es la tasa de crecimiento vegetativo.

4.3.4 Calculo de cargas. A continuación se presentan los cálculos de cargas teniendo en cuenta los criterios descritos anteriormente.

4.3.4.1 Factor de diversidad: para un (1) usuario

$$F \text{ div } (N) = 1 + (0.4 \times \ln (1)) = 1$$

Demanda máxima unitaria (DMU): para el inmueble: Como se concluyó anteriormente la demanda máxima para este caso es de **310.347KVA**.

La demanda máxima proyectada se calcula haciendo la sumatoria de las demandas máximas unitarias obtenidas, y en este caso particular tenemos.

$$\text{DMU}_{\text{Inmueble}} = 310.347 \text{ KVA}$$

$$\text{DMU}_{\text{TOTAL}} = 310.347 \text{ KVA}$$

4.3.4.2 Demanda máxima proyectada (DMP) A 8 años. En este caso tenemos:

$$\text{DMP}_{\text{Inmueble}} = 310.347 \text{ KVA} \times (1+0.01)^8 = 335.17 \text{ KVA}$$

$$\text{DMU}_{\text{TOTAL}} = 335.17 \text{ KVA}$$

4.3.4.3 Demanda máxima proyectada a 15 años. En este caso tenemos:

$$\text{DMP}_{\text{Inmueble}} = 310.347 \text{ KVA} \times (1+0.01)^{15} = 360 \text{ KVA}$$

$$\text{DMU}_{\text{TOTAL}} = 360 \text{ KVA}$$

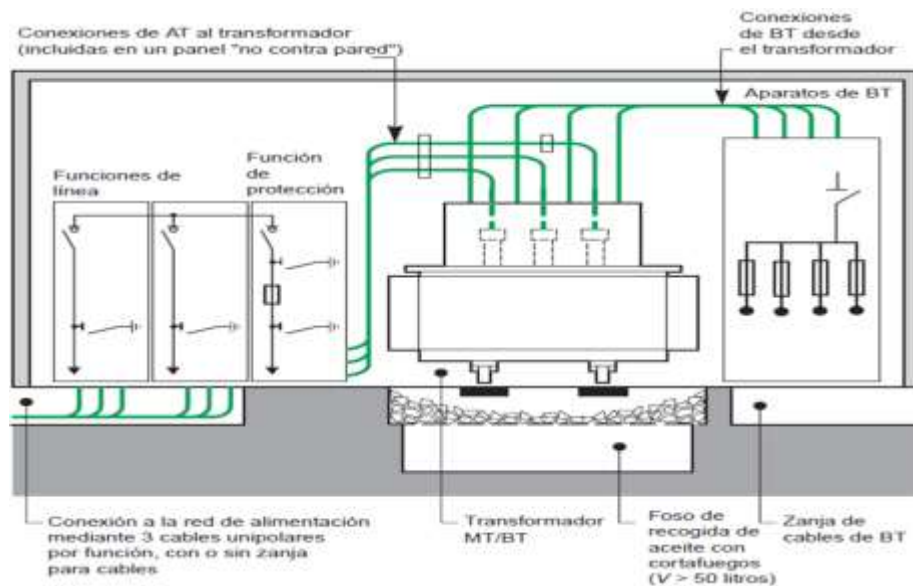
4.3.4.4 Características de la subestacion para el suministro de energía. Esta planta se alimentara con un transformador de distribución ubicado en la parte exterior cuyas coordenadas se encuentran en el plano eléctrico anexo a este proyecto donde estarán también las diferentes protecciones de este transformador.

Es necesario solicitar al operador de red un transformador con una capacidad de 400 KVA para poder energizar la planta y lograr la puesta en marcha de maquinaria y equipos.

4.3.5 Diseño de la subestacion electrica de la planta de reciclaje. Los parámetros de diseño para esta subestación se basaron en la Norma Técnica Colombiana NTC-2050, en su sección 530-61, la puesta a tierra en la sección 530-66 y estará de acuerdo a lo exigido por CENS.S.A E.S.P en su capítulo cuatro en

la sección 4.1.1. La subestacion objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su montaje celdas prefabricadas bajo envoltorio metálica según los artículos 17.9.2, 17.9.4. Del reglamento tecnico de instalaciones electricas (RETIE), acontinuacion se presenta una representacion esquematica a manera de ilustracion del centro de transformacion propuesto:

Figura 7. Representacion de una subestacion compacta



Fuente: ESNEIDER ELECTRIC

La subestacion eléctrica estara compuesta principalmente por una serie de Celdas y aparata eléctrica de protección y corte. Su función es la de unir la Red eléctrica del operador de red (OR) con la instalación electrica de la planta de reciclaje. El objetivo principal del Sistema seleccionado para el suministro de energia es dotar a la instalación de una protección capaz de separarla de la red en caso de falla.

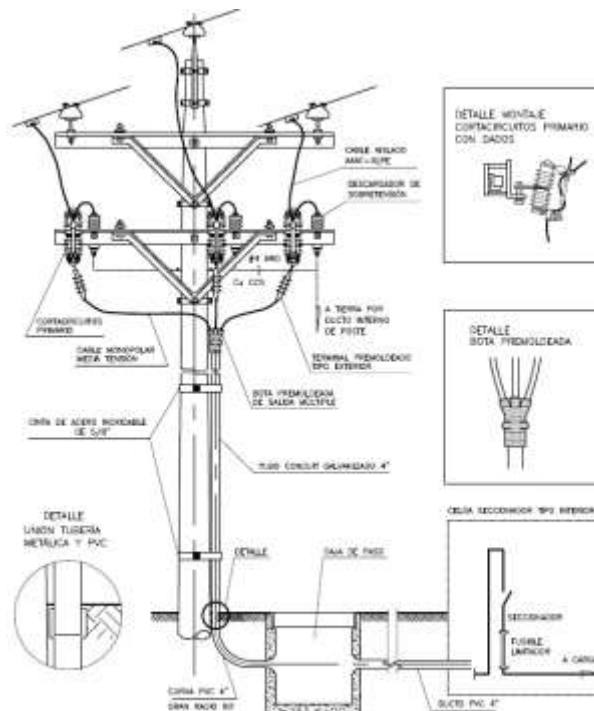
La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13.2 kV.

