



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MÉRIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE LA RED DE
ALIMENTACIÓN PRIMARIA Y DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTICAS DE PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE
TRIGO Y PASTA**

Br. García T. Samuel A.

Mérida, Marzo, 2021.



UNIVERSIDAD
DE LOS ANDES
MERIDA VENEZUELA

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE LA RED DE
ALIMENTACIÓN PRIMARIA Y DE LAS INSTALACIONES
ELÉCTICAS DE PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE
TRIGO Y PASTA**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electricista.

Br. García T. Samuel A.

TUTOR(es): MSc. Lelis Nelson Ballester.

Dra. Marisol Dávila Calderón

Mérida, Marzo, 2021.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRICA

**PROPUESTA DE PLANIFICACIÓN DE LA RED DE ALIMENTACIÓN
PRIMARIA Y DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS DE PLANTA
PROCESADORA DE HARINA DE TRIGO Y PASTA**

Br. García T. Samuel A.

Trabajo de Grado, presentado en cumplimiento parcial de los requisitos exigidos para optar al título de Ingeniero Electricista, aprobado en nombre de la Universidad de Los Andes por el siguiente Jurado.

Ing. David Alejandro Quintero

Ing. Jesús Manuel Márquez Jaimes

Dra. Marisol Dávila Calderón

DEDICATORIA

A mi papa, por enseñarme que con voluntad todo se puede lograr, por ser mi fuente de inspiración y por impulsarme a realizar mis metas dejándome tomar mis propias decisiones. Gracias por el apoyo y estaré agradecido todos los días de mi vida.

A mi mama de quien he recibido comprensión y cariño, así como apoyo incondicional, por amarme y preocuparse tanto por mí. Por enseñarme a hacer las cosas lo mejor posible y por darme recomendaciones para la vida.

A mis hermanas por su apoyo incondicional en todo momento, por compartir triunfos, fracasos, fiestas, enojos, sueños e inquietudes. Por su cariño incondicional y por existir.

www.bdigital.ula.ve

AGRADECIMIENTOS

Gracias a dios por darme la oportunidad de vivir y regalarme una hermosa familia. Por permitirme llevar a cabo este sueño, por haberme iluminado todo este tiempo de esfuerzo.

A la universidad y gremio académico por aportar a mi formación profesional.

A mis padres por el apoyo incondicional brindado a lo largo de todos estos años.

www.bdigital.ula.ve

Br. García T. Samuel A. Propuesta de planificación de la red de alimentación primaria y de las instalaciones eléctricas de planta procesadora de harina de trigo y pasta. Universidad de Los Andes. Tutor(es): MSc. Lelis Nelson Ballester y Dra. Marisol Dávila Calderón. Marzo 2021.

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo principal abastecer de energía eléctrica a través de un alimentador primario y diseñar las instalaciones eléctricas para el proyecto de una planta procesadora de harina de trigo y pasta, la cual está destinada a formar un recinto adecuado para la recepción, procesamiento y despacho de derivados del trigo ubicado en el sector La Toma, parroquia La Toma, municipio Rangel del estado Mérida, llevado a cabo por parte del Instituto de Proyectos de Proyectos Especiales del Estado Mérida, el cual forma parte del Ministerio del Poder Popular de Planificación y la Corporación de Desarrollo de la Región de Los Andes, Con este proyecto se pretende brindar los requerimientos, lineamientos y materiales para la ejecución de la obra de ingeniería eléctrica para la planta.

www.bdigital.ula.ve

Palabras Clave: Instalaciones Eléctricas, planta procesadora.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTO.....	III
RESUMEN.....	IV
INDICE GENERAL	1
INDICE DE TABLAS.....	5
INDICE DE FIGURAS.....	6
INTRODUCCIÓN	9
CAPITULO I.....	11
¿POR QUÉ PLANIFICAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE UNA PLANTA PROCESADORA DE TRIGO?.....	11
1.1.Plantearamiento del problema	11
1.2.Justificación	11
1.3.Objetivos	12
1.3.1.Objetivogeneral.....	12
1.3.2.Objetivosespecíficos.....	12
1.4.Metodología	12
1.4.1.Fases de la investigación.....	13
1.4.2. .Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
1.5.Alcance	14
CAPÍTULO II	15
FUNDAMENTOS TEÓRICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	15
2.1.Sistema de distribución	15
2.2.Instalaciones Eléctricas	16
2.2.1.Normas y reglamentos.....	16
2.3.Sistema de iluminación	16
2.3.1.Alumbrado interior.....	16
2.3.2.Alumbrado público	17
2.3.3.Niveles de iluminación	19
2.4.Sistema de puesta a tierra	20
2.4.1.Sistema tipo tierra y neutro separado (TN-S)	21

2.4.2.Sistema tipo tierra y tierra (TT)	22
2.4.3.Sistema tipo tierra aislada (IT)	22
CAPÍTULO III.....	25
CRITERIOS DE DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE TRIGO Y PASTA.....	25
3.1.Descripción de la Planta Procesadora de Harinas de Trigo y pasta.....	25
3.1.1.Ubicación	25
3.1.2.Materiales constructivos	26
3.1.3. Distribución de la Planta Procesado de Trigo.....	26
3.2.Especificaciones técnicas de los equipos.....	28
3.2.1.Características de funcionamiento y equipos del módulo de procesamiento de trigo.....	28
3.2.2.Características de funcionamiento y equipos del módulo de procesamiento de pasta.....	30
3.3. Criterios de diseño.....	33
3.3.1. Criterios de diseño para instalaciones eléctricas de módulo administrativo.....	34
3.3.2. Criterios de diseño para instalaciones eléctricas del módulo de procesamiento de trigo y pasta	36
3.4.Criterios de diseño para alumbrado público	38
3.5.Criterios de diseño de acometida de alta tensión y conexión de la bancada de transformadores.....	38
3.6.Criterios de diseño de sistema de detección de incendios	40
3.7.Criterios de diseño de la red estructurado de datos	40
CAPITULO IV	41
CALCULOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE TRIGO Y PASTA	41
4.1.Alumbrado interior.....	41
4.2.Estudio general de carga.....	44
4.2.1.Capacidad de corriente	44
4.2.2. Caída de tensión.....	46
4.2.3.Capacidad de corto circuito.....	47
4.2.4.Estimación de demanda eléctrica.....	48
4.2.5.Sistema de protección.....	49
4.2.6.Tableros.....	49

4.2.7.Cajas de paso	50
4.3.Resultados	51
4.3.1.Iluminación interior.....	51
4.3.2.Iluminación exterior	55
4.3.3.Comparativa entre el uso de luminarias fluorescentes y luminarias LED para la iluminación interior	56
4.3.4.Circuitos ramales	57
4.3.5.Circuitos de fuerza	60
4.3.6.Subtableros	61
4.3.7.Alimentadores.....	62
4.3.8.Cajas de paso	64
4.3.9.Tablero general	65
4.3.10.Acometida de baja tensión.....	66
4.3.11.Capacidad de corto circuito de dispositivo de protección de la acometida de baja tensión.....	67
4.3.12.Coordinación de protecciones.....	68
4.3.13.Transformador.....	68
4.3.14.Grupo electrógeno.....	68
4.3.15.Acometida de alta tensión	68
4.3.16.Circuitos del sistema contra incendio	69
4.3.17.Red estructurada de datos	69
4.3.18.Especificaciones de materiales y cómputos métricos.....	70
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES	72
REFERENCIAS	73
Apéndice A	75
Apéndice B	77
Apéndice C	81
Apéndice D	82
Apéndice E	85
Apéndice F	94
Apéndice G	106
Apéndice H	109
Anexo 1	115
Anexo 2	116

Anexo 3.....	117
Anexo 4.....	117
Anexo 5.....	118
Anexo 6.....	118
Anexo 7.....	119
Anexo 8.....	120
Anexo 9.....	121
Anexo 10.....	122

www.bdigital.ula.ve

INDICE DE TABLAS

TABLA	PÁGINA
2.1. Altura recomendable de la luminaria de acuerdo a la emisión en lúmenes de la lámpara.	18
2.2. Altura recomendable de las luminarias.....	18
2.3. Relación entre distancia interpostal sobre altura de montaje de la luminaria.....	19
2.4. Niveles de iluminación recomendados.	19
2.5. Niveles de iluminación recomendados.	20
2.6. Conductor de puesta a tierra.	21
3.1. Características eléctricas de equipos de procesamiento de trigo	30
3.2. Características eléctricas de equipos de procesamiento de pasta.....	33
3.3. Niveles de iluminación mínimos establecidos (Modulo administrativo)	35
3.4. Niveles de iluminación mínimos establecidos (Módulos de procesamiento de trigo y pasta)... ..	37
4.1. Corriente a plena carga de motores.....	45
4.2. Factores de régimen	45
4.3. Factores de demanda para tomacorrientes	48
4.4. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio de la Oficina 3.....	52
4.5. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo administrativo (Planta baja).	53
4.6. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo administrativo (Planta alta).	54
4.7. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo de procesamiento de trigo.	54
4.8. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo de procesamiento de pasta.	54
4.9. Resultados de número luminarias y niveles de iluminación del estacionamiento.	55
4.10. Resultados de costo total y consumo total para luminarias fluorescentes y LED.	57
4.11. Resultados de cálculo realizado a circuito ramal de tomacorriente C4T de módulo administrativo (planta baja).....	58
4.12. Características eléctricas de circuitos ramales de módulo administrativo (planta baja)..	58
4.13. Características eléctricas de circuitos ramales de módulo administrativo (planta alta)....	59

4.14.	Características eléctricas de circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes de módulo de procesamiento de pasta.....	59
4.15.	Características eléctricas de circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes de módulo de procesamiento de trigo.....	59
4.16.	Características eléctricas del circuito ramal de alumbrado público del estacionamiento.....	60
4.17.	Resultado de cálculo de circuito alimentador de molino de trigo (Molino1).....	60
4.18.	Características eléctricas de circuitos ramales de máquinas del módulo de procesamiento de pasta.....	61
4.19.	Características eléctricas de circuitos ramales de máquinas del módulo de procesamiento de trigo.....	61
4.20.	Carga conectada y desbalance del subtableros TPB.....	62
4.21.	Resultados desbalance de los subtableros.....	62
4.22.	Resultados de cálculo alimentador de subtablero TPB del módulo administrativo.....	63
4.23.	Características eléctricas de los alimentadores.....	63
4.24.	Resultado del cálculo de la caja de paso N1.....	64
4.25.	Cajas de paso de alimentadores.....	65
4.26.	Cargas del tablero general.....	66
4.27.	Desbalance del tablero general.....	66
4.28.	Cálculo de demanda total de Planta Procesadora de Trigo y Pasta.....	66
4.29.	Características eléctricas de la acometida de baja tensión.....	67
4.30.	Cálculo de la corriente de corto circuito de la acometida de baja tensión.....	67
4.31.	Cálculo de capacidad de transformador.....	68
4.32.	Cálculo de acometida de alta tensión aérea.....	69
A.1.	Resultados de presupuesto de implementar luminarias fluorescentes.....	75
A.2.	Resultados de presupuesto de implementar luminarias LED.....	76
E.1.	Características de transformador monofásico	85
E.2.	Características de aislador de soporte de 13.8kV.....	86
E.3.	Características de aislador de suspensión de 13.8kV.....	86
E.4.	Características físicas para postes tubulares.....	87
E.5.	Características de los tableros.....	90
G.1.	Resumen de los cálculos métricos.....	106
H.1.	Presupuesto de materiales y equipos.....	112

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
2.1. Sistema eléctrico	15
2.2. (a)Tubo Fluorescente. (b)Bombillo Compacto Fluorescente Integrado	17
2.3. (a)Lámpara de Vapor de Mercurio. (b)Lámpara Fluorescente Tipo Industrial	17
2.4. Luminaria Tipo Led para alumbrado público	18
2.5. Sistema TNS típico	21
2.6. Sistema TT típico.....	22
2.7. Sistema IT típico	22
3.1. Ubicación Planta Procesadora de Harina de Trigo y Pasta.....	25
3.2. Módulos de Planta Procesadora de Trigo y Pasta.....	27
3.3. Separador con cribas	28
3.4. Separador con aspiración	28
3.5. Banco de cilindros.....	29
3.6. Empaquetadora de harina de trigo	29
3.8. Mezcladora.....	31
3.9. Prensa de pasta.....	31
3.10. Laminadora de pasta	32
3.11. Secadora de pasta.....	32
3.12. Empaquetadora de pasta	33
3.13. Distribución de equipos en módulo de procesamiento de pasta.	34
3.14. Tramo de líneas de 13,8kV mucuchies- apartadero.	39
3.15. Conexión Y- Δ aterrada.	40
4.2. Diagrama para cálculo de momento eléctrico.....	46
4.3. Caja en tramos rectos.	50
4.4. Caja en ángulo de 90 ⁰	51
4.5. Disposición de luminarias y niveles de iluminación en plano de trabajo de Oficina 3.	52
4.6. Niveles de iluminación a través de curvas de colores en Oficina 3.....	53
4.7. Disposición de luminarias en estacionamiento.....	55
4.8. Niveles de iluminación a través de las curvas de colores en estacionamiento.	56

B.1.	Circuitos ramales de alumbrado con luminarias fluorescentes de planta baja del módulo administrativo y galpones de procesamiento de harina de trigo y pasta.....	77
B.2.	Circuitos ramales de alumbrado con luminarias fluorescentes de planta alta del módulo administrativo.....	78
B.3.	Circuitos ramales de tomacorrientes de planta baja del módulo administrativo y galpones de procesamiento de harina de trigo y pasta.....	79
B.4.	Circuitos ramales de tomacorrientes de planta alta de modulo administrativo.....	80
C.1.	Alimentadores de los subtableros de la planta.....	81
D.1.	Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del circuito ramal de la secadora1(azul) y el principal del TMP (morado).....	82
D.2.	Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del principal del TMP (azul) y del alimentador del TMP (morado).....	83
D.3.	Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del alimentador del TMP (azul) y el principal del TG (morado).....	84
A.1.	Tabla de coeficiente de reflexión de colores y materiales.....	115
A.2.	Tabla de coeficientes de reflexión de la cavidad del piso y de la cavidad del techo para algunas combinaciones de coeficientes de reflexión en %.....	116
A.3.	Tablas de coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes tipo oficina.....	117
A.4.	Tablas de coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes tipo industrial.....	117
A.5.	Tablas de conductor eléctrico TW-600V.....	118
A.6.	Tablas de conductor eléctrico TTU-600V.....	118
A.7.	Corriente de cortocircuito permisible para conductores de cobre con aislamiento termoplástico.....	119
A.8.	Curva genérica de interruptor.....	120
A.9.	Tablero Tipo NLAB.....	121
A.10.	Cantidad máxima de cables UTP según su categoría.....	122

INTRODUCCIÓN

El Instituto de Proyectos Especiales del Estado Mérida, el cual forma parte de la Corporación de Desarrollo de la Región de Los Andes y el Ministerio del Poder Popular de Planificación, son los encargados de la planificación, diseño, proyección y ejecución de obras que sean necesarias para el desarrollo integral de estado, organismo comprometido con la población en proponer un espacio para el acopio y procesamiento del trigo, ya que el trigo fue uno de los primeros cultivos que los colonizadores españoles introdujeron a los andes venezolanos por las semejanzas geográficas y climáticas con la meseta ibérica, las cuales contribuyen al rápido desarrollo del cereal.

En este contexto, el instituto ha propuesto un proyecto designado Planta Procesadora de Harina de Trigo y Pasta, con el fin de ofrecer al mercado un producto de calidad y reimpulsar la siembra del trigo en la región andina.

El diseño de este complejo, demanda un trabajo en conjunto entre los especialistas en arquitectura, ingeniería civil, ingeniería mecánica e ingeniería eléctrica con el fin de realizar un estudio detallado sobre las exigencias y consideraciones técnicas necesarias para la ejecución de esta planta.

Debido a esto, y en función de realizar el estudio de ingeniería eléctrica necesario, se ha propuesto la siguiente tesis de grado, titulado " Propuesta de alimentación primaria y planificación de las instalaciones eléctricas de planta procesadora de harina de trigo y pasta". Para sus efectos se enmarca en una investigación cuantitativa, de tipo proyectiva y nivel descriptivo, estructurada en 5 capítulos, los cuales se describen a continuación:

Capítulo I: Se presentan el planteamiento, justificación, objetivos, marco metodológico, alcance y limitaciones de la tesis.

Capitulo II: Muestra todas la bases teóricas y legales que fundamentan el diseño.

Capitulo III. Presenta la ubicación de la planta, los materiales constructivos, su distribución en módulos, así como los criterios utilizados para el diseño de alumbrado interior y exterior, tomacorrientes, red de datos, sistema contra incendio, acometida de baja y media tensión y las características de funcionamiento de los equipos de procesamiento de la harina de trigo y pasta.

Capitulo IV: Expone los cálculos y resultados para la determinación del sistema de alumbrado, circuitos ramales, alimentadores, acometida de baja y alta tensión, tableros, coordinación de protecciones, cajas de paso, transformador, grupo electrógeno, circuitos de sistema contra incendios y circuitos de red estructurada de datos del trabajo de ingeniería eléctrica. Para finalizar, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias, apéndices y anexos del trabajo de grado.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO I

¿POR QUÉ PLANIFICAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE UNA PLANTA PROCESADORA DE TRIGO?

En este capítulo se expondrán los puntos que muestran el planteamiento del problema, justificación, objetivos, marco metodológico, alcance y limitaciones del trabajo de grado.

1.1. Planteamiento del problema

Con el fin de contribuir a la construcción de una infraestructura adecuada para la recepción, procesamiento y despacho de derivados del trigo, el Instituto de Proyectos Especiales del Estado Mérida, propone realizar un proyecto de dicha infraestructura, debido al papel importante que cumple este cultivo en la región andina, con el fin de impulsar la economía y afianzar los valores culturales que giran entrono al cereal, ofreciendo productos de calidad elaborado en el país.

Para la ejecución de este proyecto, es necesaria la planificación de la alimentación eléctrica para dicha planta procesadora de harina de trigo y pasta, así como el diseño de sus instalaciones eléctricas, lo cual se plantea en este trabajo de grado.

1.2. Justificación

En Venezuela, como en el resto de los países del mundo, durante los últimos años, se ha experimentado un considerable crecimiento poblacional; sus actividades socioeconómicas marcan las diferencias del crecimiento en cada región. El estado Mérida no ha escapado de este crecimiento acelerado de la población, la cual es considerada una zona llena de recursos con tierras ricas para la siembra de hortalizas y cereales, en estos momentos históricos mucha gente

ha retomado la siembra del rubro "trigo". El ministro del Poder Popular para la Agricultura y Tierras, Wilmar Castro Soteldo (2017), señaló que el consumo de trigo en Venezuela es de 1.621.500 toneladas, de las cuales 45% es dirigida al trigo panadero, el 26% para pasta, es decir 422.000 toneladas, 23% trigo mezcla y el trigo galletero un 6% en consumo. En este aspecto, en aras de impulsar la producción agrícola de las diferentes zonas del estado y a su vez ofrecer a la población un producto de calidad y económico se plantea el proyecto de una planta procesadora de trigo por partes del instituto de Proyectos Especiales del Estado Mérida.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Proponer un sistema de alimentación primaria y la planificación de las instalaciones eléctricas para una planta procesadora de harina de trigo y pasta, que estará ubicada en la población de Toma, en el estado Mérida.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las cargas eléctricas asociadas al procesamiento del trigo y elaboración de pastas
- Planificar las instalaciones eléctricas y estimar la demanda eléctrica de la planta procesadora de harina de trigo y pasta, que cumpla con todas las normativas nacionales establecidas.
- Seleccionar y diseñar un sistema de protecciones adecuado para de los diferentes circuitos eléctricos que alimentaran los motores que componen a la planta procesadora de harina de trigo y pasta.
- Proponer un sistema de respaldo de energía con el fin de brindar un servicio eléctrico continuo que cubra la demanda de la planta.

1.4. Metodología

El presente estudio corresponde a una investigación descriptiva, ya que busca describir y conceptualizar todas las exigencias necesarias para un correcto dimensionamiento del sistema

eléctrico de la planta procesadora de harina de trigo y pasta, con el fin de lograr un óptimo funcionamiento de todos los equipos y establecer altos niveles de seguridad.

De igual forma es una investigación de tipo proyectiva la cual consiste en la elaboración de una propuesta o modelo para contribuir a dar solución a problemas o necesidades de tipo práctico, en base a un desarrollo investigativo.

1.4.1. Fases de la investigación

Lectura de planos: Se realizó la revisión del diseño arquitectónico de la planta procesadora de harina de trigo y pasta, visualizando la distribución de espacios y alcance, estimando los productos de ingeniería eléctrica requeridos por los equipos y actividad a efectuarse en cada uno del espacio.

Revisión bibliográfica: Incluye antecedentes y bases teóricas relacionadas, empleando medios bibliográficos, sitios web, entre otros, destinadas a las instalaciones eléctricas para pequeñas y medianas industrias.

Criterios de diseño: Basándose en la recopilación de información de las fases de investigación previas, se procedió al diseño de los diferentes tipos de espacios existentes en la planta procesadora de harina de trigo y pasta, fundamentándose en las normas nacionales de instalación eléctricas y sistemas de distribución.

Resultado: Consiste en la elaboración de planos y cálculos de iluminación, tomacorrientes, sistema de puesta a tierra, tableros, cajas de paso, canalizaciones, sistema de protecciones, transformador, alumbrado público y acometidas de baja y media tensión.

Análisis e integración de los resultados: Formulación de las conclusiones y recomendaciones derivadas de los resultados.

1.4.2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta sección se exponen las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de la información, acordes con el problema planteado, los objetivos establecidos y los criterios establecido por la norma. Los datos son obtenidos mediante información suministrada por la organización que plantea el proyecto, y los mismos son plasmados en los planos suministrados utilizando el programa AutoCAD 2018®, además se utilizaron software como el DIALux evo

para el cálculo del alumbrado a implementar en las diferentes áreas. El software de cálculo Ecodial 4.9, se utilizó para la estimación y coordinación de las protecciones. Se aplicó la normativa establecida por Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004 y CADAFE Normas Generales para Redes de Distribución y Líneas de Alimentación.

1.5. Alcance

El alcance del trabajo abarca el diseño y cálculo de la línea de la acometida de media y baja tensión, banco de transformación, tableros, sistema contra incendios, red estructurada de datos, sistema de iluminación interior y exterior, tomacorrientes de uso general y especial tanto para el área administrativa como el área de producción y cómputos métricos. Además, el proyecto incluye la planimetría de todas las instalaciones en el software Autocad®, simulación del sistema de iluminación mediante el software DIALux y simulaciones del sistema de protecciones en el software Ecodial.

1.6. Limitaciones

No se especifican en el diseño los equipos eléctricos que conforman el sistema neumático de la planta procesadora de harina de trigo y pasta que realiza el transporte del trigo hacia los gráneles y demás equipos de la planta.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICO PARA LA PLANIFICACIÓN DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se dan a conocer todos los conceptos y normativas que sustentan la planificación y diseño del sistema eléctrico de la planta, así como el proceso para la elaboración de la harina de trigo y pasta.

2.1. Sistema de distribución

El sistema de distribución está conformado por el conjunto de equipos que permite energizar de forma confiable y segura un número determinado de cargas, generalmente ubicadas en espacios geográficamente diferentes. Se clasifican de acuerdo a su construcción en redes aéreas y subterránea, mientras que de acuerdo a su tensión se clasifican en redes de distribución primaria y secundaria [1]. En la figura 2.1 se muestran las partes principales de un sistema de distribución.