4.3.5.1 Selección del transformador para la planta de reciclaje. Según los cálculos de carga realizados precedentemente el tipo de transformador será de 400KVA en refrigeración con aceite interno.

4.3.6 Instalación eléctrica de la subestacion electrica

4.3.6.1 Características de la acometida en media tension (MT). El bajante de la acometida desde la red área de distribución se hará utilizando tubo metálico galvanizado con una longitud no inferior a tres (3) metros con un capacete en el extremo superior y con mínimo tres amarres de cinta de acero inoxidable de 5/8", y en la canalización se debe disponer de ductos de reserva cuando hay cruce de vía. El ducto mínimo será de 4" para 13.2 kV a continuación se presenta un diagrama de la instalación en media tensión.

Figura 8. Acometida en media tension



Fuente: Normas de Diseño CENS

El conductor seleccionado sera del tipo; cable xlpe 15KV nivel de aislamiento al 100 % con pantalla metalica y cubierta con sus respectivos terminales de media tension a 13.2 KV, con su respectivo Aislador de suspension 15kv.

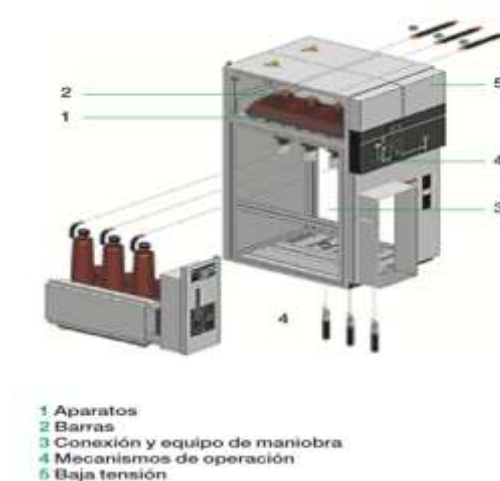
4.3.6.2 Características de la Aparata de Media Tensión.

❖ **Características de las celdas.** Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Merlin Gerin esta compuesta por unidades modulares bajo envolventes metálicas del tipo compartimentadas equipadas con aparatos de corte y seccionamiento que utilizan el hexafloruro de azufre (SF6) como elemento aislante y agente de corte en los siguientes componentes:

- ✓ Seccionadores bajo carga,

- ✓ Interruptores automáticos SF6, SF1 o SFset,
- ✓ Contactores Rollarc 400 o 400D, y
- ✓ Seccionadores de aislamiento

Figura 9. Celda SM6



Fuente: SNEIDER ELECTRIC

4.3.6.3 Celdas que forman parte del centro de transformación del sistema de suministro de energía de la planta de reciclaje

❖ **Celdas de línea (entrada).** La Celda de Entrada como lo especifica su nombre es el medio utilizado para que la línea de suministro de energía en media tensión para alimentar el centro de transformación de la planta, la celda de entrada que será seleccionada, tendrá las siguientes características:

- Juego de barras tripolar de hasta 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de hasta 400 A, tensión de 13.2 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.

- Mando CI2 manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

❖ **Celdas de línea (salida).** Celda Merlin Gerin de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 13.2 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CI2 manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

❖ **Celdas de línea (seccionamiento).** Celda Merlin Gerin de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de hasta 400 A, tensión de 13.2 kV y 16 kA.

- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CI2 manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².

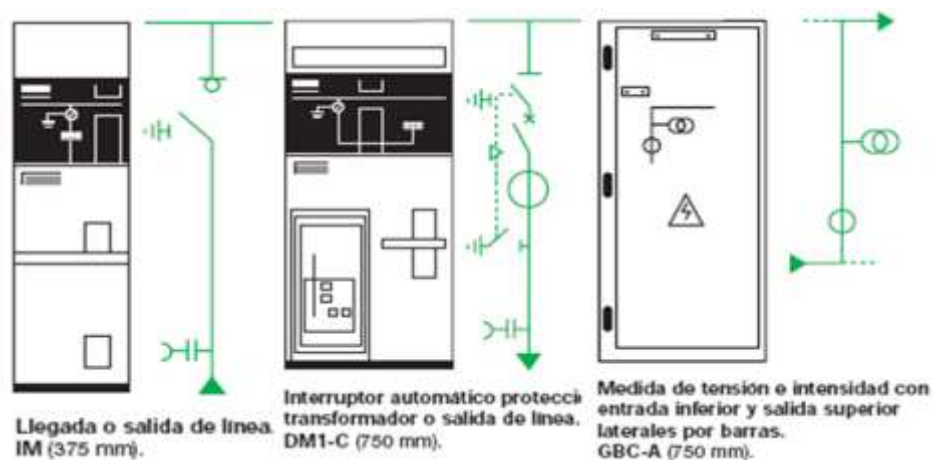
❖ **Celda de protección general.** Celda Merlin Gerin de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1C, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior con celdas adyacentes, de 16 kA.
- Seccionador en SF6.
- Mando CS1 manual dependiente.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SFset, tensión de 13.2 kV, intensidad de 400 A, poder de corte de 16 kA, con bobina de apertura a emisión de tensión 220 V c.a.
- Mando RI de actuación manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Unidad de control VIP 300LL, sin ninguna alimentación auxiliar, constituida por un relé electrónico y un disparador Mitop instalados en el bloque de mando del disyuntor, y unos transformadores o captadores de intensidad, montados en la toma inferior del polo.

Sus funciones serán la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y homopolar (50-51/50N-51N).

- **Celda de medida.** Celda Merlin Gerin de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras gama SM6, modelo GBCA, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:
 - Juegos de barras tripolar de hasta 400 A, tensión de 13.2 kV y 16 kA.
 - Entrada lateral inferior izquierda y salida lateral superior derecha.
 - 3 Transformadores de intensidad doble debanado de relación X/5 en función de la potencia a proteger y aislamiento 24 kV.
 - 3 Transformadores de tensión unipolares doble debanado, de relación X/5 y aislamiento 24 kV.

Figura 10. Celdas del CS



Fuente: SNEIDER ELECTRIC

4.3.6.4 Medida de la Energía Eléctrica del centro de transformación. La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 1 con medida
- Activa: monodireccional.
- Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuartohoraria.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

4.3.6.5 Puesta a Tierra del centro de transformacion

- ❖ **Tierra exterior.** Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas, es decir, las envolventes de las celdas de Media Tensión, envolventes de los cuadros de Baja Tensión, armadura del centro prefabricado, etc. Por el contrario, no se conectarán a esta tierra las rejillas de ventilación y puertas metálicas del centro por las que se pueda acceder desde el exterior. Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

- ❖ **Tierra interior.** La tierra interior del centro de seccionamiento tendrá la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a la tierra exterior.

La tierra interior se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

4.3.6.6 Selección de fusible para la celda

- ❖ **Los fusibles para la protección del transformador serán calculados por la siguiente fórmula**

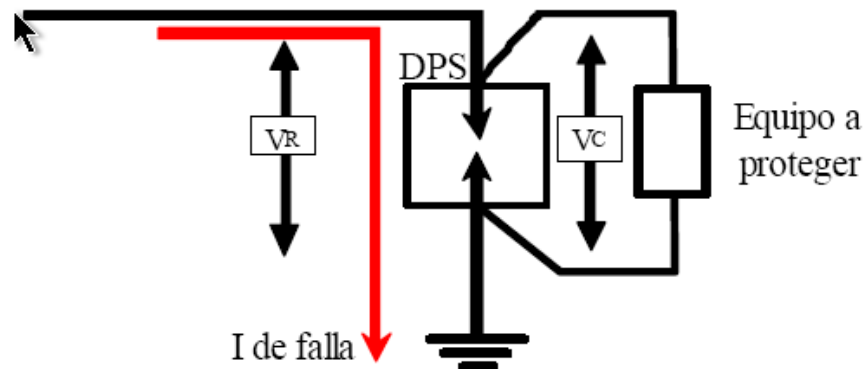
$$\text{Fusibles Transformador (KVA)} = \frac{\text{KVA}}{(\sqrt{3})(13.2 \text{ KV})}$$

$$\text{Fusibles Transformador (KVA)} = \frac{400 \text{ KVA}}{(\sqrt{3})(13.2 \text{ KV})} = 16.73 \text{ A}$$

Con relación a los amperios calculados multiplicamos la respuesta por 1.25 obteniendo por resultado 21.86 y escogen unos fusibles de 25 A. para media tensión de la referencia 51006515M0 Merlin Gerin

- ❖ **Calculo de los DPS para el transformador:** para protección contra sobretensiones en media tensión se utilizarán DPS"s tipo distribución con válvula de expulsión los cuales se seleccionarán según los criterios establecidos en el numeral 11.8. Capítulo 11.

Figura 11. Diagrama de conexión del DPS.



Fuente: [7]

Pararrayos tipo distribución:

$$V_{\text{pararrayos}} = 1.1 \cdot V \cdot n$$

Dónde:

n: valor de efectividad de la puesta a tierra

$$V_{\text{pararrayos}} = 1.1 \cdot 13200 \cdot 0.8$$

$$V_{\text{pararrayos}} = 11616 \text{ V}$$

Se seleccionan DPS tipo distribución con válvula de expulsión con una capacidad nominal de 13KV.

❖ Bajantes de transformador

$$I_n = \frac{335.2 \text{ KVA}}{\sqrt{3} \cdot V_L}$$

$$\sqrt{3} \cdot V_L$$

$$I_n = 930.42 \text{ Amp}$$

Se calcula con este dato la corriente del conductor.

$$I_c = I_n \cdot 1.25$$

$$I_c = 1110.2 \cdot 1.25$$

$$I_c = 1163.025$$

Tabla 9. Características de los elementos de protección para el transformador

Descripción	Cortocircuito	Pararrayos
Tensión de servicio	13.2 KV	13.2 KV
Tensión Nominal	112.5 KV	100 KV
Corriente Nominal	1290 A	
Nivel básico de aislamiento BIL	110 KV	110 KV
Tensión sostenida (1') 60 Hz	36 KV	36 KV
Corriente de corto circuito simétrica	5 KA	
Corriente de corto circuito asimétrica	12.5 KA	
Capacidad Nominal de Descarga		10 KA
Máxima Tensión de cebado		68 KV
Factor de seguridad mínima de aislamiento		1.4
Factor de puesta a tierra		0.8

Fuente: Autor del proyecto

4.3.6.7 Medidores de energía. En base a la carga de diseño el medidor será de medida indirecta MT y AT (T´Cs y T´PS) según lo indican las normas de CENS S.A. E.S.P. En su capítulo dos (2) en su sección 2.7 límites de carga; para cargas mayores a 150KVA. Y para motores con potencia nominal superior a 20HP. El medidor se alojara en el centro de transformación.

4.3.6.8 Cálculo y selección de protecciones

- ❖ **Calculo de conductores para los motores y protecciones de los circuitos ramales y fallas a tierra.** Siguiendo los lineamientos del código eléctrico colombiano en su sección (430-24) (427-4) y en el artículo 17 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE se realizan los siguientes cálculos.

$$I = \frac{(P)*C}{\sqrt{3} * V_L * F.p}$$

P = Potencia (w)

V_L = Voltaje de línea.

F.p = Factor de potencia.

C = porcentaje de la corriente a plena carga para fusibles sin retardo de tiempo (tabla 430-152 NTC 2050)

4.3.6.9 Para los 4 motores de 25Hp

$$I_{M7} = \left[\frac{21579.02}{\sqrt{3} * 208 * 0.86} \right] * 1.25 = 86.25 \text{ A}$$

En base a la corriente dada se escoge un breaker termo magnético accionado por corriente a 75 °C con una capacidad nominal de 90 A y una capacidad de corte de 25KA operando a 380V. y un conductor AWG THHW # 6 tomado de la tabla (310-17) de la NTC 2050.

4.3.6.10 Para los 2 motor de 60Hp

$$I_M = \left[\frac{44760}{\sqrt{3} * 208 * 0.86} \right] * 1.25 = 180.58 \text{ A}$$

En base a la corriente dada se escoge un breaker termo magnético accionado por corriente a 75 °C con una capacidad nominal de 180 A y una capacidad de corte de 50KA operando a 380V. y un conductor AWG THHW # 1 tomado de la tabla (310-17) de la NTC 2050. Cumpliendo con la sección 240-100 y 240-101 de la norma.