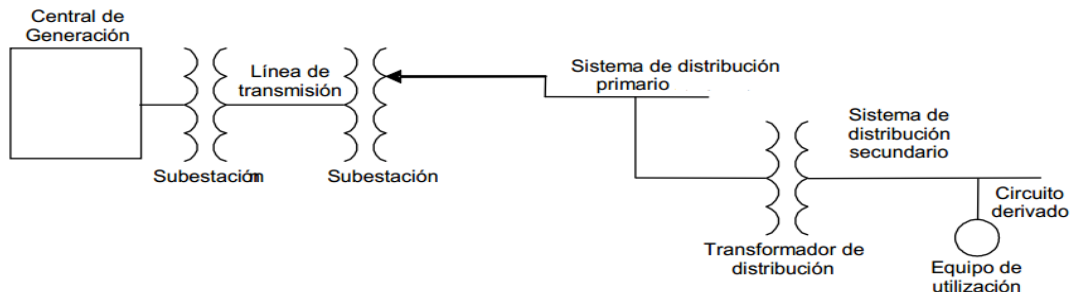


Figura 2.1. Sistema eléctrico [2].

2.2. Instalaciones Eléctricas

Una instalación eléctrica es el conjunto elementos que llevan la energía eléctrica desde la fuente de suministro hasta la carga, para alimentar los diferentes equipos que la necesiten dicha energía para su funcionamiento. Los elementos que constituyen una instalación eléctrica son: conductores, canalizaciones, cajas de paso, dispositivo de protección, tableros, contactores, apagadores, grupo electrógeno, transformador, entre otros. Deben diseñarse de una manera segura, eficiente, económica, flexible y de fácil acceso [3].

2.2.1. Normas y reglamentos

El diseño de toda instalación eléctrica debe hacerse dentro del marco legal correspondiente para cada país. En Venezuela el Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004 constituye el marco legal para el proyecto y construcción de instalaciones eléctricas de baja tensión, con el fin de establecer las especificaciones y disposiciones de carácter técnico que deben cumplir las instalaciones eléctricas destinadas a la utilización de la energía eléctrica, brindando condiciones adecuadas de seguridad y calidad de servicio.

2.3. Sistema de iluminación

Una buena iluminación de espacios es necesidad elemental y esencial para el adecuado desempeño del personal de trabajo.

2.3.1. Alumbrado interior

El alumbrado de oficinas debe realizarse de forma esquemática y organizada ya que las actividades que se realizan en ellas están bien definidas como lo son leer, escribir, dibujar, en monitores de computadoras, entre otras. Las luminarias generalmente utilizadas son empotradas en techos o superficial a él, provistas con lámparas fluorescentes como las que se muestran en la figura 2.2.



Figura 2.2. (a)Tubo Fluorescente. (b)Bombillo Compacto Fluorescente Integrado [4].

El alumbrado industrial se determina a partir de los requerimientos visuales que se necesiten según la tarea a realizar, de las dimensiones del espacio a iluminar y su techo. El tipo de luminaria a utilizar deben proporcionar una distribución de luz de forma directa o semi-directa, así como la calidad de la misma debe ser la adecuada para los procesos industriales a realizar. Las luminarias generalmente utilizadas sin de diseño industrial provistas con lámparas fluorescentes o de descarga (ver figura 2.3).



Figura 2.3. (a)Lámpara de Vapor de Mercurio. (b)Lámpara Fluorescente Tipo Industrial [4].

2.3.2. Alumbrado público

Es importante establecer una buena iluminación en las rutas de acceso, escaleras, rampas y caminerías adyacentes al edificio mediante la implementación de luminarias que cumplan adecuadas características ópticas, mecánicas, eléctricas y estéticas. Por ejemplo, en la figura 2.4 se muestra una luminaria para alumbrado público con lámparas tipo led.



Figura 2.4. Luminaria Tipo Led para alumbrado público [5].

Como lo describe Ereu, con el fin de realizar proyectos de alumbrado público de manera sencilla se estipulan recomendaciones europeas las cuales son criterios orientados a la selección de la altura de montaje, lúmenes de la lámpara y distancia interpostal [6]. En la tabla 2.1 se muestran las alturas recomendadas para las luminarias de acuerdo a la emisión en lúmenes de la lámpara. En las tablas 2.2 y 2.3 se muestran las alturas y las interdistancias recomendadas para las luminarias a usarse en alumbrado público.

Tabla 2.1. Altura recomendable de la luminaria de acuerdo a la emisión en lúmenes de la lámpara [6].

Lúmenes de la lámpara	Altura de la Luminaria (m)
3.000 a 10.000	6 a 7,5
10.000 a 20.000	7,5 a 9
20.000 a 40.000	9 a 12
Mayor a 40.000	> 12

Tabla 2.2. Altura recomendable de las luminarias [6].

Tipo de Vías Publicas	Altura Recomendable (m)
Plazas, parques, etc.	2,5 a 5
Calles secundarias	5 a 7
Avenidas y calles importantes	7 a 11
Autopista y vías rápidas	9 a 15
Distribuidores de transito	15 a 60

Tabla 2.3. Relación entre distancia interpostal sobre altura de montaje de la luminaria [6].

Iluminación Media (Lx)	Distancia Interpostal / Altura de Montaje
2 a 7	4 a 5
7 a 15	3,5 a 4
15 a 30	2 a 3,5

2.3.3. Niveles de iluminación

El nivel de iluminación de un ambiente se basa en las exigencias visuales que requiere el usuario para realizar determinada tarea. En la tabla 2.4 se muestran los niveles de iluminación recomendados por Phillips Internacional, Westinghouse Electrometalúrgica C.A. e Illuminating Engenering Society (I.E.S.).

Tabla 2.4. Niveles de iluminación recomendados.

Localización	Niveles de iluminación (Lux)		
	Philips	Westinghouse	I.E.S
Fábrica de harinas			
Molienda, cernido, refinado	300-600	500	300
Empaquetamiento	180	300	200
Control de producción	600-1200	1000	600
Locales de uso general y servicio			
Escaleras y rampas	180	200	100
Oficina	300-600	300-700	500
Pasillos y correderos	180	200	200
Sala de reuniones	300-600	300	200
Salas de espera	180	300	200
Baño	180	200	200
Depósito	180	200	100
Lavandería	180	300	300
Laboratorio	300-600	500	200-600
Cocina	300-600	300	400

Con el fin proporcionar condiciones visuales adecuadas para el tráfico seguro del personal fuera de las instalaciones se establecen niveles de iluminación recomendados por la norma COVENIN (3290-1997) para alumbrado público. (Ver tabla 2.5).

Tabla 2.5. Niveles de iluminación recomendados.

Localización	Niveles de iluminación (Lux)
Vías locales	10
Estacionamiento	15
Vías peatonales	15

2.4. Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra es diseñado para establecer una conexión equipotencial mediante la utilización de conductores eléctricos conectando toda estructura metálica con la que pueda entrar en contacto el personal. De acuerdo con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004 en la sección 250 definen que la puesta a tierra “es una vía conductiva de baja impedancia, construida a propósito, permanente, diseñada para conducir corrientes bajo condiciones de falla a tierra en un sistema de cableado hasta la fuente de suministro eléctrico” (p. 75).

El conductor de puesta a tierra se encuentra conectado al armazón de los equipos y/o canalizaciones a la jabalina de puesta a tierra, el calibre del conductor no será menor al indicado la tabla 2.6, la cual fue extraída del Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004 de la tabla 250-122. Para la selección del calibre es necesario conocer el dispositivo de sobrecorriente automático (*breaker*) ubicado del lado de la alimentación expresada en amperios.

Tabla 2.6. Conductor de puesta a tierra [7].

Régimen o Ajuste Máximo de Dispositivo de Sobrecorriente Automático Ubicado del lado del Alimentador (Amperios)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o Aluminio Recubierto de Cobre
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
6.000	800	1.200

2.4.1. Sistema tipo tierra y neutro separado (TN-S)

Este tipo de sistema presenta un único punto de conexión a tierra en el neutro del transformador y los cables de alimentación poseen neutro separado del conductor de tierra de protección, como se muestra en la figura 2.5.

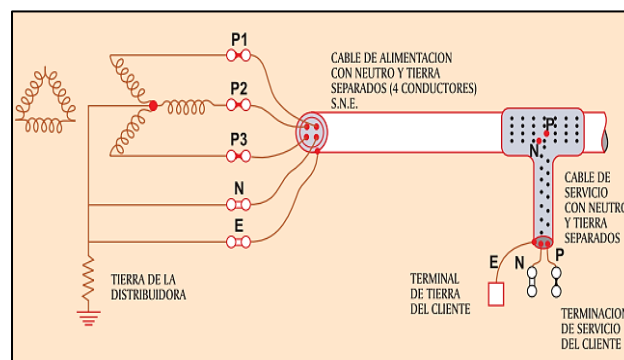


Figura 2.5. Sistema TNS típico [8].

2.4.2. Sistema tipo tierra y tierra (TT)

En este sistema el transformador es conectado a tierra en un solo punto, mientras que las partes metálicas de la instalación y la pantalla del cable están conectadas por medio de un electrodo separado que es independiente del electrodo de puesta a tierra del transformador, como se muestra en la figura 2.6.

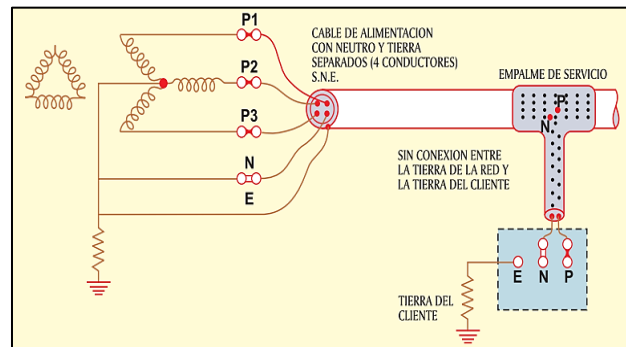


Figura 2.6. Sistema TT típico [8].

2.4.3. Sistema tipo tierra aislada (IT)

En este sistema la fuente aislada no presenta conexión directa a entre partes vivas y tierra, mientras que todas las partes expuestas de la instalación se conectan a una tierra independiente, como se muestra en la figura 2.7.

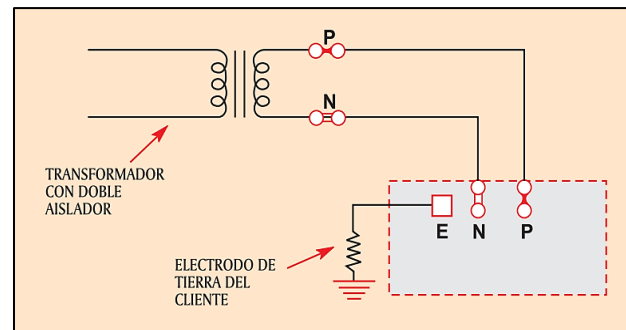


Figura 2.7. Sistema IT típico [8].

2.5. Sistema de protección contra incendios

Este sistema está vigilado, controlado, y operado por la central, la cual se encarga de evaluar los mensajes de los dispositivos de iniciación y activa las alarmas de control de incendio. El diseño de todo sistema de protección contra incendio está regido bajo el marco legal establecido por el Código Nacional de Alarma de Incendio y Señalización (NFPA 72). Los elementos que componen este sistema son: panel central, detectores, estaciones manuales y sirenas [9].

2.6. Sistema de cableado estructurado

Consiste en el tendido de cables, conectores, dispositivos y canalizaciones en el interior de un edificio con el fin de proporcionar una red de área local. El marco legal que rige el diseño del sistema de cableado estructurado está dado por el estándar ANSI/TIA/EIA-569. Entre los elementos que componen esta red tenemos: *keystone*, cable UTP, *rack*, *router*, conmutadores, entre otros [10].

2.7. Proceso industrial para la elaboración de la harina de trigo.

La harina es uno de los productos que se obtienen de la molienda gradual y metódica del trigo [11]. De forma general, el proceso de elaboración de la harina de trigo incluye los siguientes pasos:

Recepción, clasificación, y almacenaje de materia prima: La clasificación de los trigos que se reciben se hacen en función de la calidad del gluten, cantidad de humedad, impurezas, entre otros. Una vez seleccionado se almacena hasta el siguiente paso.

Limpieza del cereal: Para asegurar un perfecto acondicionamiento del grano, eliminar todo tipo de materias extrañas, tierra, entre otros, se limpia el cereal con el separador con cribas y separador con aspiración.

Acondicionamiento: Se deja reposar con agua al trigo con el fin de permitir una separación más limpia del endospermo y mejorar el estado físico del grano.

Molienda: El proceso de molienda consiste en hacer pasar el trigo a través de rodillos de la maquina moledora, con el fin de realizar la trituración, separación, purificación y compresión del trigo.

Empaquetado: El empaquetado de la harina se realiza mediante maquinas envasadoras automáticas.

2.8. Proceso industrial para la elaboración de la pasta

El proceso general para la fabricación de la pasta consta de los siguientes pasos [12]:

Mezclado y amasado: Consiste en la mezcla de la semolina con agua, con el fin de obtener una buena plasticidad mediante un mezclador industrial.

Extrusión: El proceso de extrusión realizado por la maquina extrusora consiste en la compresión y moldeado de la masa.

Moldeado: La masa extrusionada se hace pasar a presión a través de un molde para darle forma a la pasta, trabajo realizado por la maquina laminadora.

Secado: La pasta debe ser secada por medio de un secador industrial para asegurar su estabilidad microbiológica y bioquímica.

Envasado: Una vez que la pasta ha sido correctamente secada y enfriada debe ser envasada mediante empaquetadoras automáticas.

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE TRIGO Y PASTA

En el presente capítulo se realiza la presentación de la planta y se exponen todos los lineamientos y consideraciones que se utilizaron para el diseño de las instalaciones eléctricas y alimentador primario de la planta.

3.1. Descripción de la planta procesadora de harina de trigo y pasta

Se presenta la ubicación, materiales constructivos de la planta y distribución de los módulos de la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

3.1.1. Ubicación

La ubicación de la planta será en el sector La Toma, parroquia La Toma, municipio Rangel del Estado Mérida, propiedad del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (ver figura 3.1). Posee un área aproximada de 22.854,27 m² considerando para el diseño un 30% de porcentaje de ubicación (6.856,28 m²) y un 25% de porcentaje de construcción (5.656,84 m²).



Figura 3.1. Ubicación planta procesadora de harina de trigo y pasta

3.1.2. Materiales constructivos

- Paredes externas e internas con bloque de concreto, acabado en friso liso, en el caso de las paredes de los módulos sanitarios su revestimiento interior con baldosas de cerámica nacional, acabado natural.
- Pisos de porcelanato y para los núcleos sanitarios se propone cerámica.
- Cielo raso en el núcleo central de lámina de yeso (*drywall*).
- Las puertas de acceso principal se proponen doble de vidrio transparente con perfiles de aluminio.
- Las puertas internas, se proponen en madera entamborada.
- Por seguridad se plantea puertas enrollable tipo santa maría en las áreas de recepción y despacho.
- Las piezas sanitarias se proponen de color blanco, línea económica convencional.
- Las escaleras se proponen de concreto armado y las escaleras internas de estructura de acero y huellas vaciadas en concreto.
- El pasamano se realizará de acero inoxidable de sección circular.

3.1.3. Distribución de la planta procesadora de harina de trigo y pasta

La planta procesadora de trigo está formada por tres edificaciones destinadas a realizar labores de oficina y procesos industriales de productos derivados del trigo, por lo tanto, para la adecuada organización y estudio de las instalaciones eléctricas se clasifican en módulos. En la figura 3.2. se aprecia la distribución de los módulos donde el encerrado en rojo corresponde al módulo de procesamiento de harina de trigo, el encerrado en azul al módulo administrativo y el verde el módulo de procesamiento de pasta.

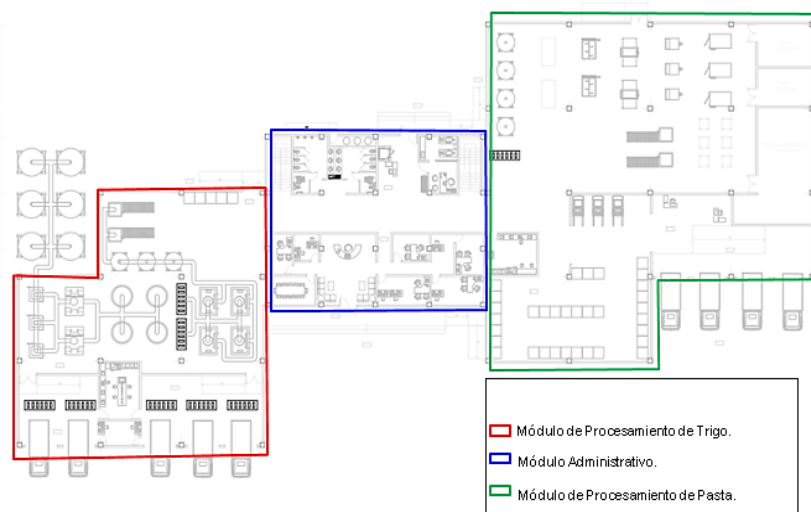


Figura 3.2. Módulos de planta procesadora de harina de trigo y pasta.

Módulo administrativo: Está compuesto por ambientes destinados al tránsito y permanencia del personal que labora en la planta y visitantes, labores administrativas e instalaciones prestadoras de servicios como equipos sanitarios, de lencería y cocina. Para este edificio se tiene: oficinas, recepción, sala de reuniones, enfermería, baños, sala de descanso, cuarto de vigilancia y monitoreo, vestidor, cocina, comedor, lavado, pasillos y escalera, cuarto de basura.

Módulo de procesamiento del trigo: En este módulo se desarrollan tareas que comprende desde la recepción de la materia prima hasta el empaquetamiento del producto terminado como lo es la harina de trigo. Comprende las siguientes áreas: máquinas y empaquetado, desembarque de trigo, laboratorio y recepción.

Módulo de procesamiento de pasta: Se ejecutan tareas destinadas a la elaboración de pasta, empaquetado, almacenamiento y despachos de productos terminados. Compuesta por las siguientes áreas: maquinarias y empaquetado, cuarto de electricidad, cuarto de mantenimiento, depósito, almacén y despacho.

3.2. Especificaciones técnicas de los equipos

Se presentan todas las especificaciones de los equipos que hacen posible tanto en procesamiento de harina de trigo como de pasta

3.2.1. Características de funcionamiento y equipos del módulo de procesamiento de trigo

Cernido plano o separador con cribas: Es utilizado para la clasificación del producto en varias fracciones de granulometría muy precisa o para un cernido con el fin de separar productos extraños como piedras, cemento, entre otros. (Ver figura 3.3).



Figura 3.3. Separador con cribas [13].

Separador con aspiración: Es una máquina cribadora utilizada para limpiar el grano con grandes, medianas y pequeñas impurezas por medio de distintas capas de cribas. Se basa en un movimiento circular y posee un dispositivo de limpieza de superficie. (Ver figura 3.4).



Figura 3.4. Separador con aspiración [14].

Molino o banco de cilindros: El proceso de la molienda consiste en la ruptura y reducción del tamaño del grano. (Ver figura 3.5).



Figura 3.5. Banco de cilindros [13].

Empaquetadora: Es utilizado para empaclar el producto terminado en bolsas o bulto de manera automatizada (Ver figura 3.6).



Figura 3.6. Empaquetadora de harina de trigo [15].

La potencia conectada el voltaje de trabajo conexión de cada uno de los equipos que componen el sistema de procesamiento de harina de trigo se muestra en la tabla 3.1. la cual fue tomada de los catálogos de los fabricantes. Para todos los equipos de procesamiento de trigo se asumió un servicio variable no continuo con un ciclo de trabajo mayor a 60 min. La distribución de estos equipos en el módulo de procesamiento pasta se encuentra en la figura 3.7.

Tabla 3.1. Características eléctricas de equipos de procesamiento de trigo

Equipo	Potencia (W)	Voltaje (V)	Conexión
Separador con cribas	1.200	220-380	3F
Separador con aspiración	1.500	220-380	3F
Molino	17.000	220-380	3F
Empaquetadora	1.000	220-380	3F+N

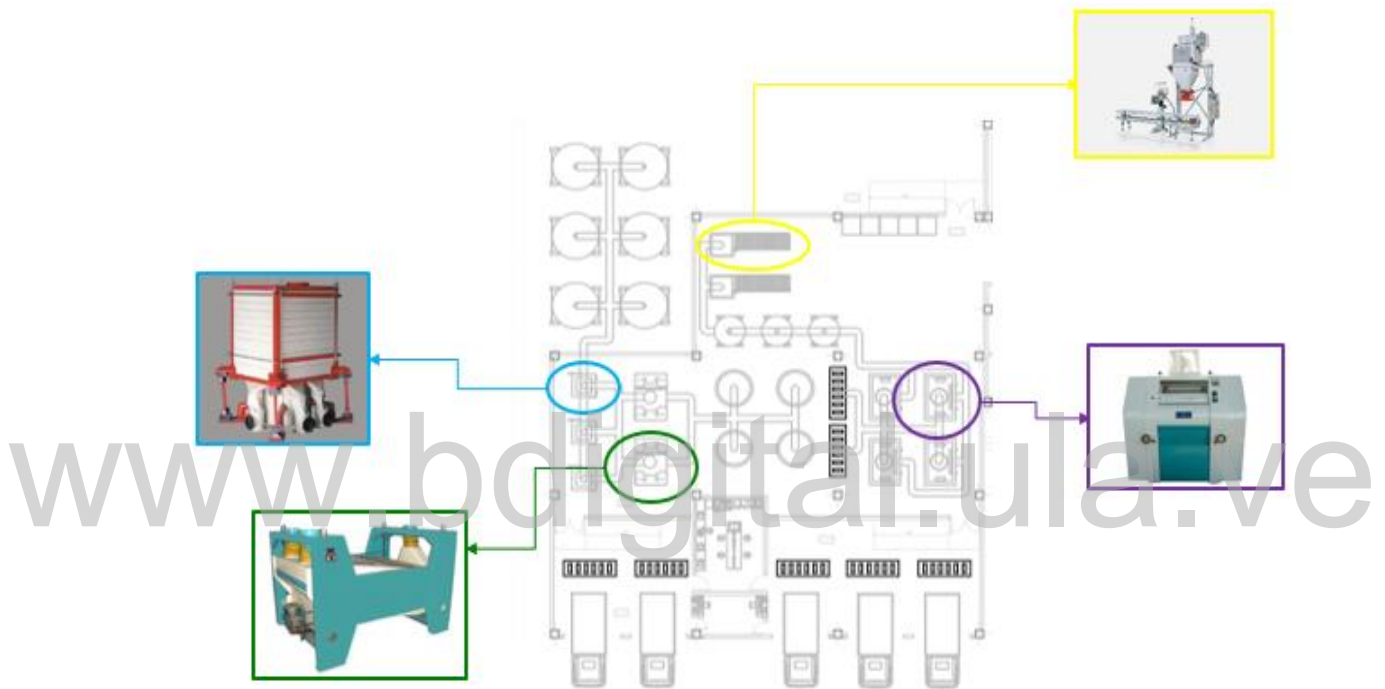


Figura 3.7. Distribución de equipos en módulo de procesamiento de trigo.

3.2.2. Características de funcionamiento y equipos del módulo de procesamiento de pasta

Mezcladora: Utilizada para realizar la mezcla de los ingredientes para la elaboración de la pasta (Ver figura 3.8).



Figura 3.8. Mezcladora [16].

Prensa o máquina extrusora: Es una máquina de acero inoxidable en donde la masa formada en el tanque de amasado es conducida al tornillo de extrusión, forzada a pasar a través del tallador (Ver figura 3.9).



Figura 3.9. Prensa de pasta [16].

Laminadora: Es una máquina fabricada de acero inoxidable, apta para la producción de industrias medianas y grandes, capaz de realizar cortes de manera automática de todo tipo de fideos, espaguetis, pasta para lasaña y canelones. (Ver figura 3.10).



Figura 3.10. Laminadora de pasta [16].

Secadoras: Las secadoras estáticas son utilizadas para el secado de pasta larga, corta, rellena o pasteurizada antes de ir al envasado. Su estructura está compuesta en paneles aislantes con poliuretano expansivo, permitiendo un perfecto aislamiento térmico y acústico (Ver figura 3.11).



Figura 3.11. Secadora de pasta [16].

Empaquetadora: Es utilizado para empaacar el producto final en bolsas de manera automatizada. (Ver figura 3.12).



Figura 3.12. Empaquetadora de pasta [16].

La potencia de cada uno de los equipos que componen el procesamiento de harina de pasta se muestra en la tabla 3.2. la cual fue tomada de los catálogos de los fabricantes. Para todos los equipos de procesamiento de pasta se asumió un servicio variable no continuo con un ciclo de trabajo mayor a 60 min. La distribución de estos equipos en el módulo de procesamiento pasta se encuentra en la figura 3.13.

Tabla 3.2. Características eléctricas de equipos de procesamiento de pasta

Equipo	Potencia (W)	Voltaje (V)	Conexión
Mezcladora	2.200	230-400	3F
Laminadora	2.200	230-400	3F+N
Extrusión	1.300	230-400	3F+N
Secadora	5.000	230-400	3F
Empaquetadora	1.180	220-380	3F+N

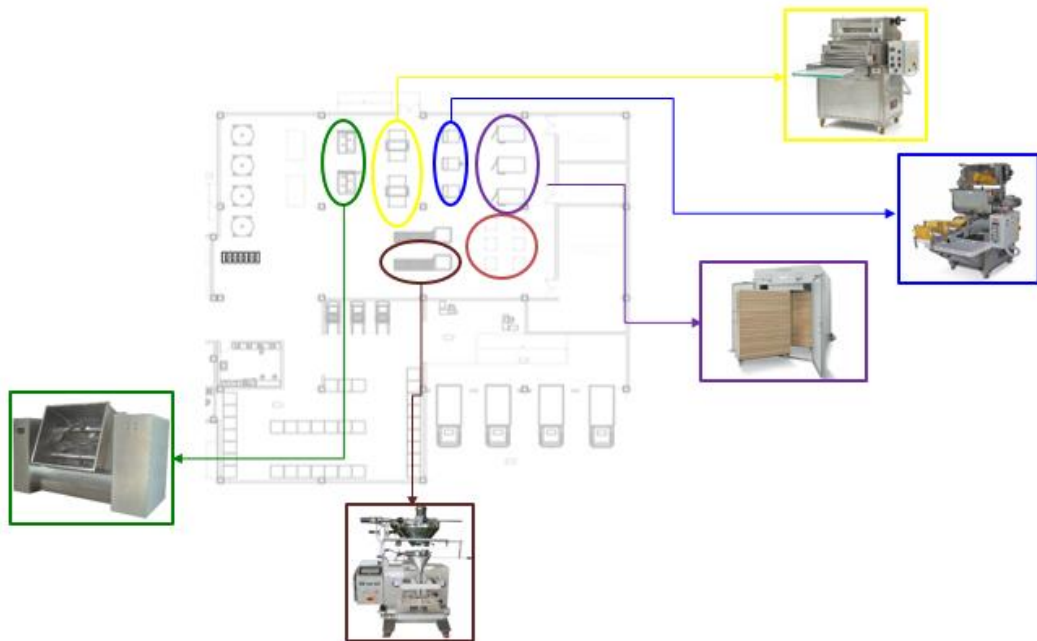


Figura 3.13. Distribución de equipos en módulo de procesamiento de pasta.

3.3. Criterios de diseño

Se presentan los criterios utilizados para el diseño del sistema eléctrico de la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

3.3.1. Criterios de diseño para instalaciones eléctricas de módulo administrativo

Para el diseño de los diferentes circuitos de alumbrado y tomacorriente se consideró las exigencias establecidas por el Código Eléctrico Nacional FONDONORMA 200:2004

Alumbrado: Los criterios tomados en cuenta para el diseño de la disposición de luminarias en el módulo administrativo son:

- Las luminarias estarán empotradas sobre un cielo raso a una altura de 2,8 m sobre el nivel del piso (snp).
- La altura del plano de trabajo donde se realiza la medición del cumplimiento de los niveles de iluminación recomendados estará ubicada a 0,85 m sobre el nivel del piso.

- El color de las paredes es blanco perla el cual tiene un excelente coeficiente de reflexión de 0,8.
- El material del suelo es granito el cual posee coeficientes de reflexión de 0,2.
- Las lámparas utilizadas son tubos fluorescentes T8 de 36 vatios con un flujo luminoso de 3350 lúmenes utilizada en luminarias de oficina en presentaciones de 2, 3 y 4 tubos.
- También se utilizaron bombillos compactos fluorescentes de 26 vatios con un flujo luminoso de 1.800 lúmenes utilizado en espacios relativamente pequeños donde no es conveniente utilizar los tubos fluorescentes.

Tomando como referencia los niveles de iluminación recomendados en la tabla 2.4, se establecieron los niveles de iluminación mínimo de las áreas del módulo administrativo medidos en el plano de trabajo (Ver tabla 3.3).

Tabla 3.3. Niveles de iluminación mínimos establecidos (Modulo administrativo)

Área	Nivel de Iluminación (lx)
Oficina	500
Enfermería	400
Cocina	
Sala de reuniones	300
Sala de descanso	
Cuarto de vigilancia	
Lavado	
Escaleras	200
Pasillos	
Recepción	
Baño	
Vestidor	
Comedor	
Cuarto de basura	100

Tomacorrientes de uso general: La distribución de los tomacorrientes de uso general se realizó basándose en las características arquitectónicas de la planta procesadora de harina de trigo y pasta y fundamentándose con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional. Para ellos se especificaron los siguientes criterios:

- En los pasillos se colocaron salidas de tomacorrientes cada 6m a una altura de 0.4 m sobre el nivel del piso, tomando como longitud del pasillo aquella que se mide a lo largo del centro del mismo sin pasar por ninguna puerta,
- La recepción cuenta con salida de tomacorriente ubicado cercano al área de trabajo a nivel del piso, así como también de tomacorrientes de uso general a lo largo del recinto a una altura de 0,4 m sobre el nivel del piso.
- En los baños se dispuso de tomacorrientes a 1,4 m sobre el nivel del piso en el lavamanos.
- En el área de la cocina, los tomacorrientes de uso general estarán ubicados a una altura de 0,2 m sobre el nivel del mesón de trabajo.
- Los espacios restantes cuentan con tomacorrientes de uso general estarán ubicados a una altura de 0,4 m sobre el nivel del piso. En cada uno de los espacios del módulo administrativo se ubicaron salidas de tomacorrientes para la conexión de cámaras de seguridad y señalizaciones luminosas a una altura de 2,70 metros.

Tomacorrientes especiales: Están adecuados para suministrar una tensión de 208V a aquellos equipos que lo requieran para su funcionamiento. En el área administrativa se dispuso de un tomacorriente especial en la cocina para ser utilizado por un horno que tiene una potencia de 4.000 VA.

3.3.2. Criterios de diseño para instalaciones eléctricas del módulo de procesamiento de trigo y pasta

La distribución de los diferentes elementos que componen la instalación eléctrica debe efectuarse en función del ordenamiento que debe existir en cada uno de los equipos que intervienen en la producción, de tal forma que permita un óptimo desarrollo de las actividades en la planta.

Alumbrado: Las pautas estipuladas para el cálculo de alumbrado en los módulos de procesamiento son las siguientes:

- Los galpones están elaborados con paredes que presentan un acabado de friso liso con un coeficiente de reflexión de 0,4.
- El piso es de granito con coeficiente de reflexión de 0,2. La altura del plano de trabajo estará dispuesta a 0,85 m sobre el nivel del piso.
- Las luminarias en el área del laboratorio y recepción estarán empotradas en un cielo raso a una altura de 2,8 m con respecto al nivel del piso.
- En el resto de las áreas que conforman los módulos de procesamiento de trigo y pasta las luminarias estarán ubicadas a 5m sobre el nivel del piso.
- Las lámparas utilizadas tanto en laboratorio y la recepción son tubos fluorescentes T8 de 36 vatios con luminarias de 3 y 4 tubos.
- Las lámparas en el resto de las áreas serán de 54 vatios en luminarias tipo industrial de 2 tubos.

Tomando como referencia los valores de la tabla 2.4, se estimó un nivel de iluminación mínimo a cumplir en el área de trabajo (Ver tabla 3.4).

Tabla 3.4. Niveles de iluminación mínimos establecidos - (Módulos de procesamiento de trigo y pasta)

Área	Nivel de Iluminación (lx)
Laboratorio	500
Maquinaria	300
Recepción	
Desembarque	200
Despacho	
Almacén	
Deposito	
Cuarto de mantenimiento	
Cuarto de electricidad	

Tomacorrientes de uso general: Los circuitos de tomacorrientes de uso general fueron establecidos de acuerdo a las características físicas que presenta cada espacio del área de

producción, se previeron el uso de ellos en los laboratorios y recepción, ubicados a 0,2 m sobre el nivel de mesón y a 0,4 m sobre el nivel del piso. En cada uno de los espacios de los módulos de procesamiento de harina de trigo y pasta se ubicaron salidas de tomacorrientes para la conexión de cámaras de seguridad y señalizaciones luminosas a una altura de 2,70 metros.

Tomacorriente trifásico: En el área de máquinas se utilizaron tomacorrientes trifásicos industriales de clavijas con base empotrable inclinadas colocados sobre una loza a 0,2 metros sobre el nivel del piso en las adyacencias de cada una de las máquinas.

3.4. Criterios de diseño para alumbrado público

El alumbrado público de la planta procesadora de harina de trigo y pasta representa un aspecto importante que proporciona condiciones visuales adecuadas para el tránsito peatonal y vehicular. Los niveles de iluminación considerados están expresados en la tabla 2.5.

Para la iluminación de accesos y escaleras peatonales principales se utilizaron bombillos fluorescentes compactos de 26 vatios en luminarias de pared protegidas contra el agua y el polvo, ubicadas a 2.5 metros sobre el nivel del piso.

En la parte superior de cada uno de los portones de accesos del área de desembarque de materia prima y despacho de productos terminados se implementó luminarias de pared LED de 28W con un flujo luminoso de 3.330 lm ubicadas a 4.5 metros sobre el nivel de piso.

En la iluminación de tránsito vehicular, aceras y estacionamientos se implementó postes de sección hexagonal y tronco piramidal de lámina de acero de 5 m con brazo de 2 metros conformando una altura de montaje de 7 m. el brazo del poste entra en la calzada 1.5 m y se utilizara luminarias LED de 100W con flujo luminoso de 10.000 lm. La distancia interpostal será de 25 metros

3.5. Criterios de diseño de acometida de alta tensión y conexión de la bancada de transformadores

La acometida de alta tensión pertenece a una red de distribución radial que parte de la subestación ubicada en Mucuchies con dirección hacia apartadero, pasando por la carretera trasandina, troncal 7. Dicha acometida aérea tendrá una distancia de 80 metros y contará con 2 postes de 9 metros de altura ubicados al inicio y la parte media del recorrido, mientras que en la

parte final se utilizará poste doble de 9 metros el cual soportará a los cables y la bancada de transformadores, los postes del inicio y final de acometida serán de amarre y el del medio será de paso.

El tendido de donde se conectó la acometida cuenta con 2 cables de calibre #2 tipo ARVIDAL, por lo que es necesario anexarle un tercer conductor del mismo calibre que tendrá un recorrido de 250 metros que se encuentra entre el punto A y el punto B, tal y como se muestra en la figura 3.14.

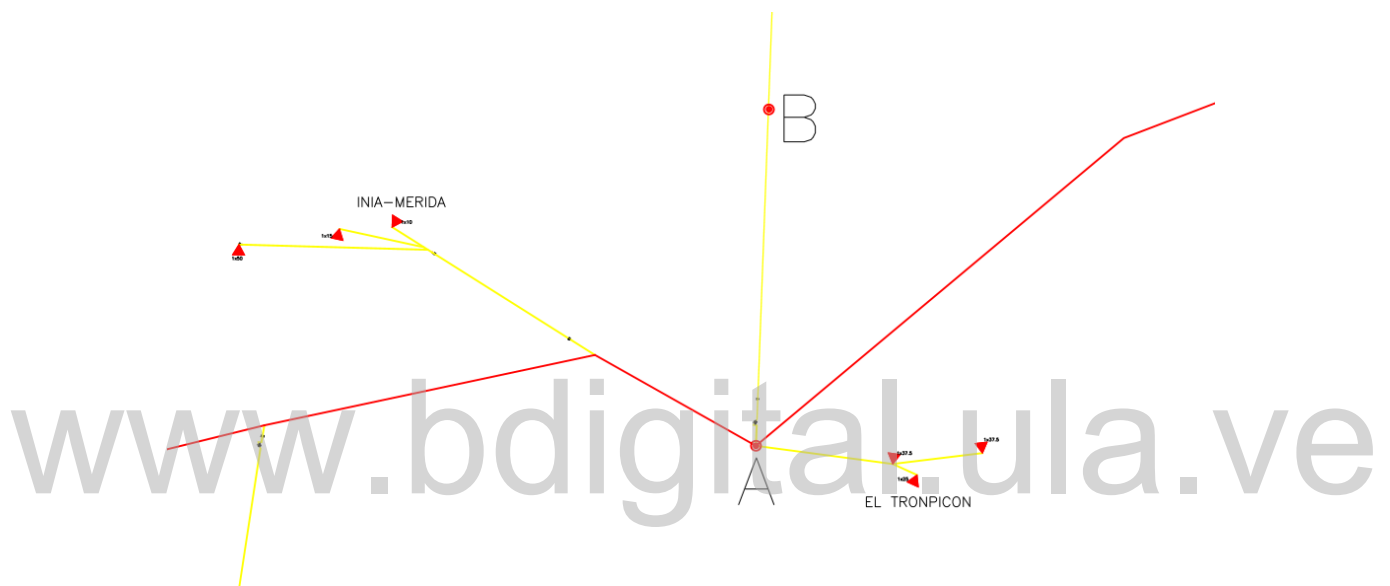


Figura 3.14. Tramo de líneas de 13,8kV Mucuchies hacia Apartadero. Fuente: Corpoelec Mérida

El tipo de conexión a utilizar en la bancada de transformadores es Y- Δ aterrada (ver figura 3.14.), con el fin de cumplir con las exigencias de voltaje trifásico en el área de máquinas de la Planta Procesadora de Harina de Trigo y Pasta.

CAPITULO IV

CALCULOS Y RESULTADOS DEL DISEÑO DE LA PLANTA PROCESADORA DE HARINA DE TRIGO Y PASTA

Se presenta todos los cálculo y resultados obtenidos del diseño de ingeniería aplicado a la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

4.1. Alumbrado interior

Para el cálculo de la disposición de las luminarias se utilizó el método de cavidades zonales ya que los coeficientes de utilización dados por los fabricantes fueron obtenidos bajo este método.

El método considera tres cavidades imaginarias, la primera ubicada desde el techo hasta el punto de luz la cual es la cavidad del techo, la segunda desde el punto de luz hasta el plano de trabajo el cual por lo general se encuentra a una altura de 0.85 metros, esta es llamada cavidad del local y la tercera ubicada desde el plano de trabajo hasta el piso del local designada cavidad del piso, tal y como se muestra en la figura 4.1.

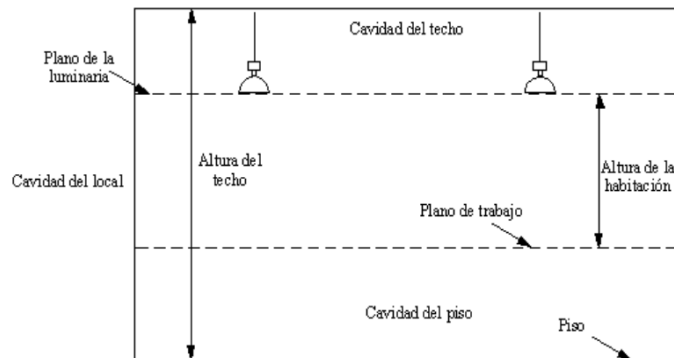


Figura 4.1. Cavidades del local. [17]

La iluminancia promedio se calcula para la cavidad del local mediante la ecuación 4.1, por lo general esta fórmula es utilizada para despejar el número de luminarias requeridas para un valor de iluminancia establecido.

$$E_{porm} = \frac{N \times n \times \Phi \times CU \times FM}{l \times a} \quad (4.1)$$

Donde:

E_{porm} = Iluminancia promedio.

N = Número de luminarias en el local.

Φ = Flujo luminoso 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.

El método tiene cuatro pasos básicos que conducen a determinar la cantidad de luminarias totales en el local.

El primero consiste en determinar las cavidades zonales las cuales están en función de las dimensiones del local y la altura de montaje de las luminarias:

- Índice de la cavidad de techo

$$R_c = \frac{5 h_c (1+a)}{l \times a} \quad (4.2)$$

- Índice de la cavidad del local

$$R_m = \frac{5 h_m (1+a)}{l \times a} \quad (4.3)$$

- Índice de la cavidad de piso

$$R_c = \frac{5 h_f (1+a)}{l \times a} \quad (4.4)$$

Donde:

h_c = Altura de la cavidad del techo.

h_m = Altura de la cavidad del local.

h_f = Altura de la cavidad del piso.

l = Longitud del local.

a = Ancho del local.

Para el segundo paso, conocida las reflectancias del techo, pared y piso la cual es el porcentaje de luz reflejado por el material o pintura del cual están elaborados. Se determina la reflectancia efectiva que según RETILAP (ob. cit.) “se define como la razón entre el flujo luminoso reflejado por la superficie y el flujo que incide sobre ella” (p. 94). Tanto para la cavidad del techo (ρ_{ce}) como para la del piso (ρ_{fc}).

El tercer paso consiste en determinar el coeficiente de utilización con base en la tabla que suministra el fabricante de las luminarias. El factor de mantenimiento tiene en cuenta la depreciación de flujo luminoso de lámpara como consecuencia el envejecimiento y ensuciamiento.

Por último y cuarto paso, se despeja el número de luminarias totales partiendo de la ecuación (4.1) de iluminancia promedio.

4.2. Estudio general de carga

El estudio de la carga consta de los diferentes cálculos que se efectuaron orientados a alimentar correctamente cada una de las cargas que componen la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

4.2.1. Capacidad de corriente

EL cálculo de la corriente nominal del conductor esta dado en función de la potencia de la carga, el voltaje del circuito y el factor de potencia. Dependiendo del tipo de circuito al que se va alimentar se tienen las siguientes ecuaciones:

- Circuito monofásico

$$I_{nom} = \frac{P(w)}{V_F \times f \cdot p} \quad (4.5)$$

- Circuito Bifásico 3 hilos

$$I_{nom} = \frac{P(w)}{2 \times V_F \times f \cdot p} \quad (4.6)$$

- Circuito trifásico 4 hilos

$$I_{nom} = \frac{P(w)}{\sqrt{3} \times V_L \times f \cdot p} \quad (4.7)$$

De acuerdo con lo establecido en el Código Eléctrico Nacional, todos los conductores deben tener una ampacidad del 125% de la corriente nominal calculada, con el fin de dejarle una reserva al conductor.

$$I_{cond} = 1,25 \times I_{nom} \quad (4.8)$$

Para los circuitos ramales con cargas activas (motores) de servicio no continuo, la corriente de conductor se expresa en función de la corriente de régimen (Ver ecuación 4.9), la

cual es igual a la corriente de plena carga del motor por el factor de régimen obtenido en la Tabla 4.1. y Tabla 4.2.

$$I_R = I_{PC} \times f_R \quad (4.9)$$

Tabla 4.1. Corriente a plena carga de motores. [7]

Régimen en hp	Motores de Inducción Tipo Jaula de Ardilla y Rotor Bobinado (A)		
	208(V)	230(V)	460(V)
1/2	2,4	2,2	1,1
3/4	3,5	3,2	1,6
1	4,6	4,2	2,1
1 1/2	6,6	6	3
2	7,5	6,8	3,4
3	10,6	9,6	4,8
5	16,7	15,2	7,6
7 1/2	24,2	22	11
10	38	28	14
15	46,2	42	21
20	59,4	54	27
25	74,8	68	34

Tabla 4.2. Factores de régimen. [7]

Clasificación del servicio	Porcentaje de régimen de corriente para funcionar durante un tiempo de:			
	5 min	15 min	30 y 60 min	Continuo
Servicio de Corta Duración	110	120	150	-
Servicio Intermitente	85	85	90	140
Servicio Periódico	85	90	95	140
Servicio Variable	110	120	150	200

- 1 motor

$$I_{cond} = 1,25 \times I_R \quad (4.10)$$

- 2 o más motores

$$I_{\text{cond}} = 1,25 \times I_{\text{RM}} + \sum I_{\text{R}} \quad (4.11)$$

Donde:

I_{nom} : Corriente nominal.

I_{cond} : Corrientes del conductor.

V_{F} : Voltaje de fase.

V_{L} : Voltaje de línea.

fp : Factor de potencia.

P : Potencia eléctrica en vatios.

I_{R} : Corriente de régimen.

I_{RM} : Corriente de régimen mayor.

fr : Factor de régimen.

4.2.2. Caída de tensión

Para el cálculo de caída de tensión se determina el momento eléctrico (ME) del circuito (Ver ecuación 4.12) mediante las distancias entre las cargas (L) y la corriente nominal consumida por cada una de ellas (I). El momento eléctrico también puede ser calculado en función a la distancia entre carga y los voltamperios consumida por cada una de ellas.

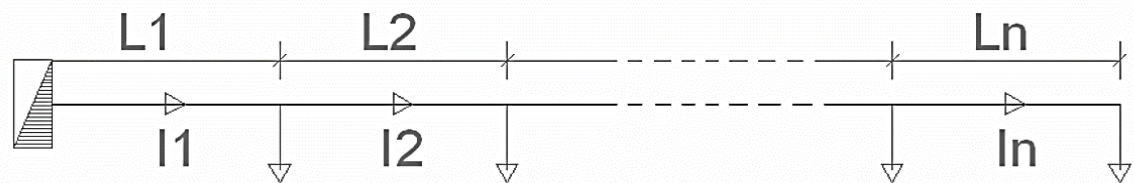


Figura 4.2. Diagrama para cálculo de momento eléctrico

$$ME = \sum_{j=1}^n L_j \times I_j \quad (4.12)$$

El porcentaje de caída de tensión ($\Delta V\%$) depende del momento eléctrico calculado y el momento eléctrico tabulado presente en la tabla de conductores, de acuerdo al circuito empleado se emplean factores de corrección para determinar el porcentaje de caída de tensión.