4.3.6.11 Para los 2 motores de 30Hp

$$I_{M9} = \left[\frac{22380}{\sqrt{3} * 208 * 0.86} \right] * 1.25 = 90.29 \text{ A}$$

En base a la corriente dada se escoge un breaker termo magnético accionado por corriente a 75 °C con una capacidad nominal de 90 A y una capacidad de corte de 50KA operando a 380V. y un conductor AWG THHW # 6 tomado de la tabla (310-17) de la NTC 2050.

4.3.7 Corriente de cortocircuito en el transformador I_{cc}

$$I_{NA} = \frac{400KVA}{\sqrt{3} * 13800V}$$

$$I_{NA} = 16.73 \text{ A}$$

$$I_{NB} = \frac{400KVA}{\sqrt{3} * 230V}$$

$$I_{NB} = 1004.8 \text{ A}$$

$$I_{ccA} = \frac{100}{4} * 16.73$$

$$I_{ccA} = 418 \text{ A}$$

Esta es la corriente de cortocircuito del transformador en el lado de alta

$$I_{ccA} = \frac{100}{4} * 1004.8$$

$$I_{ccA} = 25.1 \text{ kA}$$

Esta es la corriente de cortocircuito del transformador en el lado de baja

4.3.7.1 Corriente de cortocircuitos trifásico en cualquier punto de la instalación de BT

I_{cc3} zona 1

U= Tensión compuesta en vacío en la red

Z_T= Impedancia total aguas arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + x \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + x \sin \varphi) \times L$$

$$\Delta U = 3v$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 1.9\%$$

$$R = 0,394 \Omega/Km$$

$$X = 0,08 \Omega/Km$$

CORRIENTE DE CORTO CIRCUITO

I_{cc3} para Z₁

$$L = 40 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,065 \Omega/Km$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} \cdot (0.065)} = 6,3 \text{ KA}$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada de 50KA.

I_{cc3} para Z₂

U= Tensión compuesta en vacío en la red

Z_T= Impedancia total aguas arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + x \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times L$$

$$\Delta U = 2.1 \text{ v}$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 2.3\%$$

$$R = 0,445 \ \Omega/\text{Km}$$

$$X: 0,08 \ \Omega/\text{Km}$$

$$L = 70 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,068 \ \Omega/\text{Km}$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} \cdot (0.068)} = 7,5 \text{ KA}$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada de 50KA.

I_{cc3} para zona 3

U= Tensión compuesta en vacío en la red

Z_T = Impedancia total aguas arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + X \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + X \sin \varphi) \times L$$

$$\Delta U = 4.3 \text{ v}$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 2.5\%$$

$$R = 0,203 \ \Omega/\text{Km}$$

$$X: 0,08 \ \Omega/\text{Km}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,069 \Omega/Km$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} * (0,069)} = 5,1 \text{ KA}$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada de 50KA.

I_{cc3} Zona de inyección y trituración

U= Tensión compuesta en vacio en la red

Z_T = Impedancia total agua arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + x \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + x \sin \varphi) x L$$

$$\Delta U = 0,22\%$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 0.1\%$$

$$R = 0,089 \Omega/Km$$

$$X: 0,08 \Omega/Km$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,049 \Omega/Km$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} * (0,049)} = 5,6 \text{ KA}$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada de 50KA.

$I_{cc3} = Z_3$

U= Tensión compuesta en vacio en la red

Z_T = Impedancia total agua arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + x \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + x \sin \varphi) x L$$

$$\Delta U = 5 \text{ v}$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 2.27$$

$$R = 0,203 \ \Omega/\text{Km}$$

$$X: 0,08 \ \Omega/\text{Km}$$

$$L = 100 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,0677 \ \Omega/\text{Km}$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} \cdot (0.0677)} = 5,6 \text{ KA}$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada I_{cc3} Zona de inyección y trituración

❖ Para cocina y bodega

U= Tensión compuesta en vacío en la red

Z_T = Impedancia total aguas arriba de donde se encuentra la falla

$$Z_T = \sqrt{R^2 + X^2}$$

$$Z_T = R \cos \varphi + x \sin \varphi$$

$$F_p = 0.8$$

$$\Delta U = \sqrt{3} I_b (R \cos \varphi + x \sin \varphi) L$$

$$\Delta U = 0.046$$

$$R\% = \frac{\Delta U}{U} 100$$

$$R\% = 1.27$$

$$R = 0,394 \ \Omega/\text{Km}$$

$$X: 0,08 \ \Omega/\text{Km}$$

$$L = 15 \text{ m}$$

$$U = 220 \text{ V}$$

$$Z_T = 0,049 \Omega/Km$$

$$I_{cc3} = \frac{220}{\sqrt{3} * (0.081)} = 2KA$$

Se selecciona un totalizador atornillable con una capacidad de corte normalizada de 15KA.

4.3.7.2 Acometidas en baja tensión para las distintas zonas de la planta de reciclaje. Las redes trifásicas alimentadora que va desde la subestación hasta los barrajes se tendera en red trenzada hasta los tableros de distribución de cada zona vía aérea. La selección de este conductor se sustenta en el artículo **310-15 de la NTC 2050** en su cuadro **310-17**

Para el cálculo de la acometida general de esta planta se tomo la sumatoria de la demanda máxima proyectada a 15 años, diversificada y se calculo la corriente así como la regulación, con el objeto de dar cumplimiento a los parámetros exigidos en la norma.

- ❖ **Calculo de acometida general baja tensión del Inmueble:** para el cálculo de la acometida del local se tomara la demanda proyectada a quince años y el factor de diversidad para un (1) usuario.

❖ **Para planta**

$$(KVA) = \frac{DMP (15 \text{ años})}{F \text{ Div}}$$

$$DMP \text{ TOTAL (15 años)} = 360.1 \text{ KVA}$$

$$N = 1$$

$$F_{div} = 1$$

$$KVA = \frac{360.1 KVA}{1}$$

1

$$KVA = 360.1 KVA$$

4.3.7.3 Como la acometida es trifásica tenemos

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3} \times 208}$$

$$\sqrt{3} \times 208$$

$$I = 1110 \text{ Amp}$$

Con base en los cálculos anteriores se seleccionara el conductor mono polar 1250 A UNA TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO DE 90°C. Para seguir con los lineamientos de la norma, este conductor se selecciono sustentado en el artículo **310-15 de la NTC 2050** en su cuadro **310-17**.

La acometida se distribuirá en red trenzada por toda la planta como se muestra en el plano eléctrico anexo a este proyecto para todos los barrajes distribuidos en cada una de las zonas de la planta.

4.3.7.4 Calculo del barraje. Para el cálculo del barraje que se instalara en el Inmueble se tiene en cuenta que los motores que son los de mayor consumo tendrán breakers tripolares enchufables. En base a esto el barraje de los motores se ubicara en una caja que cumpla con los requerimientos mínimos para tal disposición.

Tabla 10. Calculo de tierra para motores

UNA VARILLA A TIERRA S>L							
$\rho =$	80	$a =$	0.8	$S =$	4.8	$L =$	2.4

R=	5.115
----	-------

Fuente: Autor del proyecto

Se basó en la sección 600-7 de la NTC 2050 y la 600-42.

4.3.7.5 Conductor de tierra a equipos: la sección del conductor de puesta a tierra lo que estipula las normas en su capítulo (2) donde en su tabla veinte (20) especifica que la sección transversal para un conductor de puesta a tierra de calibre 1/0 es de 67.44mm^2 en cobre blando.

4.3.8 Instalaciones internas. Las instalaciones internas cubrirán las salidas especiales de este diseño que se pueden apreciar en el plano anexo a este proyecto, y cuya clasificación es de tipo no residencial. los tableros de distribución seleccionados alojaran las protecciones para cada uno de los circuitos ramales de esta instalación que alimentarán los motores y la carga de luz y fuerza. Para la selección de dichas protecciones se tiene en cuenta que su capacidad de corriente nominal no supere la capacidad nominal de los conductores. Los cuadros de carga se presentan en el plano anexo.

Tabla 11. Evaluación de nivel de riesgo por rayos

Parámetro	Comentario	Símbolo	Valor
Dimensiones (m)	Largo	L	230
	Ancho	W	50
	Alto	H	6
Factor de localización	es la estructura mas alta	Cd	0,5
LPS	Ninguno	PB	0,01
Factor de eficacia del apantallamiento	Ninguno	Ks1	1

de la estructura			
Factor de eficacia del apantallamiento interno de la estructura	Ninguno	Ks2	0,84
Personas presentes por fuera de la casa	Ninguna (PA=0)		0,01
Densidad de descargas a tierra	1/km ² /año	DDT (Ng)	1
Resistividad del suelo		□	30

Longitud (m)		Lc	180
Altura (m)	Enterrada	Hc	3.5
Transformador	SIN TRANSFORMADOR	Ct	1
Factor de ubicación de la línea	Terreno plano, línea aislada	Cd	0,5
Factor ambiental de la línea	URBANO 2	Ce	0,1
Apantallamiento de la línea		PLD	0,8
Precaución de cableado interno		Ks3	1
Portabilidad (kV) del sistema interno	Uw = 2.5 kV	Ks4	0,6
Protección DPS coordinado	Ninguno	Pspd	0,01

Longitud (m)		Lc	60
Altura (m)		Hc	3.5
Factor de ubicación de la línea	Terreno plano, línea aislada	Cd	0
Factor ambiental de la línea	URBANO 2	Ce	0,1
Apantallamiento de la línea	Ninguno	PLD	1
Precaución de cableado interno		Ks3	0,2
Sportabilidad (kV) del sistema interno	Uw = 1,5 kV	Ks4	1

Protección DPS coordinado	Ninguno	Pspd	1
Pérdidas por tensiones de toque y de paso	Si	Lt	1,00E-04
Pérdidas por daños físicos	Si	Lf	1,00E-04

Tabla 12. Cálculos: Áreas

Fórmula	Símbolo del área	Valor (m ²)
$A_d=LW + 6H (L+W) + 9\phi(H)^2$	Ad	8,4E+03
$A_l=(Lc-3(ha+Hb))\sqrt{\phi}$	Al (P)	1,8E+03
$A_i=25*Lc*\sqrt{\phi}$	Ai(P)	0,0E+00
$A_l=(Lc-3(Ha+Hb))*6Hc$	Al (T)	0,0E+00
$A_i=1000*Lc$	Ai (T)	1,0E+05

Tabla 13. Cálculos: Número de eventos peligrosos

Fórmula	Símbolo del área	Valor (m ²)
$N_D=DDT*Ad*Cd*10^{-6}$	ND	4,181E-03
$N_L(P)=DDT*Al(P)*Cd(P)*Ct(P)*10^{-6}$	NL(P)	8,9E-04
$N_i(P)=DDT*Ai(P)*Cd(P)*Ce(P)*10^{-6}$	Ni(P)	0,00
$N_L(T)=DDT*Al(T)*Cd(T)*10^{-6}$	NL(T)	0,000
$N_i(T)=DDT*Al(T)*Ce(T)*10^{-6}$	Ni(T)	1,0E-02

Fórmula	Símbolo	Valor x 10 ⁻⁵
$R_B=ND*PB*hz*rp*rf*Lf$	RB	4,18E-07
$R_u=(NI+Nd/a)*Pu*ra*Lt$	RU(POT)	7,2E-08
$R_v=(NI+Nd/a)*Pv*hz*r*p*rp*Lt$	RV(POT)	8,944E-06
$R_u=(NI+Nd/a)*Pu*ra*Lt$	RU(TELECOM)	0,0E+00