- Circuito monofásico y bifásico 2 hilos

$$\Delta V\% = \frac{2 \times ME_{calculado}}{ME_{tabulado}} \quad (4.13)$$

- Circuito bifásico

$$\Delta V\% = \frac{1.732 \times ME_{calculado}}{ME_{tabulado}} \quad (4.14)$$

- Circuito trifásico

$$\Delta V\% = \frac{ME_{calculado}}{ME_{tabulado}} \quad (4.15)$$

4.2.3. Capacidad de corto circuito

Para la comprobación de la capacidad de corto circuito se trabaja con el sistema en por unidad, para ello debe considerar una potencia base y un voltaje base. Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en por unidad (Ver ecuación 4.16) es necesario determinar la reactancia equivalente del transformador que se utilizara para energizar la instalación (Ver ecuación 4.17) y la reactancia equivalente del sistema en por unidad (Ver ecuación 4.19). Como la corriente hallada se encuentra en por unidad, es necesario encontrar la corriente base (Ver ecuación 4.20) para obtener el valor en amperios (Ver ecuación 4.21.). Posteriormente se verifica que el tiempo de operación del interruptor sea menor que el tiempo térmico del conductor mediante las curvas de tiempo-corriente.

$$I_{ccpu} = \frac{1 \angle 0^\circ}{j(X_{sispu} + X_{transpu})} \quad (4.16)$$

$$X_{transpu} = X_{tx} \cdot \frac{(kV_{viejos})^2}{MVA_{viejos}} \cdot \frac{MVA_{nuevos}}{(kV_{nuevos})^2} \quad (4.17)$$

$$MVA_{ccpu} = \frac{MVA_{cc}}{MVA_{base}} \quad (4.18)$$

$$X_{sispu} = \frac{1}{MVA_{ccpu}} \quad (4.19)$$

$$I_{base} = \frac{MVA_{base}}{\sqrt{3}xV_{base}} \quad (4.20)$$

$$I_{ccreal} = I_{ccpu} \cdot I_{base} \quad (4.21)$$

4.2.4. Estimación de demanda eléctrica

Una vez conocida la carga conectada y dependiendo del tipo de carga se aplicaron distintos factores de demanda con el fin de realizar un diseño ajustado y evitar sobredimensionamientos. La demanda máxima (D_{max}) está dada en función a la carga conectada (CC) y al factor de demanda de dicha carga (fd)

$$D_{max} = CC \times fd \quad (4.22)$$

Los factores de demanda considerados son los siguientes:

- El sistema de iluminación contará con un factor de demanda del 100% de acuerdo a lo estipulado en el CEN en la tabla 220.10.
- El sistema de tomacorrientes estará regido bajo los factores de demanda de la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Factores de demanda para tomacorrientes. [7]

Factores de Demanda Aplicados a Parte de la Carga de Tomacorrientes (en VA)	Factor de demanda %
Primeros 10kVA o menos	100
Resto sobre 10kVA	50

- El sistema de fuerza comprendido por todos los equipos de procesamiento de trigo y pasta tendrán un factor de demanda del 100%.

4.2.5. Sistema de protección

Una vez calculada la corriente nominal del circuito y la corriente del conductor, se procede a determinar la corriente de protección. Para circuitos de alumbrado y tomacorrientes de uso general la corriente de protección está dada por el promedio de ambas corrientes calculadas (Ver ecuación 4.23).

$$I_p \geq \frac{I_{nom} + I_{cond}}{2} \quad (4.23)$$

Para los alimentadores de motores de servicio no continuo el elemento de protección es contra cortocircuitos y fallas a tierra donde la corriente de protección gira en función a la cantidad de equipos conectado.

- 1 motor

$$I_p \leq 2,5 \times I_{PC} \quad (4.24)$$

- 2 o más motores

$$I_p = 2,5 \times I_{PCM} + \sum I_{PC} \quad (4.25)$$

Donde:

I_p : Corriente de protección.

I_{cond} : Corriente del conductor.

I_{PC} : Plena carga.

4.2.6. Tableros

Una correcta selección del tablero se basa en conocer las características eléctricas que debe poseer para brindar una correcta alimentación a todos los circuitos que a él llegan. Sin dejar de lado que deben tener un desbalance de carga entre barras menor al 10%, calculado mediante la ecuación 4.26.

$$\text{Desbalance \%} = \frac{\text{Carga}_{mayor} - \text{Carga}_{menor}}{\text{Carga}_{promedio}} \times 100 \quad (4.26)$$

4.2.7. Cajas de paso

El adecuado dimensionamiento de las cajas de paso permite realizar dobles al conductor sin que esté presente daño. Para el cálculo de las dimensiones se utilizarán las siguientes ecuaciones:

- Tramos rectos

$$A \geq 8 \Phi_{Max} \quad (4.27)$$

$$C \geq 2 \Phi_{Max} \quad (4.28)$$

$$B1, C1 \geq \sum \text{Diametros exteriores de las tuercas} + (0,5'' \times \text{numero de tubos}) \quad (4.29)$$

$$B2 \geq \frac{\Phi_{ExtT^*}}{2} + \frac{\Phi_{ExtT1}}{2} + \text{separación entre ejes de tubos} + \frac{\Phi_{ExtTn}}{2} + \frac{\Phi_{ExtT^{**}}}{2} \quad (4.30)$$

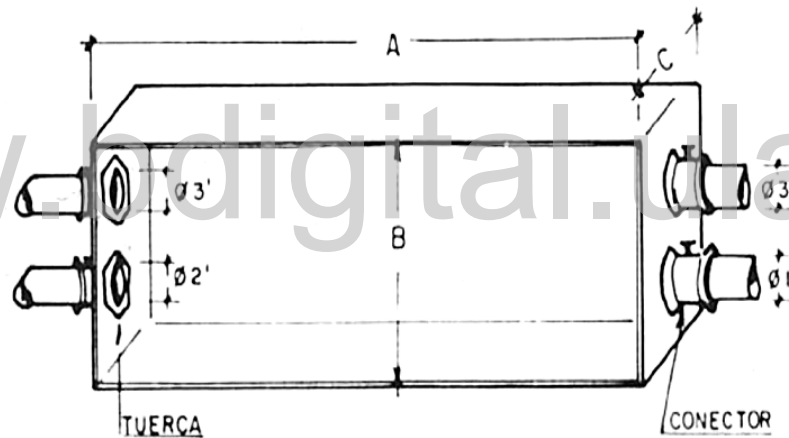


Figura 4.3. Caja en tramos rectos.

- Cruce en ángulos de 90°

$$A \geq 6 \Phi_{Max} + \sum \Phi_i \quad (4.31)$$

$$B1 \geq 6 \Phi_{Max} \sum \Phi_i \quad (4.32)$$

$$C1 \geq 2 \Phi_{Max} \quad (4.33)$$

$$D = 6. \text{ diámetro máximo} \quad (4.34)$$

$$X = \frac{D}{1,4142} \quad (4.35)$$

$$B2 \geq X + \sum \text{Diametros exteriores de las tuercas} + (0,5'' \times \text{numero de tubos}) \quad (4.36)$$

$$C2 \geq \sum \text{Diametros exteriores de las tuercas} + (0,5'' \times \text{numero de tubos}) \quad (4.37)$$

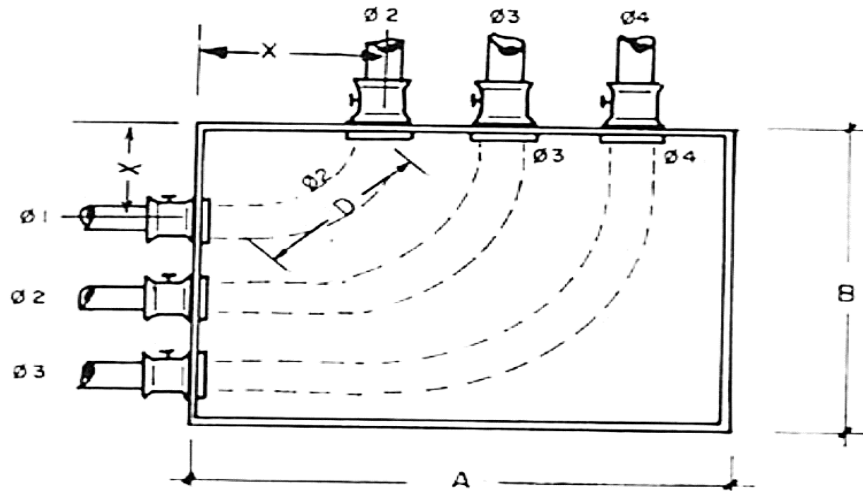


Figura 4.4. Caja en ángulo de 90°.

4.3. Resultados

Se expresan los resultados obtenidos mediante la aplicación de cada uno de los criterios y ecuaciones para el correcto dimensionamiento del sistema eléctrico de la planta.

4.3.1. Iluminación interior

Para el cálculo de la cantidad de luminarias que se instalara en cada espacio de la planta procesadora de harina de trigo y pasta se aplicó el método de cavidades zonales y fueron comprobados los resultados mediante el software Dialux evo expresados en la tabla 4.5., tabla 4.6., tabla 4.7. y tabla 4.8. Se implementó iluminación con tubos fluorescentes (TF) y bombillos compactos fluorescentes (CF) en toda la instalación interna cumpliendo con los niveles de iluminación mínimos establecido como base para el diseño presentes en la tabla 3.3 y tabla 3.4.

En la tabla 4.4 se ejemplifica el procedimiento de cálculo para determinar la cantidad de luminarias y en la figura 4.5 y 4.6 se ejemplifica los niveles de iluminación de una oficina obtenidos mediante el software Dialux.

Tabla 4.4. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio de la oficina 3

Cálculo	Resultado
Índice de la cavidad del local aplicando la ecuación 4.2.	4,931
Índice de la cavidad del piso aplicando la ecuación 4.2.	2,149
Reflectancia efectiva del local determinada por la tabla en el anexo 1	0,800
Reflectancia efectiva del piso determinada por la tabla el anexo 2	0,250
Coefficiente de utilización del local determinada por la tabla en el anexo 3	0,31
Luminarias totales aplicando ecuación 4.1.	3,0
Luminarias totales simuladas en Dialux Evo	2,0
Nivel de iluminación promedio obtenido en Dialux Evo	530 lux

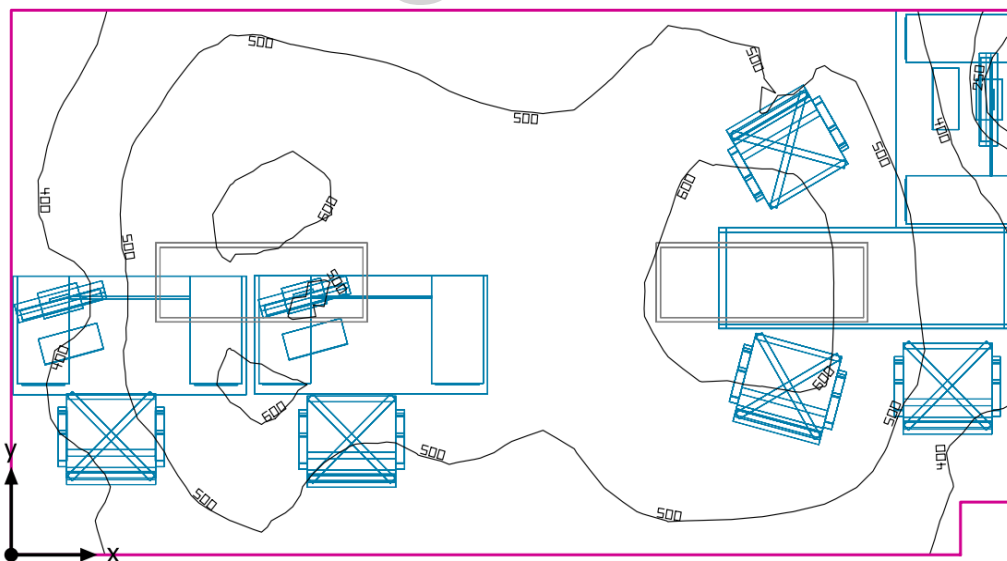


Figura 4.5. Disposición de luminarias y niveles de iluminación en plano de trabajo de oficina 3.

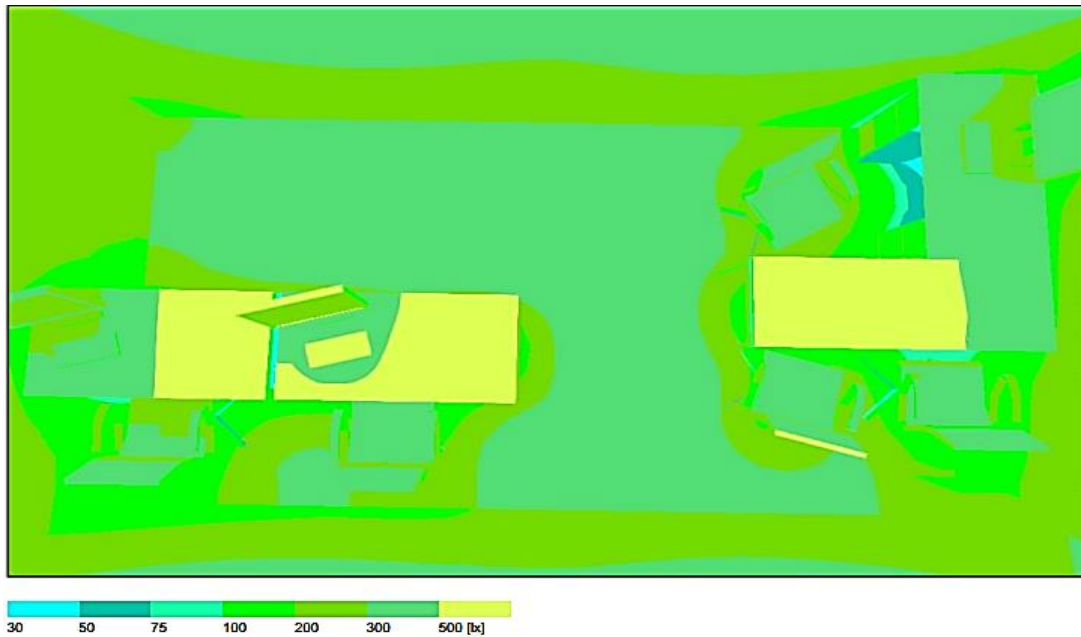


Figura 4.6. Niveles de iluminación a través de curvas de colores en oficina 3

Tabla 4.5. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo administrativo (planta baja).

Área	Tipo de Luminaria	Numero de Luminarias Calculadas	Numero de Luminarias Reales	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Oficina 1	TF 4x36 W	1,9	1	519
Oficina 2	TF 3x36 W	1,9	1	541
Oficina 3	TF 3x36 W	3,0	2	530
Oficina 4	TF 3x36 W	3,4	2	532
Oficina 5	TF 4x36 W	1,8	1	543
Oficina 6	TF 4x36W	1,8	1	500
Sala reuniones	TF 3x36 W	2,6	2	567
Recepción	TF 2x36 W	4,6	4	263
Enfermería	TF 3x36 W	2,3	2	453
Cuarto basura	CF 26 W	2,3	2	133
Pasillos	TF 2x36 W	13,3	11	199
Baños individuales	CF 26 W	3	2	190
Baño	TF 2x36 W	3,2	4	385

Tabla 4.6. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo administrativo (planta alta).

Área	Tipo de Luminaria	Numero de Luminarias Calculadas	Numero de Luminarias Reales	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Sala descanso	TF 2x36 W	7,3	6	381
Archivos	TF 3x36 W	1,2	1	276
Vigilancia	TF 2x36 W	3,2	2	315
Baños individuales	CF 26 W	3	2	190
Baño	TF 2x36 W	3,2	4	381
Cocina	TF 3x36 W	5,3	4	573
Lavado	TF 2x36 W	2,8	2	373
Escaleras	TF 2x36 W	2,6	2	205
Pasillos	TF 2x36 W	3,9	4	226
Comedor	TF 2x36 W	11,5	12	287

Tabla 4.7. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo de procesamiento de trigo.

Área	Tipo de Luminaria	Numero de Luminarias Calculadas	Numero de Luminarias Reales	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Laboratorio	TF 3x36 W	4,4	4	543
Recepción	TF 4x36 W	1,1	1	378
Desembarque	TF 2x54 W	11	10	238
Maquinaria	TF 2x54 W	35	30	362

Tabla 4.8. Resultados de cálculo de luminarias fluorescentes y niveles de iluminación promedio del módulo de procesamiento de pasta.

Área	Tipo de Luminaria	Número de Luminarias Calculadas	Número de Luminarias Reales	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Laboratorio	TF 3x36 W	3,8	4	586
Deposito	TF 2x54 W	4,7	5	200
Cuarto electricidad	TF 2x54 W	2,3	2	203
Mantenimiento	TF 2x54 W	2,5	2	195
Maquinaria	TF 2x54 W	37,1	34	350
Almacén	TF 2x54 W	19,3	15	245

Área	Tipo de Luminaria	Número de Luminarias Calculadas	Número de Luminarias Reales	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Despacho	TF 2x54 W	7,3	6	198

4.3.2. Iluminación exterior

La iluminación promedio en el área de estacionamiento, accesos peatonales y vehiculares como resultado la aplicación del software Dialux es de 17.8 lx (ver tabla 4,9), para el cálculo también se tomaron en cuenta las luminarias en parad de la fachada del modulo administrativo. En la figura 4.7 se expresa la disposicion de cada una de las luminarias y en la figura 4.8 los niveles de iluminacion mediante las curvas de colores.

Tabla 4.9. Resultados de número luminarias y niveles de iluminación del estacionamiento.

Área	Tipo de Luminaria	Numero de Luminarias	Niveles de Iluminación Promedio (lx)
Estacionamiento	LED 100W	10	17,8
	LED 28W	9	

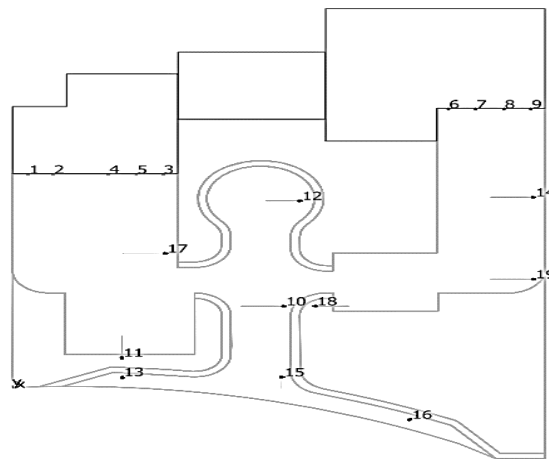


Figura 4.7. Disposición de luminarias en estacionamiento.

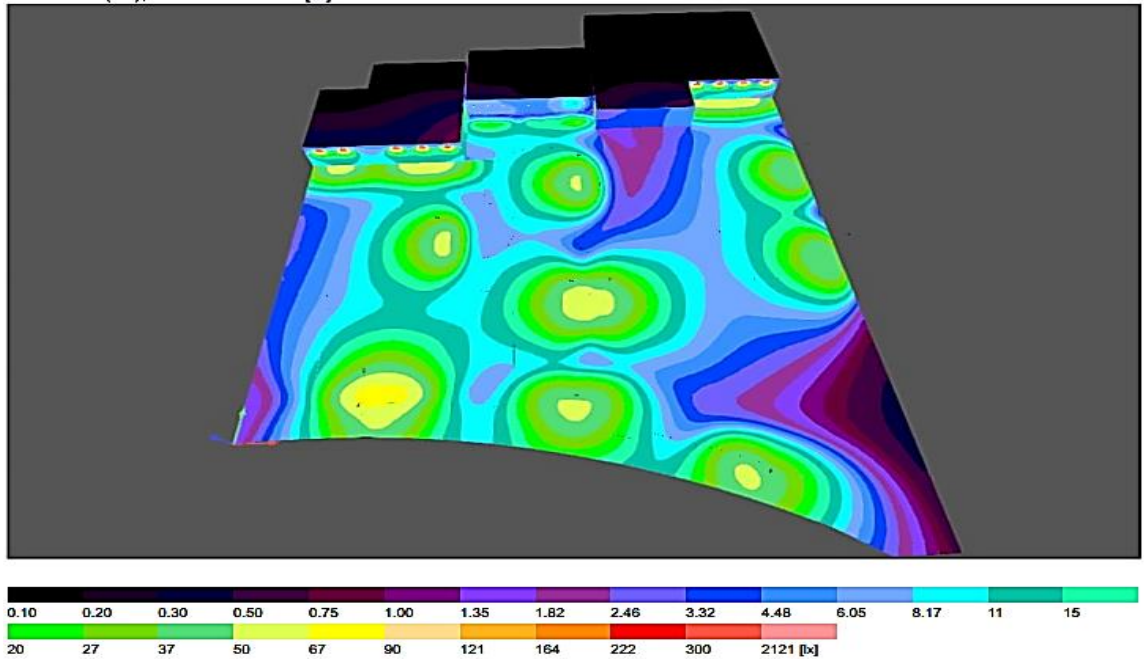


Figura 4.8. Niveles de iluminación a través de las curvas de colores en estacionamiento.

4.3.3. Comparativa entre el uso de luminarias fluorescentes y luminarias LED para la iluminación interior

Tanto para el mantenimiento, los cambios, las mejoras o las expansiones al sistema de alumbrado, un buen análisis técnico- económico ayuda a invertir en infraestructura analizando el impacto de cambios, costos y ganancias que se dan con los años. En el apéndice A se expresan el costo total detallado de los elementos que conforman cada tipo de lámpara, así como los cambios que deben realizarse en el sistema de alimentación para poder implementarlas. El costo inicial para el uso de luminarias LED es 178,7% mayor que las fluorescente, mientras que la potencia total de las LED es 229,5% menor que al implementar las luminarias fluorescentes, tal y como se logra apreciar en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Resultados de costo total y consumo total para luminarias fluorescentes y LED.

Tipo de luminaria	Costo Total (\$)	Potencia Total (W)
Fluorescentes	47.141,7	19.104
LED	84.228,7	8.324

4.3.4. Circuitos ramales

El cálculo de la carga total conectada a cada circuito ramal de alumbrado está dado en función a número de luminarias conectadas y la potencia de cada una de ellas, mientras que para los circuitos de tomacorriente se consideró una carga de 180 VA por cada punto, excepcionando el área de la cocina y laboratorio donde se consideró 250 VA por cada punto. Para los circuitos de tomacorriente especial se tomó directamente la carga conecta del equipo.

Se realizó la determinación del conductor tanto por caída de tensión como por capacidad de corriente, seleccionando el mayor calibre. La tubería empleada para los circuitos son del tipo EMT, seleccionada en función al diámetro de los conductores sin sobrepasar un área de ocupación del 40%. Las protecciones son del tipo termomagnéticas seleccionadas en función al amperaje del conductor a proteger. Los circuitos de alumbrado son identificados con terminaciones en A, los de tomacorrientes en T y los de tomacorriente especial en TE. La fase, el neutro, la tierra y polos del dispositivo de protección están denotados con las letras F, N, T y P respectivamente.

En la tabla 4.11. se ejemplifica los cálculos realizados a un circuito ramal, mientras que en la tabla 4.12., tabla 4.13., tabla 4.14. y tabla 4.15. se muestran las características eléctricas de los circuitos ramales de alumbrado, tomacorrientes des uso general y tomacorrientes especiales de los módulos que componen la planta procesadora de harina de trigo y pasta. En la tabla 4.16. se expresan las características eléctricas del circuito de alumbrado público.