$R_v=(NL+N_d/a)*P_v*hz*rp*rf*L_f$	RV(TELECOM)	0,0E+00
	RT	9,063E-06

Tabla 14. Cuadros de carga

CUADROS DE CARGA																
MAQUINAS ZONA 1																
DESCRIPCION		TIPO	AREA (m2)			CARGA (VA m2)			CARGA TOTAL EN VA			F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS	
Alumbrado General		AG	340			2,229			757.89			0,95	719.99	6.88	2	
Pequeños artefactos		PA	340			2.076			705,8824			0,85	600	6.41	1	
Motores 1 y 2		ESP	340			127.56			43,372.08			0,86	37,299.9	140.39	6	
Total						131.86			44,835.85			0,88	38.619.97	153.68	9	
DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA																
TABLERO	LUZ	TMN 100	M1	M2	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	OBSERVACIONES		
					R	S	T									
IZQ	1--3			1	6186	6186	6186	18650	0,86	21,686.04	70.195	4	3x80	Motor 1 (protección tripolar regulable)		
	4--6		1		6186	6186	6186	18650	0,86	21,686.04	70.195	4	3x80	Motor 2(protección tripolar regulable)		
DER	7		6		600			600	0,85	705,8824	6.417	12	1x10	Tomas de uso general		
	8	10				360		360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias		
	9	10					360	360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias		
TOTAL		20	6	1	1	12942	12702	12612	38.256	0,89	44,835.85	192.92	1/0	3x300	Acometida –(protección tripolar regulable)	
RESUMEN POR TIPO DE CARGA W																
Tablero Trifásico de 12 circuitos con capacidad de 225 amperios y barraje de tierra.		Alumbrado	719.99			Tomas Normales			600				Especiales	37,299.9	Carga Total (W)	38,619.97
IDENTIFICACIÓN DE CARGAS			OBSERVACIONES										Carga Alumbrado Total (VA)		757.89	
LUZ	Salida para iluminación fluorescente		El circuito de alumbrado es monofásico trifilar													

TMN Tomacorriente monofásica de uso general	Este circuito es monofásico trifilar	
M1,M2 Tomas especiales para motores trifásicos	La acometida de los motores es trifásico tetra filar	

CUADROS DE CARGA

MAQUINAS ZONA 2

DESCRIPCION	TIPO	AREA (m2)	CARGA (VA m2)	CARGA TOTAL EN VA	F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS
Alumbrado General	AG	340	2,229	757.89	0,95	719.99	6.88	2
Pequeños artefactos	PA	340	2.076	705,8824	0,85	600	6.41	1
Motores 3 y 4	ESP	340	127.56	43,372.08	0,86	37,299.9	140.39	6
Total			131.86	44,835.85	0,88	38.619.97	153.68	9

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA

TABLERO	LUZ	TMN 100	M3	M4	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	OBSERVACIONES
					R	S	T							
IZQ	1--3			1	6186	6186	6186	18650	0,86	21,686.04	70.195	4	3x80	Motor 3 (protección tripolar regulable)
	4--6		1		6186	6186	6186	18650	0,86	21,686.04	70.195	4	3x80	Motor 4 (protección tripolar regulable)
DER	7	6			600			600	0,85	705,8824	6.417	12	1x10	Tomas de uso general
	8	10				360		360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias
	9	10					360	360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias
TOTAL	20	6	1	1	12942	12702	12612	38.256	0,89	44,835.85	192.92	1/0	3x300	Acometida (protección tripolar regulable)

RESUMEN POR TIPO DE CARGA W

Tablero Trifásico de 12 circuitos con capacidad de 225 amperios y barraje de tierra.	Alumbrado	719.99	Tomas Normales	600	Especiales	37,299.9	Carga Total (W)	38,619.97	
IDENTIFICACIÓN DE CARGAS						OBSERVACIONES		Carga Alumbrado Total (VA)	757.89
LUZ	Salida para iluminación fluorescente		El circuito de alumbrado es monofásico trifilar						
TMN	Tomacorriente monofásica de uso general		Este circuito es monofásico trifilar						
M3,M4	Tomas especiales para motores trifásicos		La acometida de los motores es trifásico tetra filar						

CUADROS DE CARGA

MAQUINAS ZONA 3

DESCRIPCION	TIPO	AREA (m2)	CARGA (VA m2)	CARGA TOTAL EN VA	F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS
Alumbrado General	AG	340	2,229	757.89	0,95	719.99	6.88	2
Pequeños artefactos	PA	340	2.076	705,8824	0,85	600	6.41	1
Motores 5 y 6	ESP	340	127.56	52,046.5	0,86	37,299.9	168	6
Total			157.38	53,510.27	0,88	38.619.97	181.29	9

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA

TABLERO	LUZ	TMN 100	M5	,M6	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	OBSERVACIONES
					R	S	T							
IZQ	1--3			1	7460	7460	7460	22380	0,86	26023.25	84	4	3x80	Motor 5 (protección tripolar regulable)
	4--6			1	7460	7460	7460	22380	0,86	26023.25	84	4	3x80	Motor 6 (protección tripolar regulable)
DER	7	6			600			600	0,85	705,8824	6.417	12	1x10	Tomas de uso general

	8	10				360		360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias
	9	10					360	360	0,95	378,9474	3.44	12	1x10	Luminarias
TOTAL	20	6	1	1	12942	12702	12612	38.256	0,89	53,510.27	226.61	1/0	3x300	Acometida (protección tripolar regulable)

RESUMEN POR TIPO DE CARGA W

Tablero Trifásico de 12 circuitos con capacidad de 225 amperios y barraje de tierra.	Alumbrado	719.99	Tomas Normales	600	Especiales	37,299.9	Carga Total (W)	38,619.97
IDENTIFICACIÓN DE CARGAS	OBSERVACIONES						Carga Alumbrado Total (VA)	757.89
LUZ Salida para iluminación fluorecente	El circuito de alumbrado es monofásico trifilar							
TMN Tomacorriente monofásica de uso general	Este circuito es monofásico trifilar							
M5,M6 Tomas especiales para motores trifásicos	La acometida de los motores es trifásico tetra filar							

CUADROS DE CARGA

Zona de inyección soplado y separación por flotación

DESCRIPCION	TIPO	AREA (m2)	CARGA (VA m2)	CARGA TOTAL EN VA	F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS
Alumbrado General	AG	1645	1.16	1919.99	0,95	1823.99	7.04	3
Pequeños artefactos	PA	1645	1.43	2352,94	0,85	2000	10.69	1
M7,M8,	ESP	1645	60.84	100,093.02	0,86	89,520	336	6

Total						63.43		104,365.95	0,88	93,343.99	353.73	10
-------	--	--	--	--	--	-------	--	------------	------	-----------	--------	----