En el apéndice B se aprecia el recorrido y agrupación de cada uno de los circuitos ramales que conforman la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

Tabla 4.11. Resultados de cálculo realizado a circuito ramal de tomacorriente C4T de módulo administrativo (planta baja).

Calculo	Resultado
Carga conectada al circuito de tomacorrientes de uso general C4T	1.440 VA
Corriente nominal aplicando la ecuación 4.5	12,0 A
Corriente del conductor aplicando la ecuación 4.8	15,0 A
Momento eléctrico corregido aplicando la ecuación 4.13	339 A-m
Características eléctricas del conductor	
Calibre del conductor	12 TW-AWG
Corriente	20 A
Momento eléctrico corregido al 2%	462 A-m
Caída de tensión	1,47%
Dispositivo de protección aplicando ecuación 4.13	20 A

Tabla 4.12. Características eléctricas de circuitos ramales de módulo administrativo (planta baja).

Circuito	VA	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
C1A	2.250	23,44	573,00	1,57	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C2T	1.260	13,13	436,50	1,89	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C3A	1.845	19,22	646,88	1,78	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C4T	1.440	15,00	339,00	1,47	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C5A	2.160	22,50	571,50	1,57	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C6T	1.620	16,88	439,50	1,90	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C7A	1.690	17,60	349,02	1,51	2#12(F+N)	1/2	1P-20A
C8T	1.080	11,25	351,00	1,52	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C10 T	1.800	18,75	241,50	1,65	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C9-C11 TPA	14.045	73,15	810,91	0,41	3#2(2F+N) +1#8(T)	1 1/2	2P-90A
C12A	800	8,33	312,50	1,35	2#12(F+N)	1/2	1P-20A
C13T	1.080	11,25	453,00	1,96	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A

Tabla 4.13. Características eléctricas de circuitos ramales de módulo administrativo (planta alta).

Circuito	VA	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
C1A	2.655	27,66	699,68	1,92	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C2T	1.260	13,13	295,50	1,28	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C3A	1.640	17,08	333,81	1,45	2#12(F+N)	1/2	1P-20A
C4T	1.440	15,00	460,50	1,99	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C5T	1.610	16,77	328,33	1,42	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C7T	1.440	15,00	399,00	1,73	3#12(F+N+T)	1/2	1P-20A
C6-C8TE	4.000	20,83	200,00	0,55	4#10(2F+N+T)	3/4	2P-30A

Tabla 4.14. Características eléctricas de circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes de módulo de procesamiento de pasta.

Circuito	VA	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
C1A	1.195	12,45	706,38	1,94	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C3A	1.015	10,57	575,17	1,58	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C5A	1.305	13,59	710,50	1,95	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C7A	1.745	18,18	441,94	1,91	2#12(F+N)	1/2	1P-20A
C2A	1.485	15,47	623,13	1,71	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C4A	1.955	20,36	546,38	1,50	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C6A-T	2.580	26,88	645,00	1,77	3#10(F+N+T)	3/4	1P-30A

Tabla 4.15. Características eléctricas de circuitos ramales de alumbrado y tomacorrientes de módulo de procesamiento de trigo.

Circuito	VA	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
C1A	2.100	21,88	354,38	0,97	2#10(F+N)	1/2	1P-30A
C3A	1.485	15,47	599,13	1,65	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C5A	1.665	17,34	729,88	2,01	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C2A	1.810	18,85	740,16	2,03	2#10(F+N)	3/4	1P-30A
C4A	1.580	16,46	1.117,92	1,96	2#8(F+N)	3/4	1P-40A
C6T	1.790	18,65	1.092,17	1,92	3#8(F+N+T)	3/4	1P-40A

Tabla 4.16. Características eléctricas del circuito ramal de alumbrado público del estacionamiento.

Circuito	VA	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
AP	1.160	12,08	1.104,97	1,94	2#8(F+N)	3/4	1P-40A

4.3.5. Circuitos de fuerza

Los equipos destinados al procesamiento de trigo y pasta se asumieron con un servicio de trabajo no continuo, realizándose la verificación del calibre del conductor tanto por caída de tensión como por capacidad de corriente, seleccionando el de mayor calibre. En la tabla 4.11. se ejemplifica los cálculos realizados para determinar el alimentador del molino1 de trigo, mientras que en la tabla 4.18. y tabla 4.19. se muestran las características eléctricas de los circuitos de todos los equipos. En el Apéndice B se aprecia el recorrido y agrupación de cada uno de ellos.

Tabla 4.17. Resultado de cálculo de circuito alimentador de molino de trigo (Molino1).

Calculo	Resultado
Carga conectada de Molino 1	7.800 W
Carga conectada de Molino aplicando un factor de potencia de 0,8	9.375 VA
Corriente nominal aplicando la ecuación 4.7	22,55 A
Corriente de régimen aplicando ecuación 4.9	31,57 A
Corriente de conductor aplicando ecuación 4.10	39,46A
Momento eléctrico corregido aplicando la ecuación 4.15	293,19 A-m
Características eléctricas del conductor	
Calibre del conductor	6 TW-AWG
Corriente	55 A
Momento eléctrico corregido al 1%	849 A-m
Caída de tensión	0,35%
Dispositivo de protección aplicando ecuación 4.14	60 A

Tabla 4.18. Características eléctricas de circuitos ramales de máquinas del módulo de procesamiento de pasta.

Circuito	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
Mezcladoras	18,19	185,24	0,80	5#10(3F+N+T)	1	3P-30A
Laminadoras	18,19	132,31	0,57	5#10(3F+N+T)	1	3P-30A
Extrusoras	14,66	70,37	0,48	5#12(3F+N+T)	3/4	3P-20A
Secadora 1	26,31	112,77	0,77	3#10(3F)+1#10(T)	1	3P-30A
Secadora 2	26,31	180,43	0,78	3#10(3F)+1#10(T)	1	3P-30A
Secadora 3	26,31	240,57	0,66	3#10(3F)+1#10(T)	1	3P-30A
Empaquetadoras	9,76	152,58	0,66	5#12(3F+N+T)	3/4	3P-20A

Tabla 4.19. Características eléctricas de circuitos ramales de máquinas del módulo de procesamiento de trigo.

Circuito	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
Separadoras Cribas	12,63	313,22	0,86	4#10(3F+T)	1	3P-30A
Separadoras Asp.	12,40	234,56	0,64	4#10(3F+T)	1	3P-30A
Molino 1	39,47	293,19	0,81	3#6(3F) +1#10(T)	1 1/4	3P-60A
Molino 2	39,47	225,53	0,98	3#6(3F) +1#10(T)	1 1/4	3P-60A
Molino 3	39,47	202,98	0,88	3#6(3F) +1#10(T)	1 1/4	3P-60A
Molino 4	39,47	135,32	0,59	3#6(3F) +1#10(T)	1 1/4	3P-60A
Empaquetadoras	9,26	158,29	0,69	5#12(3F+N+T)	3/4	3P-20A

4.3.6. Subtableros

Luego de realizar el cálculo de carga de los circuitos ramales y de fuerza se realizó el desbalance de carga de cada uno de los subtableros que comprenden la instalación eléctrica el cual no debe superar el 10% entre fases. En la tabla 4.20. se ejemplifica el procedimiento para verificar el desbalance entre las fases aplicando la ecuación 4.26. En la tabla 4.21. se expresan los resultados del desbalance, dispositivo de protección principal, numero de polos y tipo de tablero.

Tabla 4.20. Carga conectada y desbalance del subtableros TPB.

Fase R		Fase S	
Circuito	Carga (VA)	Circuito	Carga (VA)
C1A	2.250	C3A	1.845
C2T	1.260	C6T	1.440
C8T	1.080	C7A	1.690
C4T	1.620	C5T	2.160
TPA	7.022,5	TPA	7.022,5
C12T	800	C10A	1.800
C13T	1.080	-	-
Carga Total R	15.112,5	Carga Total S	15.957,5
Desbalance= 2,71%			

Tabla 4.21. Resultados desbalance de los subtableros.

Tablero	Desbalance (%)
TPB	2,71
TPA	3,64
TPT	3,44
TPP	2,36
TMT	0
TMP	0

4.3.7. Alimentadores

El diseño de los alimentadores que entregan energía eléctrica a cada uno de los subtableros se calculó en base a la carga conectada y la aplicación de los factores de demanda, así mismo, se consideró una reserva del 15% de la demanda máxima calculada. El recorrido de los tubos que transportan los alimentadores se realizara de manera superficial con el fin de no debilitar la estructura. En la tabla 4.22 se muestra un ejemplo de cálculo del alimentador del subtablero TPB, y en la tabla 5.19. el resumen de resultados de todos los alimentadores de la planta procesadora de harina de trigo y pasta. En el apéndice C se aprecia el recorrido de cada uno de los alimentadores que conforman la planta procesadora de harina de trigo y pasta.

Tabla 4.22. Resultados de cálculo alimentador de subtablero TPB del módulo administrativo.

Calculo	Resultado
Carga conectada de alumbrado al subtablero (TPB)	8.720 VA
Carga conectada de tomacorrientes al subtablero (TPB)	22.350 VA
Demanda máxima aplicando la ecuación 4.11	24.895 VA
Potencia total considerando una reserva del 15%	28.629,25 VA
Corriente nominal aplicando la ecuación 4.2	119,28 A
Corriente del conductor aplicando la ecuación 4.4	149,11 A
Momento eléctrico corregido aplicando la ecuación 4.7	9.917,74 A-m
Características eléctricas del conductor	
Calibre del conductor	4/0 TW-AWG
Corriente	195 A
Momento eléctrico corregido al 2%	9.600 A-m
Caída de tensión	2,07%
Corriente de protección	200 A

Tabla 4.23. Características eléctricas de los alimentadores.

Alimentador	Demanda (VA)	Ic (A)	M.E (A-m)	%ΔV	Conductor TW-AWG	Tubería (in)	Protección
TPB	28.629,25	149,11	9.917,74	2,07	3#4/0(2F+N) +1#6(T)	2 1/2	2P-175A
TPT	11.994,5	62,47	6.925,22	2,04	3#2/0(2F+N) +1#6(T)	2	2P-125A
TPP	12.972	67,56	5.149,10	1,91	3#1/0(2F+N) +1#6(T)	2	2P-125A
TMT	55.487,5	174,10	11.649,02	1,63	8#2/0(3F+N) +1#6(T)	2#2	3P-250A
TMP	43.211,25	113,00	1.927,75	1,48	4#1/0(3F+N) +1#6(T)	2	3P-125A

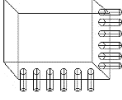
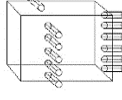
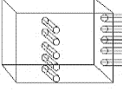
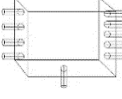
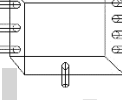
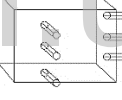
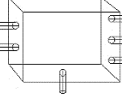
4.3.8. Cajas de paso

Las cajas de paso fueron distribuidas a lo largo de planta llevando los alimentadores hasta los desde el tablero general hasta cada uno de los subtableros. La caja de paso N1 ubicada sobre el tablero general (TG), N4, N5 y N7 son aquellas de deja los alimentadores de los subtableros y N2, N3 y N6 permite a los cables realizar cruces de 90° suaves con el fin de evitar daño en ellos. En la tabla 4.24. se ejemplifica el procedimiento para el cálculo de la caja de paso N1 y en la 4.25. se especifican las dimensiones en centímetros donde “A” corresponde al ancho, “B” a la altura y “C” a la profundidad de la caja.

Tabla 4.24. Resultado del cálculo de la caja de paso N1.

Calculo	Resultado
Diámetro máximo anexo	2"
Distancia entre punto de entrada y salida del tubo máximo anexo aplicando ecuación 5.24	22,86 cm
Distancia entre la punta de la caja al tubo máximo anexo aplicando ecuación 5.25	16,16 cm
Ancho de la caja aplicando la ecuación 5.21	70 cm
Altura de la caja aplicando ecuación 5.26	75 cm
Profundidad de la caja aplicando ecuación 5.23	15 cm

Tabla 4.25. Cajas de paso de alimentadores.

Caja de paso	A(cm)	B(cm)	C(cm)	Imagen
N1	70	75	15	
N2	40	60	40	
N3	40	50	40	
N4	60	65	15	
N5	60	60	15	
N6	40	30	40	
N7	50	55	15	

4.3.9. Tablero general

Se tomó la carga de cada uno de los subtableros que componen la planta procesadora de trigo y pasta, así como también de algunos circuitos de iluminación cercanos al tablero general, realizando la conexión de cada uno de ellos, calculando el desbalance existente entre cada una de sus fases. Debido a que la configuración del transformador es triángulo puesto a tierra en el lado de baja tensión, solo dos fases proporcionan tensión de monofásica a 120 voltios. En la tabla 4.26 se describen las cargas que componen al tablero general y en la tabla 4.27. se refleja el resultado del desbalance entre fases aplicando la ecuación 4.26.

Tabla 4.26. Cargas del tablero general.

Fase R		Fase S		Fase T	
Circuito	Carga (VA)	Circuito	Carga (VA)	Circuito	Carga (VA)
TMT	18.495,83	TMT	18.495,83	TMT	18.495,83
TMP	14.403,75	TMP	14.403,75	TMP	14.403,75
TPB	14.314,62	TPB	14.314,62	-	-
TPT	5.997,25	TPT	5.997,25	-	-
TPP	6.486	TPP	6.486	-	-
C13ATG	2.785	AP	1.160	-	-
Carga Total R	56.485,2	Carga Total S	54.860,2	Carga Total T	32.899,58

Tabla 4.27. Desbalance del tablero general.

Tablero	Desbalance R-S (%)	Desbalance S-T (%)	Desbalance T-R (%)
TG	1,46	25,02	26,38

4.3.10. Acometida de baja tensión

La acometida de baja tensión se determinó mediante la demanda total de la Planta Procesadora de Trigo y Pasta (Ver tabla 4.28), dejando una reserva del 15% al tablero general, generando las características eléctricas de la acometida en la cual se tomó 2 conductores por fase para satisfacer la corriente demanda y 3 tubos PVC de 4" para transportarlos (Ver tabla 4.29).

Tabla 4.28. Cálculo de demanda total de planta procesadora de harina de trigo y pasta.

Carga	Potencia Conectada (VA)	Factor de demanda	Demanda (VA)
Iluminación	25.065	100%	25.065
Tomacorrientes	26.500	Los primeros 10KVA al 100%	10.000
		a partir de 10KVA al 50%	8.250
Máquinas de procesamiento de pasta y trigo	85.825	100%	85.825
Alumbrado Publico	1.160,00	100%	1.160
Demanda Total (VA)			130300

Tabla 4.29. Características eléctricas de la acometida de baja tensión.

Acometida	Potencia (VA)	Ic (A)	ME (A-m)	%ΔV	Conductor TTU-KCMIL	Tubería (in)	Protección
TG	149.845	450,60	2.523,37	0,22	8#250(6F+2N)	3#4	3x500A

4.3.11. Capacidad de corto circuito de dispositivo de protección de la acometida de baja tensión

El dispositivo de protección termomagnético trifásico de 500 amperios actúa antes de que los conductores de la acometida se deterioren producto de la circulación de la corriente de falla. En la tabla 4.30 se expresan los resultados del cálculo de la corriente de corto circuito.

El tiempo térmico del conductor es de 100 ciclos utilizando la tabla especificada en el anexo 7, lo que equivale a 1,66 segundos, mientras que el tiempo de operación del interruptor es 0,02 segundos utilizando la tabla especificada en el anexo 8, con lo que se comprueba que el tiempo de operación es menor que el tiempo térmico.

Tabla 4.30. Cálculo de la corriente de corto circuito de la acometida de baja tensión.

Calculo	Resultado
Reactancia equivalente del transformador en por unidad aplicando ecuación 4.17	0,177
Reactancia equivalente del sistema en por unidad aplicando ecuación 4.18	0,00287
Corriente de corto circuito en por unidad aplicando ecuación 4.16	5,535
Corriente base aplicando ecuación 4.20	2.405,62
Corriente de corto circuito real aplicando ecuación 4,21	13,31KA

4.3.12. Coordinación de protecciones

Con el fin de verificar la selección de los dispositivos de protección calculados, se realizó la simulación mediante el software Ecodial 4.9 donde se estudia la selectividad de los dispositivos termomagnéticos para que un defecto, ocurrido en un punto cualquiera de la red, sea eliminado por el interruptor automático colocado aguas arriba del defecto. En el Apéndice D se muestran las curvas de los dispositivos de protección comenzando con el circuito ramal del secadora1 hasta llegar aguas arribas, al tablero general.

4.3.13. Transformador

El sistema de transformación contara con una bancada de 3 transformadores monofásicos de 75 kVA de configuración Y- Δ aterrado que suman 225KVA. Para el cálculo se tomó una reserva del 35% de la demanda total (Ver tabla 5.26).

Tabla 4.31. Cálculo de capacidad de transformador.

Calculo	Resultado
Demanda Total	130.300VA
Considerando una reserva del 35%	175.905 VA
Capacidad del transformador	225.000VA

4.3.14. Grupo electrógeno

El grupo electrógeno a utilizar presentara la misma capacidad que el banco de transformación de 225 kVA con el fin de suplir toda la carga cuando exista una falla en sistema y dejarle una holgura.

4.3.15. Acometida de alta tensión

La acometida de alta tensión (13.8kV) contara con conductores desnudos soportados sobre aislantes en postes, para su selección se tomó el calibre mínimo comercial producido en Venezuela y tomando directamente la capacidad máxima de banco de transformación.

Tabla 4.32. Cálculo de acometida de alta tensión aérea.

Cálculo	Resultado
Capacidad del banco de transformadores	225.000 VA
Corriente nominal aplicando la ecuación 4.3	9,41 A
Corriente del conductor aplicando la ecuación 4.4	11,76 A
Momento eléctrico corregido aplicando la ecuación 4.8	18 kVA-km
Características eléctricas del conductor	
Calibre del conductor	2 ARVIDAL-AWG
Corriente	180 A
Constante de distribución	0,5566x10e-3
Caída de tensión	0,01%
Fusible tipo K	16 A

4.3.16. Circuitos del sistema contra incendio

Para los dispositivos de entrada como estaciones de jalón y detectores de humo se cableó con un tipo de circuito de señalización de línea (SLC) de clase "B" de estilo 4 sin resistencia de final de línea, donde cada dispositivo tiene una dirección que los identifica dentro del sistema, mediante un sistema analógico direccionable que presenta protocolo de comunicación digital. Está compuesto por un solo circuito con tres ramificaciones, donde cada una de las ramificaciones contará con un módulo aislador.

En el circuito de aparatos de salidas como estrobos se utilizó el tipo de circuito de aparato de notificación (NAC) de clase "B" con resistencia de final de línea cuyo valor debe ser mayor a $3k\Omega$ tal como se indica en los planos de sistema contra incendio. Todo el cableado utilizara tubería EMT 1/2" para su transporte.

4.3.17. Red estructurada de datos

La topología que se utilizo es tipo estrella y los dispositivos se conectaran a los *switch* capa 3 ubicado en el *data center* que se encargara de dirigir el paquete hacia su destino por medio de un cable UTP -6 *patch cord* 10/100/1000, utilizando direccionamiento IPv4 y protocolo de enrutamiento OSPF los cuales son compatibles entre sí para establecer comunicaciones entre subredes.

En el plano se describe la ubicación de cada punto de acceso a la red y la agrupación de cada uno de ellos la cual los cuales utilizaran canalización EMT de 3/4" para su transporte respetando lo especificado en el anexo 10.

4.3.18. Especificaciones de materiales y cómputos métricos

Se realizó la presentación de las especificaciones y características de los materiales y equipos que serán utilizados en la planta en el apéndice E, seguidamente en el apéndice F, se describen las partidas necesarias para la ejecución de la obra eléctrica, así como también un resumen de los cómputos métricos donde se indica la unidad de medida y cantidad de cada partida especificadas en el apéndice G. Finalmente, se realizó un presupuesto de los equipos y materiales requeridos mostrados en el apéndice H.

www.bdigital.ula.ve

CONCLUSIONES

Debido al importante papel que juega el suministro eléctrico para el desarrollo de la mayoría de las actividades en los recintos industriales, se debe realizar un correcto dimensionamiento de la infraestructura eléctrica para el adecuado funcionamiento de todos los equipos que se conecten. En este sentido, queda demostrado con cálculos que los elementos eléctricos designados en el presente trabajo de grado para la construcción del sistema eléctrico de la planta procesadora de harina de trigo y pasta, cumplen con los requisitos establecidos en el actual Código Eléctrico Nacional, en el cual se observa falta de actualizaciones con los materiales utilizados en el mercado.

Tanto la propuesta de iluminación con luces fluorescentes como las LED, cumplen con los requerimientos de iluminación promedio en cada uno de los espacios de la planta, garantizando las óptimas condiciones para las tareas administrativas y de procesamiento de la harina de trigo y pasta.

Por causa de la volatilidad inflamable del trigo se presentó un sistema de detección y alamar contra incendios que cumple con las condiciones dadas en el Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalizaciones (NFPA 72).

Por otra parte, se planteó una red totalmente cableada para los servidores, estaciones de trabajo, telefonía, equipos, entre otros, que permitiendo una comunicación estable y segura que cumple con los requisitos impuestos por la norma ANSI/TIA/EIA 569.

En concreto, el resultado del presente estudio arroja todas las especificaciones, detalles, presupuesto y criterios técnicos para la ejecución y construcción del alimentador primario e instalaciones eléctricas de la Planta Procesadora de Harina de Trigo por parte del Instituto de Proyectos especiales del Estado Mérida.

RECOMENDACIONES

Las especificaciones de las máquinas que procesan la harina de trigo y pasta, se limitaran en función del diseño del ingeniero mecánico encargado del proyecto, en caso de superar la carga estima para el área de máquinas se deberá recalcular la capacidad del transformador.

Utilizar fuentes de alimentación ininterrumpidas (UPS) para las computadoras de toda la planta, con el fin de garantizar un funcionamiento continuo mientras se espera los 5 segundos para que se encienda la planta eléctrica.

Los equipos y materiales especificados en los cómputos métricos deberán cumplir con los más altos estándares de calidad.

Es importante destacar para la selección de las luminarias, el potente auge que presenta la iluminación LED frente a la iluminación fluorescente, desplazándola tanto en el mercado mundial como en el software de simulación DiaLux Evo.

Las instalaciones de la planta deberán contar con un sistema de abastecimiento de agua contra incendios debido a la volatilidad del trigo, la cual deberá estar conectada al panel central contra incendio para su puesta en marcha de manera automática. El encargado de este diseño corresponde al Ingeniero Mecánico. La capacidad del transformador deberá ser recalculada al agregar los equipos necesarios para su funcionamiento.

REFERENCIAS

- [1] R. Espinosa y Lara, *Sistema de Distribucion*, España: Noriega Limusa, 1990.
- [2] UNIFED, Normas y especificaciones para estudios, proyectos, construccion e instalaciones, 2014. [En línea]. Available: http://www.inifed.gob.mx/doc/normateca/tec/2015/Vol3/Tomo1_Dise%C3%B1o%20arquitect%C3%B3nico.pdf. Ultimo acceso el 12 de diciembre del 2020.
- [3] E. Harper, *Guia para el Calculo de Instalaciones Electricas*, Mexico: Limusa S.A, 2004.
- [4] OBRALUX, Catalogo profesional de lamparas, luminarias y postes, 2019. [En línea]. Available: <http://www.obralux.com/>. Ultimo acceso el 15 de octubre del 2020.
- [5] PHILIPS, Catalogo de iluminacion profesional, 2020. [En línea]. Available: <https://www.lighting.philips.es/soporte/catalogo-iluminacion-profesional-philips>. Ultimo acceso el 02 de febrero del 2021.
- [6] M. Ereu, *Alumbrado Publico: Criterios, Diseño y Recomendaciones*, Caracas, Venezuela, 2004.
- [7] Comision Venezolana de Normas Industriales (COVENNIN), *Codigo Electrico Nacional*, Caracas: FONDONORMA, 2004.
- [8] M. Morales, *Sistema de Puesta a Tierra*, Santiago de Chile, Chile: Procobre, 1999.
- [9] J. Serrato, Sistema de Proteccion Contra Incendios, [En línea]. Available: <http://anraci.org/wp-content/uploads/2019/11/Sistema-de-Detección-y.Alarma-Contra-Incendios.pdf>. Ultimo acceso el 18 de diciembre del 2020.

- [10] D. Pinilla, *"Diseño y Propuesta de Implementación de Cableado Estructurado para DIESELECTRO LTDA"*. Trabajo de grado no publicado, Universidad Libre, Bogotá, Colombia, 2013.
- [11] M. Roman, *Tecnología de Cereales*, España.
- [12] K. Acosta, *"Elaboración de una pasta alimentaria a partir de sémolas de diferentes variedades de cebada"*, Trabajo de grado no publicado, Universidad Autónoma del Estado Hidalgo, México, 2007.
- [13] PRILLWITZ, *Equipamiento para Panificadoras y Fabricas de Pasta*, [En línea]. Available: <http://www.prillwitz.com.ar/equipamiento-para-panificadoras-y-fabricas-de-pastas/>. Último acceso el 23 de enero del 2021.
- [14] K. Engineering, «Pretratamiento de semillas oleaginosas,» [En línea]. Available: <http://www.kmecomp.com/oil-mill-plant/oilseed-pretreatment/>. Último acceso el 14 de diciembre del 2020.
- [15] C. grain, Chinatown Grain Machinery, [En línea]. Available: <http://es.ctgrain.com/>. Último acceso el 08 de enero del 2021.
- [16] PARMAROMA, Parma Parsi Macchine SRL, [En línea]. Available: <http://www.parmaroma.it>. Último acceso el 18 de febrero del 2021.
- [17] RETILAP, *Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público*, 2010. [En línea]. Available: <http://ilupublica.com/retilap-2020-pdf-reglamento-tecnico-de-iluminacion-y-alumbrado-publico/>. Último acceso el 03 de diciembre del 2020.

Apéndice A

Tabla A.1. Resultados de presupuesto de implementar luminarias fluorescentes

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo \$
Luminaria 2x36W	Unid.	51	2.805
Luminaria 3x36W	Unid.	22	1.540
Luminaria 4x36W	Unid.	4	400
Luminaria 2x58W	Unid.	104	13.000
Luminaria 26W	Unid.	16	320
Lámpara de 36W	Unid.	184	644
Lámpara de 58W	Unid.	208	3.536
Conductor #12 AWG_TW	ml	600	300
Conductor #10 AWG-TW	ml	2.000	1.600
Conductor #8 AWG-TW	ml	300	360
Conductor #1/0 AWG-TW	ml	200	1.600
Conductor #2/0 AWG-TW	ml	300	2.550
Conductor #4/0 AWG-TW	ml	200	3.000
Conductor #250 Kcmil-TTU	ml	100	2.245
Termomagnético unipolar 20A	Unid.	4	36
Termomagnético unipolar 30A	Unid.	14	126
Termomagnético unipolar 40A	Unid.	1	13
Termomagnético bipolar 125A	Unid.	2	140
Termomagnético bipolar 200A	Unid.	1	90
Tubería EMT Φ 1/2''.	ml	300	600,00
Tubería EMT Φ 3/4''.	ml	1.000	2.666,67
Tubería EMT Φ 2''.	ml	150	1.100,00
Tubería EMT Φ 2 1/2''.	ml	70	770,00
Transformador monofásico 75kVA	Unid.	3	7700
Total \$=			47.141,66

Tabla A.2. Resultados de presupuesto de implementar luminarias LED

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo \$
Luminaria 28W	Unid.	93	24.180
Luminaria 53W	Unid.	104	39.936
Luminaria 13W	Unid.	16	1.472
Conductor #12 AWG-TW	ml	2.542	1.271
Conductor #4 AWG-TW	ml	200	520
Conductor #2 AWG-TW	ml	300	1.500
Conductor #3/0 AWG-TW	ml	200	2.400
Conductor #4/0 AWG-TTU	ml	100	1.943
Termomagnético unipolar 20A	Unid.	10	90
Termomagnético bipolar 80A	Unid.	11	330
Termomagnético bipolar 100A	Unid.	12	720
Termomagnético bipolar 200A	Unid.	13	1.170
Tubería EMT Φ 1/2''.	ml	1.200	2.400,00
Tubería EMT Φ 1 1/2''.	ml	70	466,67
Tubería EMT Φ 2''.	ml	90	660,00
Tubería EMT Φ 2 1/2''.	ml	70	770,00
Transformador monofásico 50kVA	Unid.	3	4.400
Total \$=			84.228,66

Apéndice B

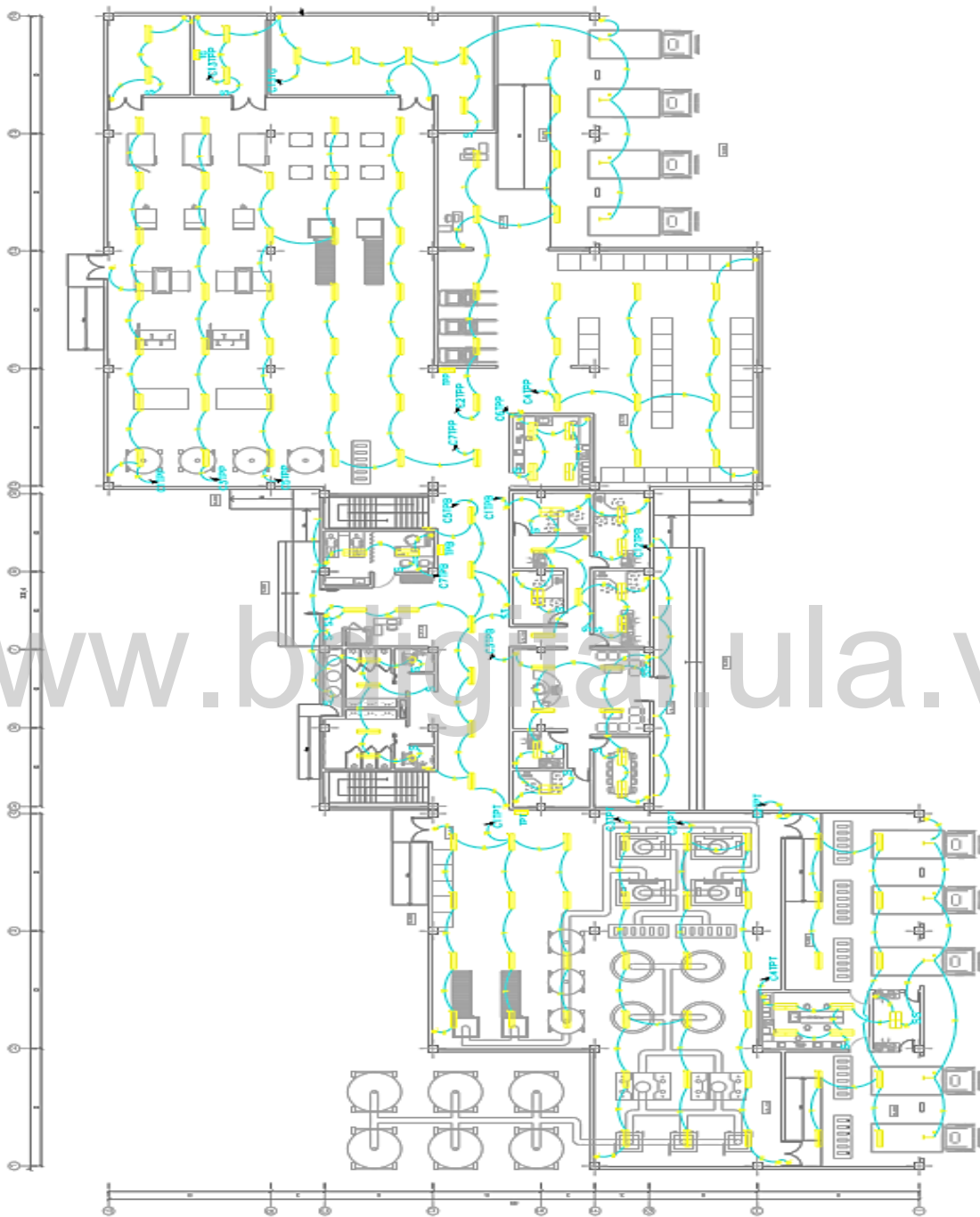


Figura B.1. Circuitos ramales de alumbrado con luminarias fluorescentes de planta baja del módulo administrativo y galpones de procesamiento de harina de trigo y pasta.

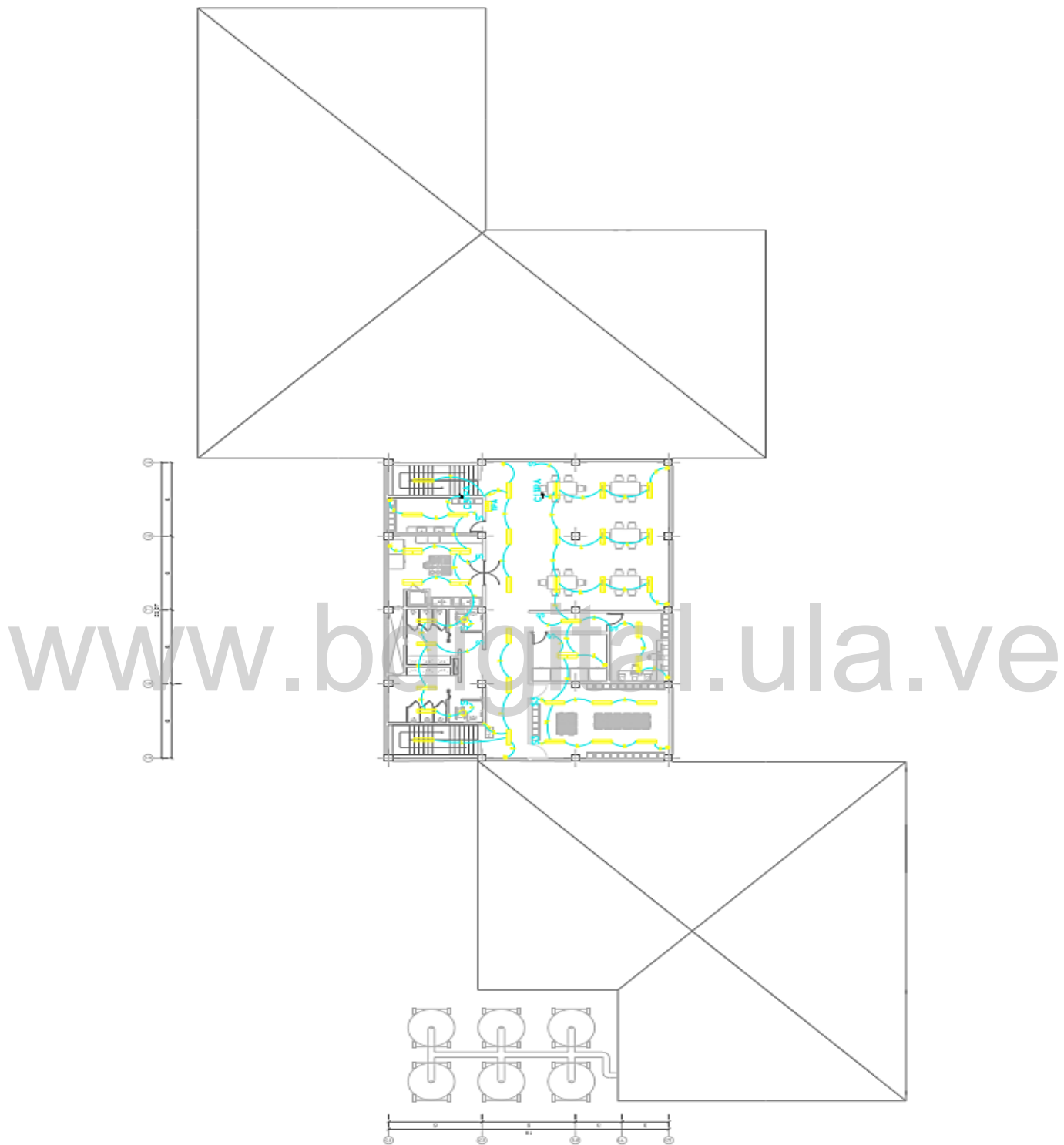


Figura B.2. Circuitos ramales de alumbrado con luminarias fluorescentes de planta alta del módulo administrativo.

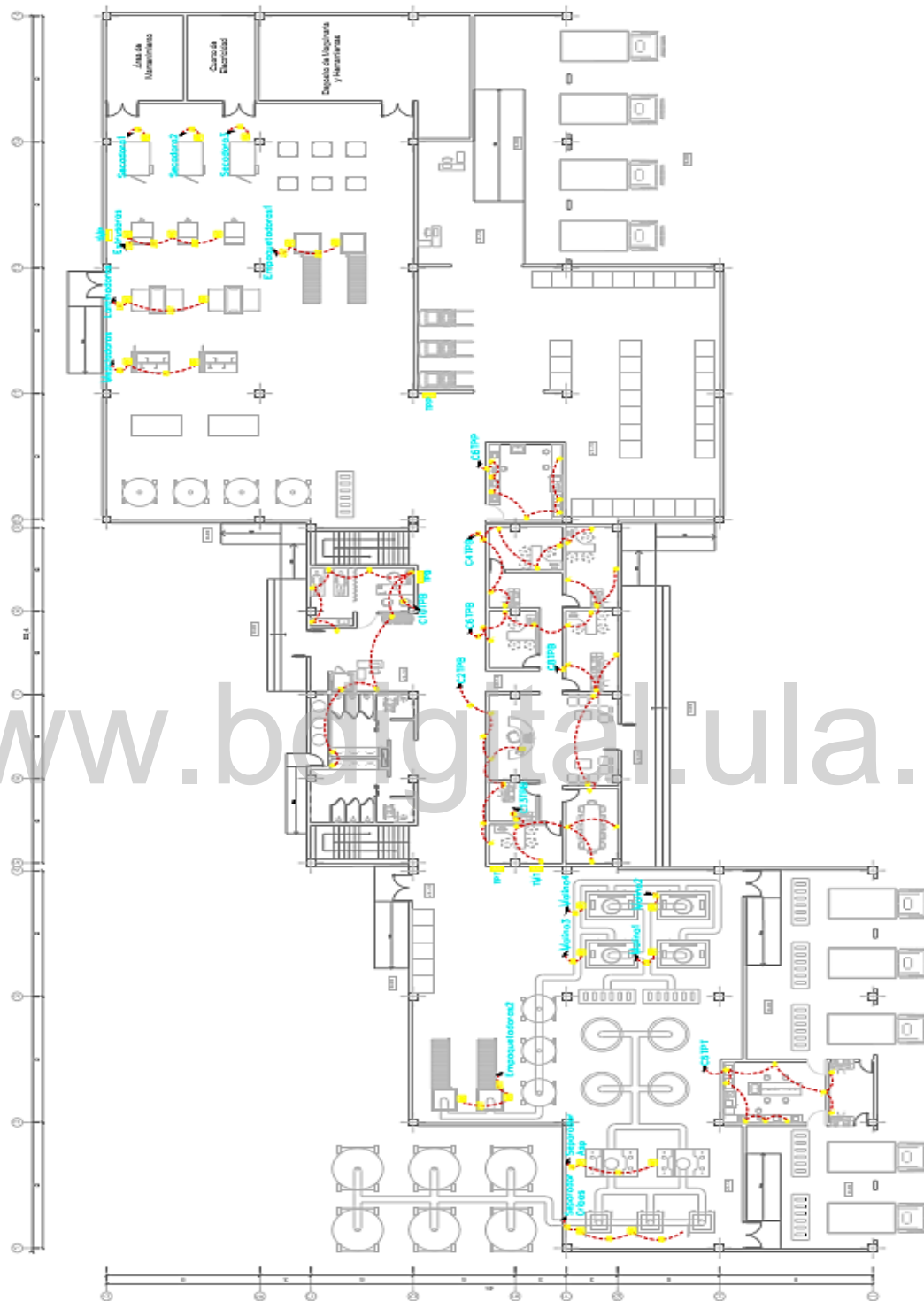


Figura B.3. Circuitos ramales de tomacorrientes de planta baja del módulo administrativo y galpones de procesamiento de harina de trigo y pasta.

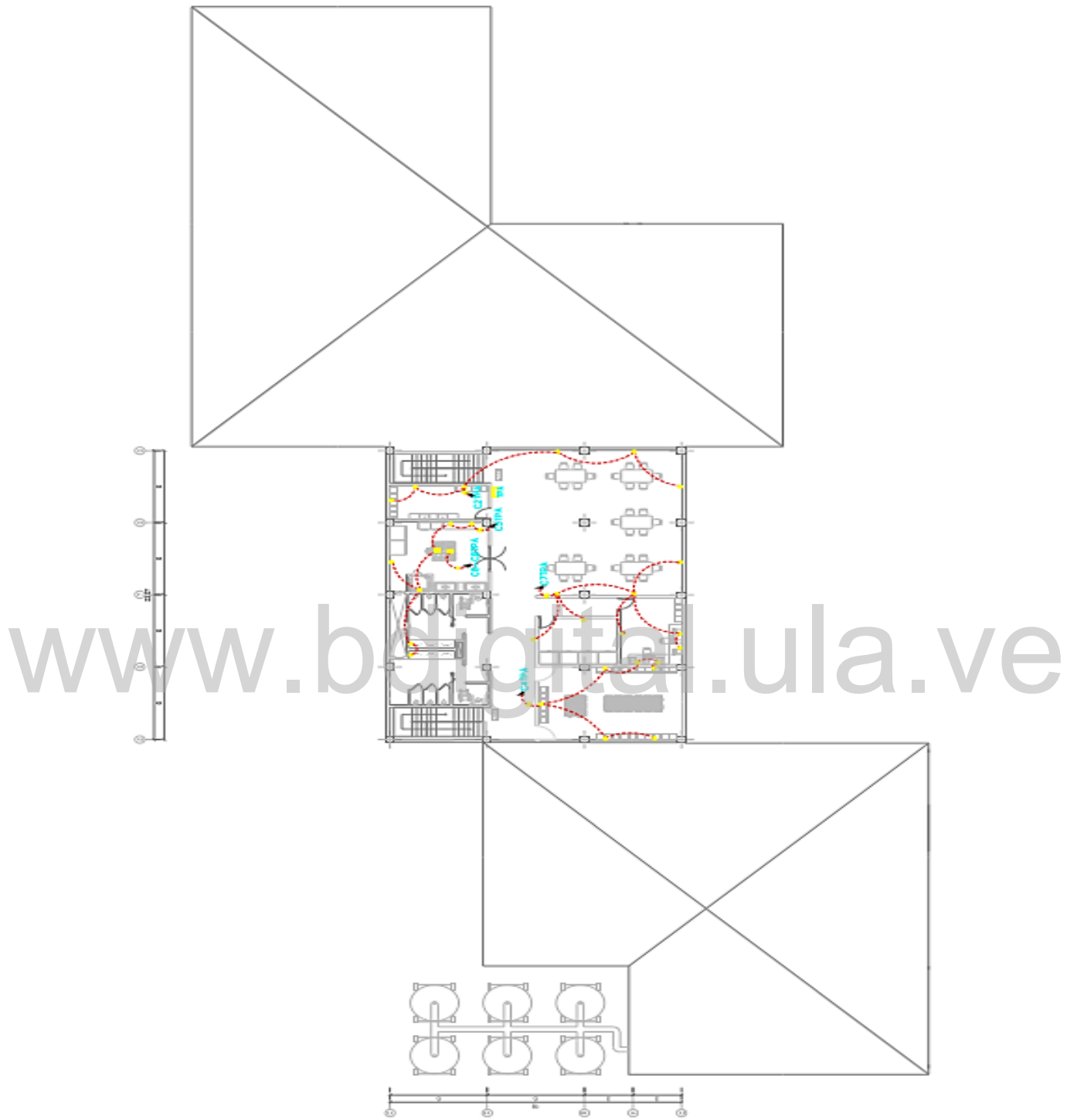


Figura B.4. Circuitos ramales de tomacorrientes de planta alta de modulo administrativo.