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA

TABLERO	LUZ	TMN 200	M3	M4,M5	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	Observaciones
					R	S	T							
IZQ	1--3		1		14920	14920	14920	44760	0,86	52046,51	168	3	3x200	Motor 5 (protección tripolar regulable)
	4--6			1	14920	14920	14920	44760	0,86	52046,51	168	3	3x200	Motor 6(protección tripolar regulable)
DER	7	9					324	324	0,95	341.05	3.46	12	1x10	Tomas de uso general
	8--9	6			750	750		1500	0,95	1578.94	3.58	12	2x10	Luminarias industriales de descarga (C2)
	10		10				1000	2.000	0,85	2352.94	21.38	12	1x30	Luminarias
TOTAL	15	10	1	1	30965	30965	30264	110.460	0,86	108297,64	361,964	250	3x400	Acometida (protección tripolar regulable)

Resumen por tipo de carga W

Tablero Trifásico de 12 circuitos con capacidad de 400 amperios y barraje de	Alumbrado	1919.99	Tomas Normales	2000		Especiales	89,520	Carga Total (W)	93,343.99
--	-----------	---------	----------------	------	--	------------	--------	-----------------	-----------

tierra.										
Identificación de Cargas			Observaciones					Carga Alumbrado Total (VA)	1823.99	
LUZ	Salida para iluminación fluorecente		El circuito de alumbrado es monofásico trifilar							
LUZ	Salida para iluminación fluorecente(C2)		Este circuito es monofásico trifilar							
TMN	Tomacorriente monofásica de uso general		La acometida de los motores es trifásico tetra filar							
M7,M8	Tomas especiales para motores trifásicos									

CUADREODE CARGA

zona administrativa

DESCRIPCION	TIPO	AREA (m2)	CARGA (VA m2)	CARGA TOTAL EN VA	F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS
Alumbrado General	AG	442	3.76	1663.579	0,95	2,884.00	15	6
Pequeños artefactos	PA	442	6.19	2736.842	0,95	2,600.00	24.88	6
Toma especiales	ESP	442	7.14	3157.895	0,95	3,000.00	15.18	2
Total			17.09	7558.316	0,95	8,448.00	55.06	14

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA

TABLERO	LUZ 36W	TMN 100	TMESP 3000	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	Observaciones
				R	S	T							
IZQ	1--3	21			756		756	0,95	795,7895	6,27	12	1 x 10	Luminarias
	4--6	21				756	756	0,95	795,7895	3,83	12	1 x 10	Luminarias

DER	7--9	2	13				1372	1.372	0,95	1444,211	6,94	12	1x10	tomas de uso general	
	10--11		13			1300	1300		2.600	0,95	2736,842	21,55	12	1x20	tomas normales
	12--14				1	1500		1500	3.000	0,95	3157,895	24,8653	12	2x30	Toma especial
TOTAL		44	26	0	1	3556	2056	2872	8.484	0,95	8930,526	42,94	6	3x100	Acometida (protección tripolar regulable)

Resumen por tipo de carga W

Tablero Trifásico de 26 circuitos con capacidad de 100 amperios y barraje de tierra.	Alumbrado	2884	Tomas Normales	2600			Especiales	3000	Carga Total (W)	8,488.00
5069		Observaciones						Carga Alumbrado Total (VA)	1663.579	
LUZ Salida para iluminación	Este circuito es monofásico trifilar									
TMN Tomacorriente monofásica de uso general	El circuito de tomas es monofásico trifilar									
TMESP Tomacorriente especiales	Para este toma el circuito es bifásico tetra filar									

CUADROS DE CARGA

COCINA Y BODEGA

DESCRIPCION	TIPO	AREA (m2)	CARGA (VA m2)	CARGA TOTAL EN VA	F.P	CARGA TOTAL EN W	CORRIENTE TOTAL AMP	CIRCUITOS MINIMOS
Alumbrado General	AG	1840	6.57	12,090.526	0,95	11,485.99	68.04	3
Pequeños artefactos	PA			4117.6	0,85	3499.96	37.43	1
cocina	ESP			1764,706	0,85	1500	8.021	2
Total				17972.88	0,88	16,486	113.48	6

DISTRIBUCION DE CIRCUITOS POR CARGA

TABLERO	LUZ 18	TMN 100	ESP	CARGA INSTALADA VATIOS			CARGA TOTAL VATIOS	F.P	TOTAL V.A	I (A)	Cond Calib	Protec	Observaciones	
				R	S	T								
IZQ	1--2	10		1	4375	4375		8.750	0,95	9210,526	41,86	10	2x50	Luminarias de bodega producto terminado. (C3)
	3--9	76			1368	1368		2.736	0,95	2880	26,18	12	1x30	Luminarias(C1)
DER	10-- 11		17		850	850		1.700	0,85	2000	18,18	12	1x20	Tomas monofásicos de uso general
	12-- 13	30	18		900	900		1.800	0,85	2117,647	19,25	12	1x20	Tomas monofásicos de uso general
	14- 15		1		750	750		1.500	0,85	1764,706	8,021	12	2x10	Toma especial para la cocina
TOTAL	116	36		1	8243	8243		16.486	0,92	17972,88	141.85	2	3x200	Acometida (protección tripolar regulable)
Resumen por tipo de carga W														
Tablero Trifásico de 26 circuitos con capacidad de 100 amperios y barraje de tierra.				Alumbrado	11,485.99	Tomas Normales		3499.96			Especiales	1500	Carga Total (W)	16,486
Identificación de Cargas						Observaciones						Carga Alumbrado Total (VA)	17972	
LUZ	Salida para iluminación Fluorecente				Este circuito es monofásico trifilar									
TMN	Tomacorriente monofásica de uso general				Para los tomas de uso general el circuito es monofásico trifilar									
ESP					El circuito es bifásico tetra filar									