Apéndice C

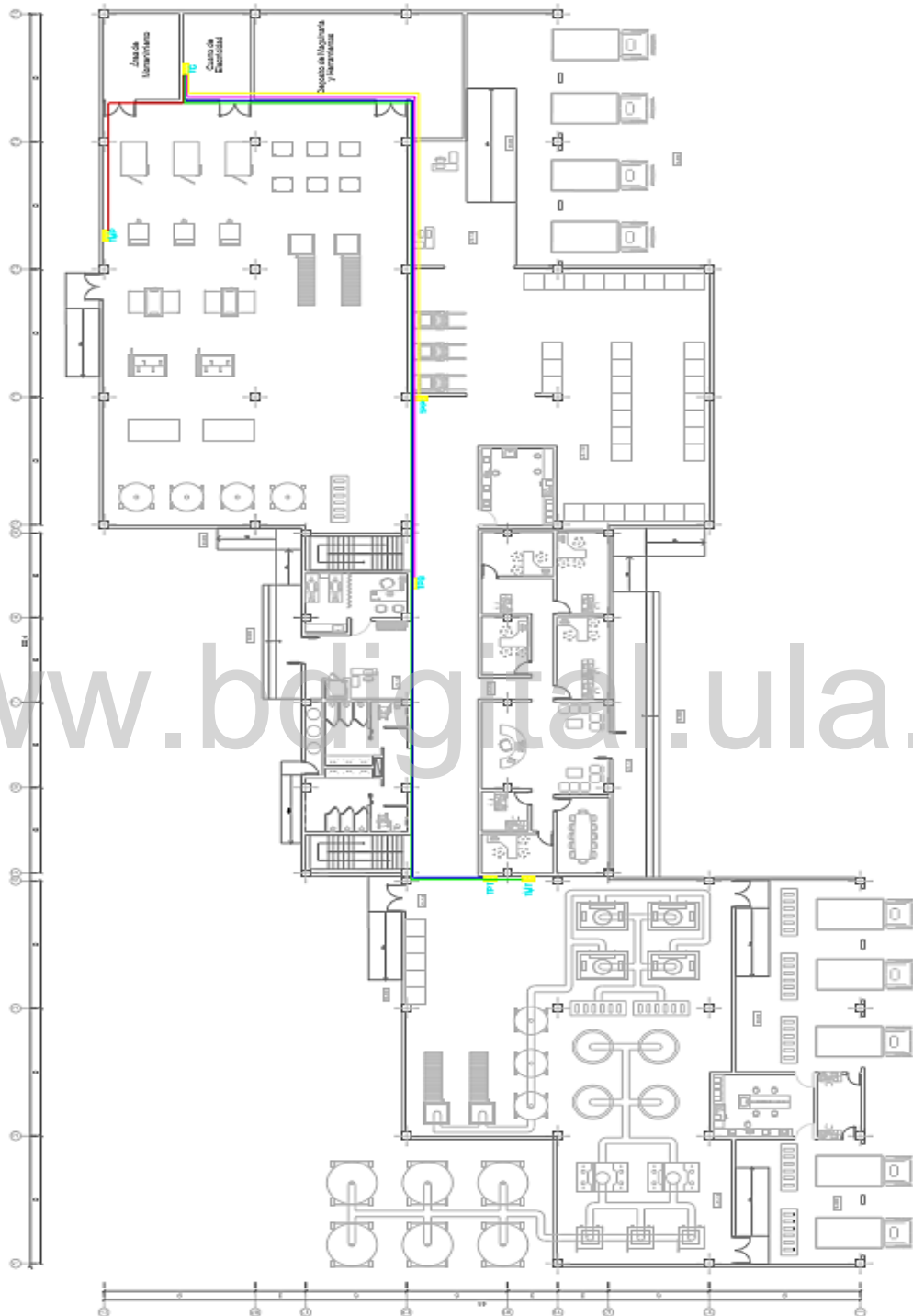


Figura C.1. Alimentadores de los subtableros de la planta

Apéndice D

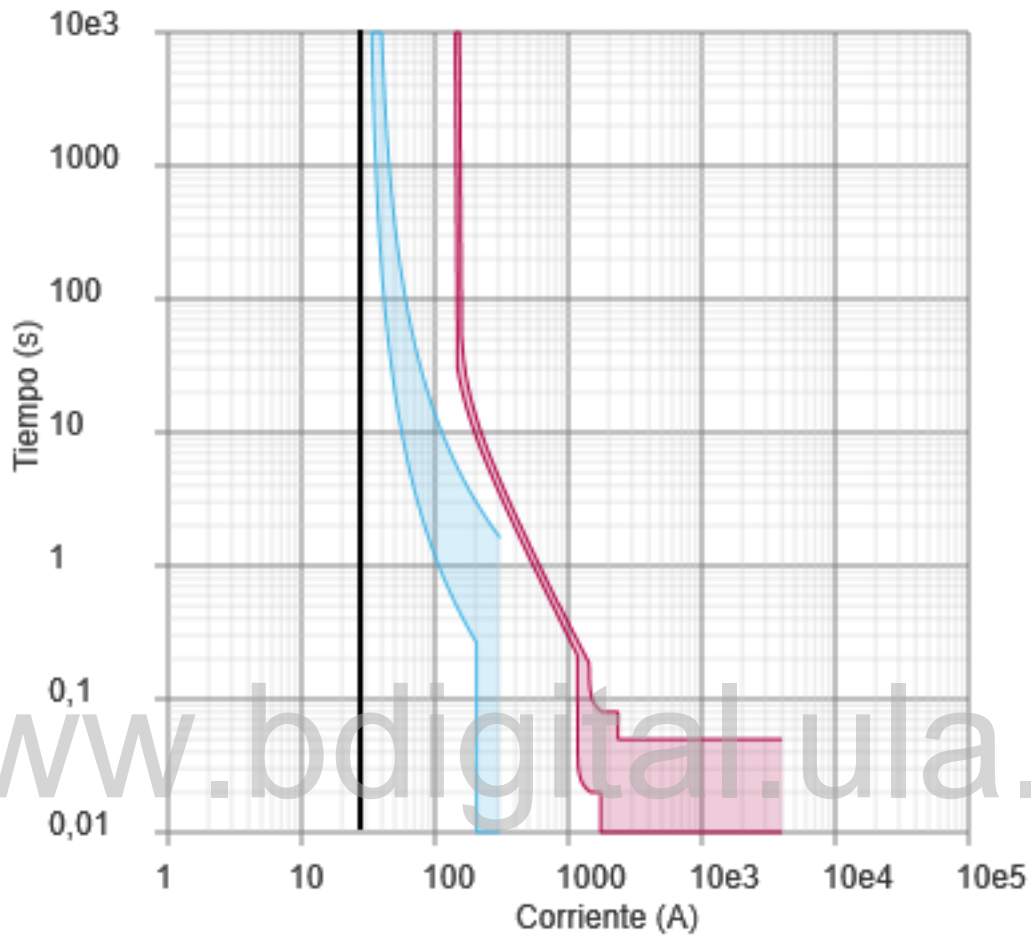


Figura D.1. Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del circuito ramal de la secadora 1(azul) y el principal del TMP (morado).

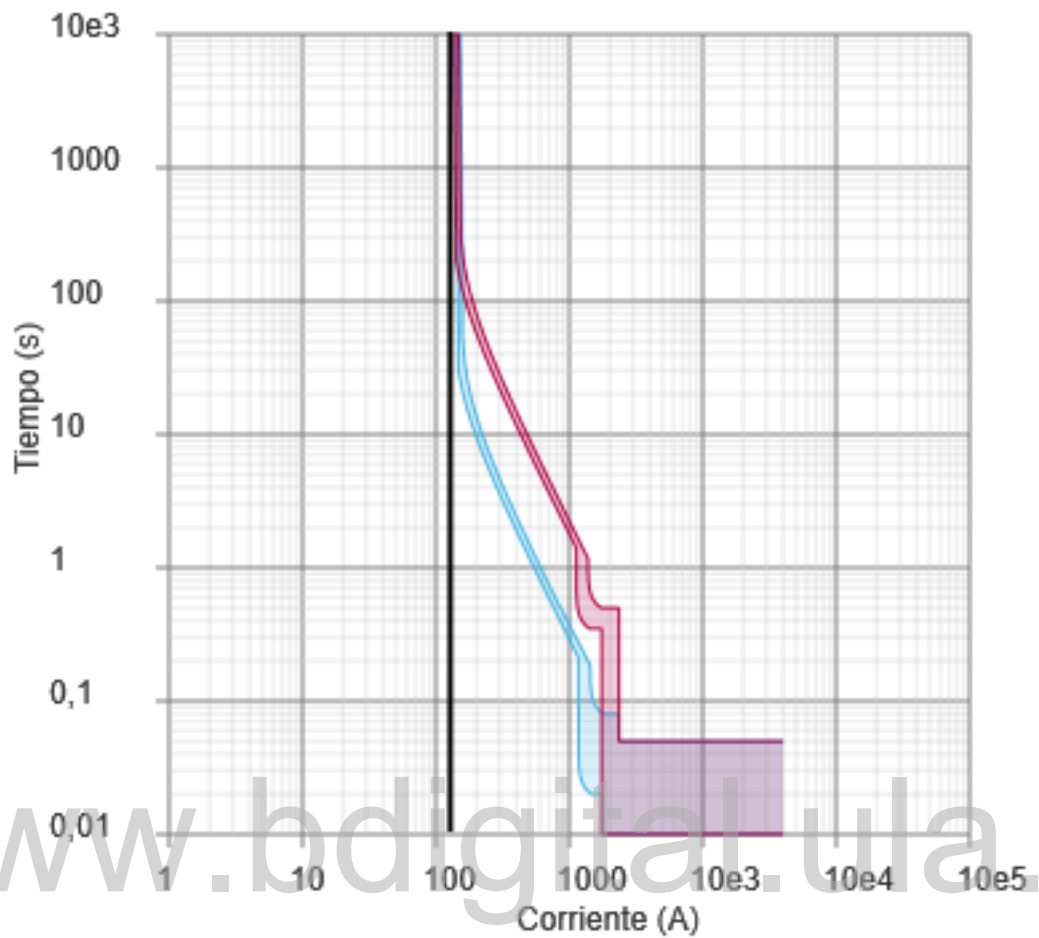


Figura D.2. Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del principal del TMP (azul) y del alimentador del TMP (morado).

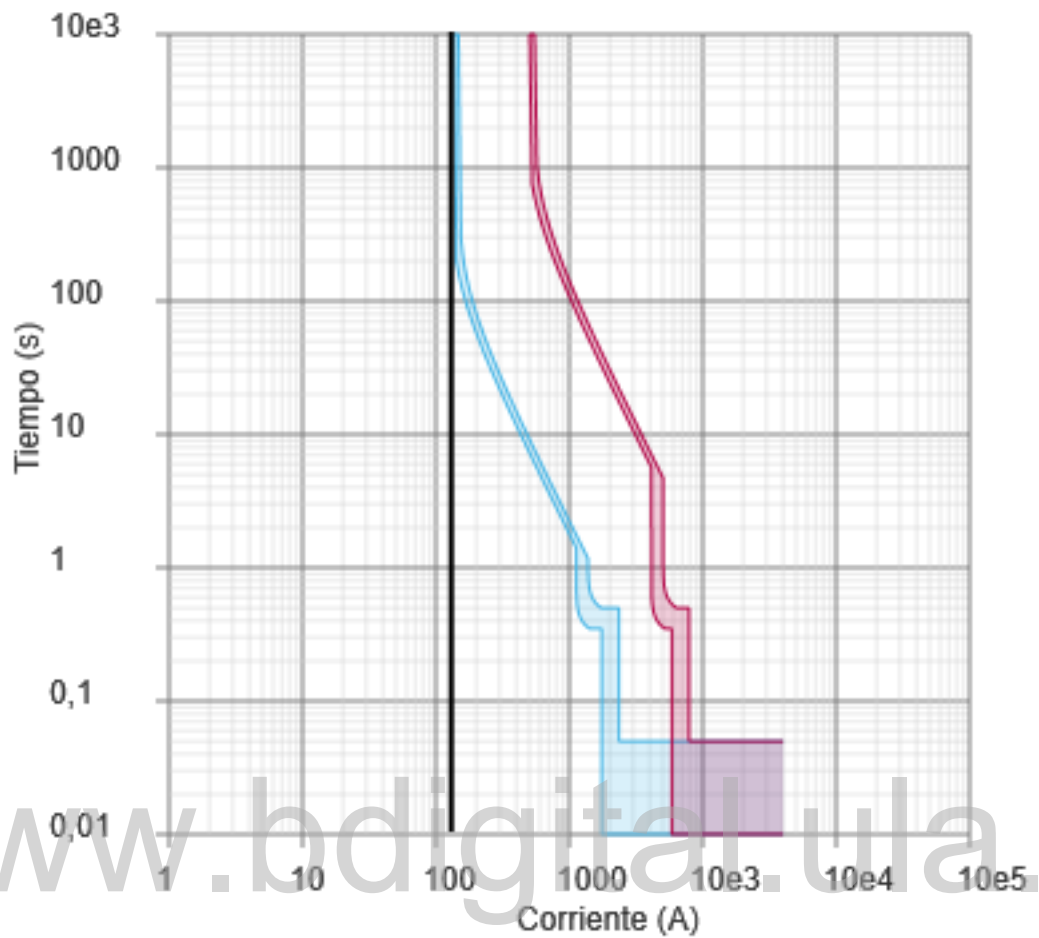


Figura D.3. Curvas de los dispositivos de protección termomagnéticos del alimentador del TMP (azul) y el principal del TG (morado).

Apéndice E

Especificación de materiales

Transformadores monofásicos

Se instalará una bancada de 3 transformadores monofásicos aéreos de 75 kVA, 13,8 kV/ 240/120 V, para ser instalado a la intemperie. Tendrá dos bobinas sumergidas en aceite mineral con inhibidor de oxidación dentro de un tanque de forma cilíndrica construido con lamina de acero de 2,5 mm de espesor. Donde cada uno de presentar las características expuestas en la siguiente tabla:

Tabla E.1. Características de transformador monofásico.

Característica	Unidad	Valor
Características Generales		
Potencia nominal	kVA	75
Numero de fases	-	2
Numero de devanados	-	2
Frecuencia	Hz	60
Características Eléctricas del Devanado Primario		
Tensión nominal	V	13.800
Tensión máxima del sistema	V	17.500
Nivel de aislamiento a las ondas de choque completa	kVpico	95
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial	kV	38
Características Eléctricas del Devanado Secundario		
Tensión Nominal	V	120/240
Tensión máxima del sistema	V	1.200
Nivel de aislamiento a las ondas de choque completa	kVpico	30
Nivel de aislamiento a frecuencia industrial	kV	10
Dimensiones		
Diámetro	mm	565
Altura	mm	1.300

Aisladores de soporte y suspensión de 13,8 kV

Los aisladores para el sistema de media tensión deben ser de porcelana de color marrón y provistos con partes metálicas de acero galvanizado en caliente. Estarán elaborados para soportar

los esfuerzos provenientes de cortocircuito y de sismo de aceleración de 0,5g. Además, los aisladores de soporte y suspensión cumplirán con las características presentadas en las siguientes tablas:

Tabla E.2. Características de aislador de soporte de 13.8kV.

Características	Unidad	Valor
Norma	-	ANSI C29.1
Tensión de cebado a baja frecuencia, seco	kVrms	70
Tensión de cebado a baja frecuencia, húmedo	kVrms	50
Tensión de ensayo onda de impulso positiva	kVcresta	120
Distancia de fuga	cm	20,3
Diámetro del disco de porcelana	cm	12,1
Altura	cm	20,3

Tabla E.3. Características de aislador de suspensión de 13.8kV.

Características	Unidad	Valor
Norma	-	ANSI C29.2
Tensión de cebado a baja frecuencia, seco	kVrms	80
Tensión de cebado a baja frecuencia, húmedo	kVrms	50
Tensión de ensayo onda de impulso positiva	kVcresta	125
Tensión de ensayo onda de impulso negativa	kVcresta	130
Tensión de perforación	kVcresta	110
Distancia de fuga	cm	30
Carga de rotura electromecánica	kg	3.402
Diámetro del disco de porcelana	cm	25,4
Espacio de la unidad	cm	14,61

Poste tubular de acero

Los postes tubulares de acero para la acometida de media tensión presentarán una altura de 9 metros. Deberán cumplir con las especificaciones de SIDOR, las Normas ASTM A366 y estarán formados por 2 o 3 secciones tubulares de diferente diámetro, donde cada una de las secciones deberán soportar a compresión una carga mínima de 10 toneladas. Presentará las características físicas descritas en la siguiente tabla:

Tabla E.4. Características físicas para postes tubulares.

Características	Unidad	Valor
Resistencia mínima a la tracción	kg/mm ²	40
Punto cedente mínimo a la tracción	kg/mm ²	30
Porcentaje mínimo de elongación a la acción en 50.8 mm (2")	%	17

Poste hexagonal para alumbrado publico

Los postes hexagonales de alumbrado público deberán cumplir con las especificaciones de SIDOR y las Normas ASTM A366, la altura del poste será de 7 metros y estarán fabricados de lámina de acero galvanizados que contarán con una base cuadrada de lámina de acero de 280 mm por cada lado y 8 mm de espesor, con perforaciones de 26 mm de diámetro para los pernos de fijación.

Brazo tipo látigo para alumbrado publico

Los brazos tipos látigos estarán fabricados en tubos de 60 mm de diámetro y 2,5 mm de espesor con reducción de 48 mm y de espesor 2 mm, para la colocación de las luminarias en un extremo y botella hexagonal cónica de lámina de acero ASTM A366 de 3 mm de espesor para la fijación al poste. La longitud de proyección horizontal será de 2,44 m.

Luminarias para alumbrado publico

Las luminarias para poste de alumbrado público presentaran características similares a las siguientes: construidas de aluminio y con material reflector de policarbonato, forma rectangular de diámetro 34 x 62 cm, provista de Leds que proporcionan un flujo luminoso de 10.000 lm con un consumo de 100W y que presentan un índice de protección IP66(protección frente a la penetración de polvo y chorros de agua a presión).

Luminarias tipo reflector pequeño de pared

Las luminarias tipo reflector pequeño presentaran características similares a las siguientes:

- Construidas de aluminio, con material reflector de chapa de aluminio
- Rectangular de diámetro 32 x 48 cm.

- Provista de Leds que proporcionan un flujo luminoso de 3.330 lm.
- Consumo de 28W
- Índice de protección IP66(protección frente a la penetración de polvo y chorros de agua a presión).

Luminarias para empotrar en cielo raso para el módulo administrativo

Las luminarias de empotrar en cielo raso de 2x36w presentaran las siguientes características:

- Construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo.
- Rectangular con dimensiones de 29,7x119,7 cm.
- Provistas de tubos fluorescentes T8 de 36w.
- La lámpara tendrá un flujo luminoso total de 6.700 lm
- Consumo total de 72W.
- Nivel de protección frontal IP65.

Las luminarias 3x36W de empotrar en cielo raso tendrán características similares a las siguientes:

- Construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo.
- Dimensiones de 45x122,6 cm.
- Provistas de tubos fluorescentes T8 de 36W
- Flujo luminoso total de 10.050 lm
- Consumo total 108W.
- Protección frontal IP65.

Las luminarias de empotrar en cielo raso de 4x36w presentaran las siguientes características:

- Construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo.
- Forma rectangular con dimensiones de 63x124,2 cm.
- provistas de tubos fluorescentes T8 de 36W
- El flujo luminoso total de la lámpara es de 13.400 lm
- El consumo total es de 144W
- Presentará un nivel de protección frontal IP65.

Las luminarias de embutir provistas de bombillo compacto fluorescente de 26w presentaran las siguientes características:

- Construidas de hierro y aro de aluminio con difusor lumínico de vidrio.
- Forma circular con un diámetro de 30 cm
- Provistas con un bombillo compacto fluorescente de 26 W con un flujo luminoso total de 1800 lm.

Luminarias superficiales en techo para los módulos de procesamiento de harina de trigo y pasta

Las luminarias superficiales en techo tipo industrial presentaran características similares a las siguientes: construidas en chapa de aluminio, de forma alargada de dimensiones 153,8x14cm, con amplio ángulo de distribución de luz, provista de tubos fluorescentes T8 que proporcionan un flujo luminoso de 5.200 lm con un consumo total de 116W y que presentan un índice de protección IP20.

Tableros

Para todos los subtableros se utilizarán tableros NLAB con cubierta a prueba de polvo y agua (Nema 12) empotrados, elaborados con lamina de acero de 1,5 mm de espesor, con voltaje de trabajo de 240/120V 60Hz.

Para el tablero general se utilizará un tablero de distribución de potencia tipo CDPI a prueba de polvo y agua (Nema 12) autosoportado, elaborado con lamina de acero de 1,9 mm de espesor y con un voltaje de trabajo máximo de 600Vac a 60 Hz. Los tableros presentarán las características expresadas en la siguiente tabla:

Tabla E.5. Características de los tableros.

Tablero	Servicio	Barras Principales	Dispositivo de Protección Principal	Numero de Circuitos	Tipo de Tablero
TPB	2Fases 4Hilos	225A	2x200A	22	NLAB322AB
TPA	2Fases 4Hilos	100A	-	14	NLAB314L
TPT	2Fases 4Hilos	100A	2x100A	14	NLAB314AB
TPP	2Fases 4Hilos	100A	2x100A	14	NLAB314AB
TMT	3Fases 5Hilos	225A	3x225A	24	NLAB424AB
TMP	3Fases 5Hilos	225A	3x125A	24	NLAB424AB
TG	3Fases 5Hilos	600A	3x500A	24	CDPI424AB

Cables eléctricos y de red

Los calibres de los cables eléctricos están indicados en el proyecto y deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- Los cables de los alimentadores de los subtableros y circuitos ramales de las cargas de baja tensión tendrán aislamiento del tipo TW, para una tensión nominal de operación de 600V y temperatura nominal de operación de 60 °C.
- Los cables de la acometida de baja tensión serán tipo TTU, para una tensión nominal de 600V y temperatura nominal de operación de 75 °C.
- Los conductores de la acometida de alta tensión de 13,8 kV son del tipo ARVIDAL de aluminio desnudo.

El cableado estructurado de la red utilizara cable UTP -6 Patch Cord 10/100/1.000 Base Tx, de par trenzado blindado, con una tasa de transferencia máxima de 1 Gbit/s.

Detectores de humo fotoeléctricos

Los sensores de humo fotoeléctricos inteligentes de detección temprana en caso de incendio debe contar con las siguientes características:

- Debe operar en un rango de voltaje 15-32Vdc.
- Temperatura de operación de -10 °C a 49 °C.
- Detección analógica inteligente con direccionamiento individual.
- Conexión a 2 hilos
- Sensibilidad ajustable por software desde el panel central.
- Sellado en su parte posterior para impedir el paso de polvo, insectos o aire.
- Dos Leds indicadores de estado por unidad, visibles desde cualquier ángulo.
- La cámara de medición debe estar construida por un sistema óptico simétrico

Estaciones manuales de alarma direccionales

Los pulsadores manuales de alarma presentaran las siguientes características mínimas:

- Activación requerida de doble acción.
- Pulsadores de alarma de emergencia con direccionamiento individual.
- Debe permitir se probado sin necesidad de romper el sello.
- Una vez activado la reposición del sello deberá requerir el uso de una llave.
- Tensión de operación de 24 -28 Vdc

Dispositivos de señalización visual y audibles

Todos los dispositivos para las aplicaciones de señalización de alarma visible y audible deberán ser de color rojo y del tipo electrónico, para bajo voltaje y bajo consumo de potencia.

Deberá estar provisto de luces estroboscópicas de 15-75 (candelas) las cuales deberán ser certificadas y aprobadas por la NFPA 72.

Panel central de alarmas contra incendio

El panel de control inteligente y direccionable estará ensamblado en un gabinete para ser montado directamente en pared y presentará las siguientes características:

- El sistema debe soportar hasta 25 dispositivos por lazos.
- La central debe cumplir con lo establecido en la norma NFPA 72.
- La central entregará información a través de una pantalla de cristal líquido iluminado internamente.
- Deberá tener su propia fuente de poder o baterías de respaldo para operar al menos durante 24 horas sin energía de red.

Rack mural del data center

El *rack* del *data center* estará fabricado de acuerdo a las normas DIN 41494 parte 1 y 7, IEC 297 parte 1 y 2, para ser montado directamente en pared y presentará las siguientes características técnicas:

- Fabricado de chapa de acero de 1,5 mm.
- Dispuesto de puerta de cristal templado con marco metálico reversible con cerradura y llave.
- Cuerpo de fondo de 550 mm, altura de 6U (360 mm) y ancho estándar de 19".

Switch de 24 puertos

Se utilizarán 2 *switches* colocados en el *data center* que presentarán características similares a las siguientes:

- Soporte para comunicaciones de datos, inalámbricas y voz que le permite instalar una única red para todas sus necesidades de comunicación.

- Varias configuraciones de modelo con la capacidad de conectar escritorios, servidores, teléfonos IP, puntos de acceso inalámbrico, cámaras de TV de circuito cerrado u otros dispositivos de red.
- Capacidad de configurar LAN virtuales de forma que los empleados estén conectados a través de funciones de organización, equipos de proyecto o aplicaciones en lugar de por criterios físicos o geográficos.
- Seguridad integrada.
- Funciones de supervisión de red y solución de problemas de conectividad mejoradas.

Router

El *router* que se instalara como parte de los equipos que conforman la red estructurada de datos presentarán características similares a las siguientes:

- Puertos Ethernet 10/100/1.000 integrados
- Ranuras para el procesador de señales digitales (DSP).
- Protocolo de enrutamiento: OSPF, IS-IS, BGP, EIGRP, DVMRP, PIM-SM, IGMPv3, GRE, PIM-SSM, enrutamiento IPv4 estático, enrutamiento IPv6 estático.
- Cumplir con las normas presentadas en el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE)

Apéndice F

Descripción de los cálculos métricos

Partidas de tanquillas y bancadas.