Tabla 15. Cálculo de malla de puesta a tierra

Norma IEEE STD 80 de 1986

OBRA : PLANTA DE RECICLAJE

DICIEMBRE DEL
2015

DESCRIPCION	DATOS
Sitio donde estará la malla	PAMPLONA
Corriente de falla(Amperios)	20000
Tiempo de la falla (Sg)	0,3
Temperatura(Grados Centígrados)	15,0
Conexiones con Cadweld	si
Resistividad en Ohmios(Ohmios/mt)	30,0
Profundidad de la malla(m)	1,0
Longitud lado cuadrícula(m)	0,6
Rectángulo malla(Largo)	3,0
Rectángulo Malla(ancho)	3,0
Numero varillas Cooper Weld	6,0
Longitud c/u varillas(m)	2,4
Cond. escogido('1/0,'2/0,'4/0)	1/0
Resistencia gravilla(Ohmios)	1500,0
Espesor de la Gravilla(m)	0,10

RESULTADOS	
Conductor suficiente malla	1/0
Longitud Total del cable	36,00
Longitud Total varillas	14,40
Área CM NEC. Para sop.l falla	0,53
Diámetro(m) conductor escogido	0,01
Área Total de la malla	9,00
Resistencia (Nieman)	9,94
Tension de Paso Permitida	2020,43

Tension de Contacto Permitida	720,09
Constante KI	1,68
Constante KM	0,63
Constante KS	0,82
Tensión paso de la malla	42102,48
Tensión Contacto de la malla	32305,14

Fuente: Este cálculo se realizó con software Geneeltric

4.3.9 Analisis Economico. Para el análisis económico se tuvo en cuenta solo los gastos personales ya que en este proyecto se llevara a cabo la parte solo del diseño de la red eléctrica que energizara este proceso de recuperación y la respectiva selección de materiales.

Tabla 16. Presupuesto de gastos personales

NOMBRE	CANTIDAD EN MESES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL	FUENTE DE FINANCIACION	OBSERVACIONES
HOSPEDAJE	5	220.000	1'100.000	EL AUTOR	
ALIMENTACION	5	300.000	1'500.000	EL AUTOR	
INTERNET	5	70.000	350.000	EL AUTOR	
PAPELERIA E IMPRESIONES	2	70.000	140.000	EL AUTOR	
COSTO DE MATRICULA ACADEMICA	1	358.000	358.000	EL AUTOR	SEGUNDO SEMESTRE DEL 2015

TRANSPORTE	5	17.000	85.000	EL AUTOR	
OTROS	X	350.000	350.000	EL AUTOR	
TOTAL	X		3'883.000		

5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

ACTIVIDAD	MESES				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Selección de tema a realizar como trabajo de grado	X				
Elaboración informe de anteproyecto	X				
Entrega de anteproyecto y asignación de los jurados por parte del director de programa	X				
Sustentación del anteproyecto		X			
Correcciones y recomendaciones que los jurados consideren pertinentes		X			
Calculo de todos los parámetros del sistema de iluminación		X			
Calculo de carga del sistema de fuerza		X	X		
Desarrollar el diseño del sistema de control de accionamiento de las maquinas			X	X	
Diseñar la electrificación del proceso de recuperación polietilenos			X	X	
Pre sustentación del trabajo de grado				X	
Realizar correcciones y recomendaciones que los jurados consideren pertinentes en la pre sustentación del trabajo de grado			X	X	
Sustentación trabajo de grado					X

CONCLUSIONES

- Los parámetros de diseño de la instalación se determinaron conforme los resultados obtenidos en el análisis previo del proceso, logrando evidenciar las características de la maquinaria y equipos involucrados en la producción.
- Para el diseño del sistema de iluminación se considero el ahorro de energía como objetivo principal de la instalación. En tal sentido las luminarias seleccionadas son del tipo led, lo cual contribuye a una reducción de hasta un 75% del consumo de la energía eléctrica en comparación con lámparas de descarga que han sido comúnmente utilizadas en las instalaciones industriales.
- El sistema de fuerza fue diseñado en base al consumo nominal de corriente de los motores en su placa de características, los obtenidos en base a la potencia consumida por cada ramal, logrando un dimensionamiento óptimo del calibre de conductores de cada circuito.
- La selección del arranque de los motores de inducción sera del tipo progresivo, con el fin de reducir el pico de corriente generado en el accionamiento directo de las maquinas eléctricas.
- La subestación se diseño a carga nominal comercial según las recomendaciones del fabricante de transformadores con el fin de garantizar una futura remodelación y ampliación de la instalación.
- Las protecciones eléctricas de la instalación se seleccionaron en base a las recomendaciones de un único fabricante para lograr; sensibilidad, coordinación y selectividad del sistema.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

Es muy favorable para la planta contar con un banco de condensadores para mejorar el factor de potencia y disminuir las pérdidas por reactivos en las cargas y en los conductores.

Se recomienda ejecutar este proyecto bajo estrictas medidas concernientes al cumplimiento de las normas que controlan la entrada de nuevos usuarios para asegurar que el proyecto no tenga ninguna desviación respecto a estas normas y asegurar así una pronta aprobación y certificación por parte de los organismos de inspección de calidad y conformidad con las normas vigentes en el país.

Se recomienda tener acceso a información por parte de los fabricantes del material que se utiliza en la instalación, para lograr una óptima coordinación de los equipos de protección y medida.

Se recomienda diseñar un sistema de control para el proceso de recuperación para optimizar la producción y aumentar la seguridad de las personas que intervienen en la fabricación de los productos terminados.

Se recomienda diseñar un sistema de alimentación ininterrumpida para evitar que el proceso se pare inesperadamente y así evitar pérdidas de tiempo en la producción.

BIBLIOGRAFIA

[1] En línea: Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A1stico>. Consultado 15 de marzo/2011.

[2] Schneider Electric. Manual Telesquemario Tecnología de Control Industrial: Capitulo control de potencia. España. Junio 1999. pág. 11

[3] Manual técnico pro cobre Chile:puesta a tierra pag.9

[4] VILORIA. José Roldan. Electricidad Industrial Esquemas Básicos. Editorial Mc Graw Hill. México. CAP. 14 P.169

[5] Schneider Electric S.A. Guía de Diseño Instalaciones Eléctricas. 2ª. Edición. España. Febrero 2008.

[6] RICHARDSON. Donald V. &CAISSE. Arthur J. Junior. Máquinas eléctricas rotativas y transformadores. IV edición. Editorial Ingramex. México. 1997.

[7] Normas de Diseño CENS. Edición 2009.