E-01. Construcción de la tanquilla de Baja tensión.

Alcance: Esta partida comprende el suministro y transporte al personal, de los equipos y materiales necesarios para la construcción de la tanquilla de baja tensión.

Las dimensiones de la tanquilla serán de 1,00 m x 1,00 m x 1,00 m de profundidad, con paredes de 0,10 m de espesor. La tapa del marco de la tanquilla será de 0,70 m x 0,70 m de hierro estriado con chapa de 3,2 mm de espesor.

Para su construcción se deben tomar en cuenta los trabajos de:

- Excavación.
- Transporte y bote de materiales sobrantes.
- Colocación de una capa de 10 cm de espesor de piedra picada en el fondo del hueco.
- Concreto 180 kg/cm².
- Terminación de 4 tubos de 4" en las paredes de la tanquilla
- Suministros de herramientas y equipos como pala, pico, chícora, cuchara de albañil, compresor con martillo y mano de obra necesaria para la construcción.

E-02. Construcción de tanquilla para alumbrado.

Alcance: Comprende el suministro y transporte al personal de los equipos y materiales para la construcción de la fundación de para poste de alumbrado.

Para la ejecución del trabajo se debe tomar en cuenta todos los trabajos de:

- Excavación.
- Piedra picada la cual se coloca de base al asiento de la fundación.
- Concreto de 180 kg/cm² el cual debe ser compactado.

- Desencofrado y bote de materiales sobrantes.
- Curva de 90° de diámetro 3".
- Pernos de anclaje de 1".
- Suministros de herramientas y equipos como pala, pico, chícora, cuchara de albañil, compresor con martillo y mano de obra necesaria para la construcción.

E-03. Construcción de bancada de baja tensión de 4" PVC.

Alcance: Comprende el suministro y transporte al personal de los equipos y materiales para la construcción de la bancada de baja tensión con tubos PVC, del tipo extra pesados, especialmente fabricados para uso eléctrico.

Las dimensiones de la zanja son 0,8 m de ancho por 0,6 profundidad, la cual tendrá una capacidad de 4 tubos PVC de 4". Para su construcción se deben tomar en cuenta los trabajos de:

- Excavación y bote de escombros.
- Compactación del fondo de la zanja con una capa de piedra picada de 0,10 m de espesor.
- Los tubos tendrán una separación entre sí de 5cm y con respecto a la pared de 7,5 cm.
- El concreto deberá tener una resistencia mayor a los 80 Kg/cm² a la ruptura.

Partidas para el uso de luminarias fluorescentes

E-04. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 2x36W.

E-05. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 3x36W.

E-06. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 4x36W.

E-07. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias superficial en techo fluorescentes de 2x58W

E-08. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias embutida en cielo raso con un bombillo compacto fluorescente de 26 W

Alcance: Comprende el personal, equipos y materiales para la instalación de las luminarias fluorescente en el interior de la planta.

Las luminarias de empotrar de la partida 5 presentaran las siguientes características: construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo, de forma rectangular con dimensiones de 29,7x119,7 cm, provistas de tubos fluorescentes T8 con un flujo luminoso total de 6.700 lm con un consumo total 72W y con un nivel de protección frontal IP65.

Las luminarias descritas en la partida 6 tendrán características similares a las siguientes: construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo, de forma rectangular con dimensiones de 45x122,6 cm, provistas de tubos fluorescentes T8 con un flujo luminoso total de 10.050 lm con un consumo total 108W y con un nivel de protección frontal IP65.

Las luminarias de empotrar de la partida 7 presentaran las siguientes características: construidas de aluminio con material reflector de chapa de aluminio anodizada con alto brillo, de forma rectangular con dimensiones de 63x124,2 cm, provistas de tubos fluorescentes T8 con un flujo luminoso total de 13.400 lm con un consumo total 144W y con un nivel de protección frontal IP65.

Las luminarias señaladas en la partida 8 presentaran características similares a las siguientes: construidas en chapa de aluminio, de forma alargada de dimensiones 153,8x14cm, con amplio ángulo de distribución de luz, provista de tubos fluorescentes T8 que proporcionan un flujo luminoso de 5.200 lm con un consumo total de 116W y que presentan un índice de protección IP20. Este tipo de luminarias se instalarán en los galpones de procesamiento tanto del trigo como la pasta.

Las luminarias de embutir descrita en la partida 9 presentaran las siguientes características: construidas de hierro y aro de aluminio con difusor lumínico de vidrio, de forma circular con un diámetro de 30 cm, provistas con un bombillo compacto fluorescente de 26 W con un flujo luminoso total de 1.800 lm.

E-09. Abastecimiento, traslado e instalación de lámparas fluorescentes T8 de 36W.

E-10. Abastecimiento, traslado e instalación de lámparas fluorescentes T8 de 58W.

Alcance: Incluye la mano de obra, equipos y materiales para la correcta instalación de lámparas a las luminarias.

E-11. Construcción de punto de alumbrado.

Alcance: Esta comprendido por el suministro del personal, equipos y materiales para la construcción de los puntos de alumbrado. Dichos puntos deben contar con anillos, conectores, empalmes con cinta pegante y cajetines hexagonales.

Partidas para iluminación exterior

E-12. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para poste tipo LED de 100W.

E-13. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para pared tipo LED de 28W.

Alcance: Estas partidas incluyen el suministro del personal, los equipos y materiales necesarios para la instalación de luminarias para el exterior.

Las luminarias para poste de alumbrado público descrita en la partida 17 presentaran características similares a las siguientes: construidas de aluminio y con material reflector de policarbonato, forma rectangular de diámetro 34 x 62 cm, provista de Leds que proporcionan un flujo luminoso de 10.000 lm con un consumo de 100W y que presentan un índice de protección IP66(protección frente a la penetración de polvo y chorros de agua a presión).

Las luminarias tipo reflector pequeño señaladas en la partida 18 presentaran características similares a las siguientes: construidas de aluminio, de forma rectangular de diámetro 32 x 48 cm, provista de Leds que proporcionan un flujo luminoso de 3.330 lm con un consumo de 28W y que presentan un índice de protección IP66(protección frente a la penetración de polvo y chorros de agua a presión).

E-14. Abastecimiento, traslado e instalación de poste hexagonal de 5m.

Alcance: Comprende el abastecimiento del personal, equipos y materiales para el correcto levantamiento y alineación de los postes que cuentan con una sección hexagonal, fabricado de

acero de 3mm de espesor de base cuadrada de acero. La base de fijación del poste debe ser debe ser cuadrada con pernos de anclaje, fijada en un pedestal de concreto.

E-15. Abastecimiento, traslado e instalación de brazo tipo látigo sencillo para poste hexagonal.

E-16. Abastecimiento, traslado e instalación de brazo tipo látigo doble para poste hexagonal.

Alcance: Las partidas 20 y 21 incluye el suministro del personal, equipos y materiales para la instalación de los brazos tipo látigo sencillo y doble.

Partidas de interruptores y tomacorrientes

E-17. Construcción de punto de tomacorriente doble de 120 voltios.

E-18. Construcción de punto de tomacorriente especial de 220 voltios.

Alcance: Comprende el suministro del personal, equipos y materiales la construcción del punto de tomacorrientes los cuales deben incluir el tomacorriente, anillos, conectores, empalmes cajetín de 2''x4'' y empalmes con cinta aislante.

E-19. Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor simple con tapa de plástico de 20 amperios.

E-20. Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor doble con tapa de plástico de 20 amperios.

E-21. Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor triway con tapa de plástico de 20 amperios.

Alcance: Estas partidas incluyen toda la mano de obra, equipos y materiales para la instalación de los interruptores con tapa de plástico. Debe contar con los siguientes materiales caja de derivación de dimensiones 2'' x 4'' x 3/4'', conectores, anillos, interruptor, empalmes y conexiones con cinta aislante.

Partidas de tuberías y cajas de paso

E-22. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1/2''.

E-23. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 3/4''.

E-24. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1''.

E-25. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1 1/4''.

E-26. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1 1/2''.

E-27. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 2''.

E-28. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 2 1/2''.

E-29. Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 4''.

Alcance: Estas partidas comprenden el suministro del personal, materiales, herramientas y equipos necesarios para el abastecimiento, traslado e instalación de la tubería EMT en pared o embutida la cual debe contar con los tornillos, *ramplús*, abrazadera, boquillas, anillos, tuercas, masilla, pernos de anclaje y uniones para su correcta fijación e instalación.

E-30. Construcción de cajas de paso según las dimensiones especificadas.

Alcance: incluye los trabajos, mano de obra, equipos y materiales para la correcta elaboración e instalación según las dimensiones de la tabla 5.21. Por ella pasaran los alimentadores de los subtableros de la planta y presentaran una instalación superficial.

Partidas de conductores

E-31. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #12 AWG-TW600V.

E-32. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #10 AWG-TW600V.

E-33. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #8 AWG-TW600V.

E-34. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #6 AWG-TW600V.

E-35. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #4 AWG-TW600V.

E-36. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #2 AWG-TW600V.

E-37. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #1/0 AWG-TW600V.

E-38. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #2/0 AWG-TW600V.

E-39. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #4/0 AWG-TTU600V.

E-40. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #16 AWG para el sistema de detección de incendio.

E-41. Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #250Kcmil-TTU600V.

E-42. Abastecimiento, traslado e instalación de cable ARVIDAL #2 AWG de 13.8KV.

E-43. Abastecimiento, traslado e instalación de cable tripolar #4 AWG de 15KV.

Alcance: Estas partidas contiene la mano de obra, materiales, equipos y herramientas para la instalación de cables de baja y alta tensión, que incluye materiales como empalmes, cintas, masilla densoplastica, teipe, tirajes e identificadores.

Partidas de tableros eléctricos

E-44. Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB314AB.

E-45. Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB314L.

E-46. Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB322AB.

E-47. Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB424AB.

E-48. Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución CDPI424AB.

Alcance: Comprenden la mano de obra, supervisión, materiales y equipos para el traslado, instalación, conexión y puesta en funcionamiento de los elementos de protección de los circuitos y alimentadores de la planta.

Partidas de transformadores y planta eléctrica

E-49. Abastecimiento, traslado e instalación de transformadores monofásicos de75kVA.

Alcance: Esta partida comprende la supervisión, mano de obra, materiales y equipos para el correcto traslado e instalación de los transformadores monofásicos, el cual deberá estar equipado con todos sus pernos de anclaje, tornillos, soportes, tirajes, identificaciones, cinta aislante, puesta a tierra y conectores que aseguren el adecuado funcionamiento del mismo.

E-50. Construcción de la losa para planta de emergencia.

Alcance: Esta partida contiene todo el personal, materiales, equipos y herramientas para la construcción de la losa de apoyo del transformador y la planta de emergencia. Para ello se debe realizar la excavación, relleno, encofrado, compactación de la piedra picada, refuerzo de acero y concreto con resistencia de ruptura de 210 kg/cm².

E-51. Abastecimiento, traslado e instalación de planta eléctrica de 225kVA.

Alcance: Incluye la mano de obra, materiales y equipos necesarios para la instalación de la planta eléctrica de 225 kVA 120/240V de 1.800 rpm con 3 fases, 4 polos y regulación de voltaje de 1%, la cual debe contar con todos los pernos de anclaje, tornillos, soportes, tirajes, identificaciones, cinta aislante, puesta a tierra y conectores que aseguren el adecuado funcionamiento del mismo.

E-52. Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor de transferencia.

Alcance: Está constituida por la mano de obra, equipos, materiales y herramientas para la instalación del interruptor de transferencia, que tiene como objetivo conectar al generador en un lapso de 10 segundos posteriores a la interrupción de la fuente normal.

Partidas de sistema contra incendio

E-53. Construcción de punto de detección de incendio.

Alcance: Esta comprendido por el suministro del personal, equipos y materiales para la construcción de los puntos de detección de incendios, donde cada uno de ellos deben contar con anillos 1/2", conectores de 1/2", empalmes con cinta pegante y cajetines hexagonales.

E-54. Abastecimiento, traslado e instalación de detectores de incendio.

Alcance: Dicha partida comprende toda la mano de obra, equipos y materiales necesarios para el traslado, instalación y puesta en funcionamiento de los detectores de incendio.

E-55. Abastecimiento, traslado e instalación de difusores de sonido.

Alcance: Comprende la mano de obra, los materiales y equipos necesarios para la instalación de los difusores de sonido de 4 W a lo largo de la planta, tal como se muestra en los planos contra incendios.

E-56. Abastecimiento, traslado e instalación de estación manual.

Alcance: Esta partida está compuesta por el personal, equipos y materiales para la instalación de las estaciones manuales contra incendio ubicadas en las vías de escape a un costado del extinguidor.

E-57. Abastecimiento, traslado e instalación de central de detección de incendio.

Alcance: Comprende el mano de obra calificada, equipos y materiales para el traslado e instalación de la central de detección de incendio, la cual poseerá las siguientes características: indicadores de avería en el sistema, disparo de alarma general con retardo ajustable, sistemas de interconexión, indicadores audibles de fue, módulo de detección de alarmas, módulo de supervisión y control de interruptores.

E-58. Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias de luminarias de señalización superficial en pared.

Alcance: Involucra el suministro del personal, equipos y materiales para la instalación de luminarias de señalización que indica salidas de emergencia y espaleras colocadas en pared.

Partidas de media tensión

E-59. Abastecimiento, traslado e instalación de poste tubular de acero de 9m.

Alcance: Comprende la mano de obra, equipos y materiales para el suministro, traslado e instalación de los postes de media tensión, donde se realizan los trabajos de excavación, piedra picada la cual se coloca de base al asiento de donde se colocará el poste de manera de evitar hundimientos y bote de materiales sobrantes. Todos los postes deberán contar con puesta a tierra mediante una barra *cooperweld*.

E-60. Abastecimiento, traslado e instalación de crucetas

Alcance: Esta partida incluye el suministro del personal, equipos y materiales para el traslado e instalación de las crucetas angulares de hierro galvanizado, estas deben incluir todas las abrazaderas, pernos, tornillos y platinas de hierro galvanizado para su fijación en poste.

E-61. Abastecimiento, traslado e instalación de aisladores de espiga de 15kV

E-62. Abastecimiento, traslado e instalación de aisladores de suspensión

Alcance: Incluyen la mano de obra, herramientas, equipos y materiales para el abastecimiento, traslado e instalación de aisladores, se debe incorporar todos los palillos con su arandela y tuerca, tornillos, grilletes con su pasador y chaveta utilizados para su fijación en las crucetas.

E-63. Abastecimiento, traslado e instalación de apartarrayos.

E-64. Abastecimiento, traslado e instalación de portafusibles con fusible tipo K de 16 A

Alcance: Incluyen la mano de obra, herramientas, equipos y materiales para el para la instalación del apartarrayos y portafusibles, se debe incorporar todos los palillos con su arandela y tuerca, tornillos, grilletes con su pasador y chaveta utilizados para su fijación en las crucetas.

Partidas de dispositivos de protección

E-65. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 20A.

E-66. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 20A.

E-67. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 30A.

E-68. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 30A.

E-69. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 30A.

E-70. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 40A.

E-71. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 60A.

E-72. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 90A.

E-73. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 100A.

E-74. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 125A.

E-75. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 125A.

E-76. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 175A.

E-77. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 200A.

E-78. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 225A.

E-79. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 250A.

E-80. Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 500A.

Alcance: Incluyen la mano de obra, herramientas, equipos y materiales para el abastecimiento, traslado e instalación del dispositivo de protección de conductores en los tableros de la planta.

Partidas de red estructurada de datos

E-81. Construcción de punto para keystone unitario.

E-82. Construcción de punto para keystone doble.

Alcance: Esta comprendido por el suministro del personal, equipos y materiales para la construcción de los puntos de acceso a la red mediante el *keystone*, donde cada uno de ellos deben contar con anillos, conectores, empalmes y cajetines hexagonales.

E-83. Abastecimiento, traslado e instalación de cable UTP de Categoría 6

Alcance: Esta partida contiene la mano de obra, materiales, equipos y herramientas para la instalación de cables UTP de categoría 6 desde el *data center* hasta los puntos de acceso a la red.

E-84. Abastecimiento, traslado e instalación del rack mural del data center.

Alcance: Contempla el suministro al personal, materiales, equipos y herramientas para la instalación del *rack* que presentares las siguientes características: ancho de 19 '' el cual es la medida más común, altura de 6U que equivale a 26,67cm y una profundidad de 60cm.

E-85. Abastecimiento, traslado e instalación de routers.

E-86. Abastecimiento, traslado e instalación de switch de 24 puertos.

Alcance: Contempla el suministro al personal, materiales, equipos y herramientas para la instalación en el rack del *router* y *switch* que se interconectan generando de esta manera la comunicación entre las subredes.

www.bdigital.ula.ve

Apéndice G

Tabla G.1. Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
Partidas de tanquillas y bancadas			
E-01	Construcción de la tanquilla de Baja tensión.	Und.	1
E-02	Construcción de tanquilla para alumbrado.	Und.	9
E-03	Construcción de bancada de baja tensión de 4'' PVC.	ml	6
Partidas para el uso de luminarias fluorescentes			
E-04	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 2x36W.	Und.	51
E-05	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 3x36W.	Und.	22
E-06	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para empotrar en techo cielo raso fluorescentes de 4x36W.	Und.	4
E-07	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias superficial en techo fluorescentes de 2x58W	Und.	104
E-08	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias embutida en cielo raso con un bombillo compacto fluorescente de 26 W	Und.	16
E-09	Abastecimiento, traslado e instalación de lámparas fluorescentes T8 de 36W.	Und.	184
E-10	Abastecimiento, traslado e instalación de lámparas fluorescentes T8 de 58W.	Und.	208
E-11	Construcción de punto de alumbrado.	Pto.	197
Partidas de iluminación exterior			
E-12	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para poste tipo LED de 100W.	Und.	10
E-13	Abastecimiento, traslado e instalación de luminarias para pared tipo LED de 28W.	Und.	9
E-14	Abastecimiento, traslado e instalación de poste hexagonal de 5m.	Und.	8
E-15	Abastecimiento, traslado e instalación de brazo tipo látigo sencillo para poste hexagonal.	Und.	6
E-16	Abastecimiento, traslado e instalación de brazo tipo látigo doble para poste hexagonal.	Und.	2

Tabla G.1. (Continuación) Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
Partidas de interruptores y tomacorrientes			
E-17	Construcción de punto de tomacorriente doble de 120 voltios.	Pts	129
E-18	Construcción de punto de tomacorriente especial de 220 voltios.	Pts	1
E-19	Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor simple con tapa de plástico de 20 amperios.	Pts	29
E-20	Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor doble con tapa de plástico de 20 amperios.	Pts	2
E-21	Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor triway con tapa de plástico de 20 amperios.	Pts	4
Partidas para tuberías y cajas de paso.			
E-22	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1/2".	ml	800
E-23	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 3/4".	ml	1.600
E-24	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1".	ml	300
E-25	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1 1/4".	ml	50
E-26	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 1 1/2".	ml	20
E-27	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 2".	ml	180
E-28	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 2 1/2".	ml	250
E-29	Abastecimiento, traslado e instalación de tubería EMT Φ 4".	ml	50
E-30	Construcción de cajas de paso según las dimensiones especificadas.	Und.	7
Partidas de conductores			
E-31	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #12 AWG-TW600V	ml	2.300
E-32	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #10 AWG-TW600V.	ml	2.500

Tabla G.1. (Continuación) Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
E-33	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #8 AWG-TW600V.	ml	1.400
E-34	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #6 AWG-TW600V.	ml	500
E-35	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #4 AWG-TW600V.	ml	300
E-36	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #2 AWG-TW600V.	ml	200
E-37	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #1/0 AWG-TW600V.	ml	200
E-38	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #2/0 AWG-TW600V.	ml	1.000
E-39	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #4/0 AWG-TTU600V.	ml	200
E-40	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #250Kcmil-TTU600V.	ml	100
E-41	Abastecimiento, traslado e instalación de cable monopolar #16 AWG para el sistema de detección de incendio.	ml	600
E-42	Abastecimiento, traslado e instalación de cable ARVIDAL #2 AWG de 13,8KV	ml	300
E-43	Abastecimiento, traslado e instalación de cable tripolar #4 AWG de 15KV.	ml	50
Partidas para tableros eléctricos			
E-44	Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB314AB.	Und.	2
E-45	Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB314L.	Und.	1
E-46	Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB322AB.	Und.	1
E-47	Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución NLAB424AB.	Und.	2
E-48	Abastecimiento, traslado e instalación de tablero de distribución CDPI424AB.	Und.	1

Tabla G.1. (Continuación) Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
Partidas de transformador y planta eléctrica			
E-49	Abastecimiento, traslado e instalación de transformadores monofásicos de 75kVA.	Und.	3
E-50	Construcción de la losa para planta de emergencia	Und.	1
E-51	Abastecimiento, traslado e instalación de planta eléctrica de 225KVA.	Und.	1
E-52	Abastecimiento, traslado e instalación de interruptor de transferencia	Und.	1
Partidas del sistema de detección de incendio.			
E-53	Construcción de punto de detección de incendio.	Pts	42
E-54	Abastecimiento, traslado e instalación de detectores de incendio.	Und.	42
E-55	Abastecimiento, traslado e instalación de difusores de sonido.	Und.	4
E-56	Abastecimiento, traslado e instalación de estación manual.	Und.	7
E-57	Abastecimiento, traslado e instalación de central de detección de incendio.	Und.	1
E-58	Abastecimiento, traslado e instalación de señalización superficial en pared.	Und.	6
Partida de media tensión			
E-59	Abastecimiento, traslado e instalación de poste tubular de acero de 9m.	Und.	3
E-60	Abastecimiento, traslado e instalación de crucetas	Und.	6
E-61	Abastecimiento, traslado e instalación de aisladores de espiga de 15KV	Und.	7
E-62	Abastecimiento, traslado e instalación de aisladores de suspensión	Und.	10
E-63	Abastecimiento, traslado e instalación de apartarrayos.	Und.	3
E-64	Abastecimiento, traslado e instalación de portafusibles con fusible tipo K de 16 A	Und.	3

Tabla G.1. (Continuación) Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
Partidas de dispositivos de protección			
E-65	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 20A.	Und.	14
E-66	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 20A	Und.	3
E-67	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 30A.	Und.	15
E-68	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 30A.	Und.	1
E-69	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 30A.	Und.	7
E-70	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 40A.	Und.	3
E-71	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 60A.	Und.	4
E-72	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 90A.	Und.	1
E-73	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 100A.	Und.	2
E-74	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 125A.	Und.	1
E-75	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 125A.	Und.	2
E-76	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 175A.	Und.	2
E-77	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 200A.	Und.	1
E-78	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 225A.	Und.	1
E-79	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 250A.	Und.	1
E-80	Abastecimiento, traslado e instalación de dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 500A.	Und.	1

Tabla G.1. (Continuación) Resumen de los cálculos métricos

Partida	Descripción	Unidad	Cantidad
Partidas de red estructurada de datos			
E-81	Construcción de punto para keystone unitario	Und.	19
E-82	Construcción de punto para keystone doble.	Und.	3
E-83	Abastecimiento, traslado e instalación de cable UTP de Categoría 6	ml	600
E-84	Abastecimiento, traslado e instalación del rack mural del data center	Und.	1
E-85	Abastecimiento, traslado e instalación de routers.	Und.	1
E-86	Abastecimiento, traslado e instalación de switch de 24 puertos.	Und.	2

www.bdigital.ula.ve

Apéndice H

Tabla H.1. Presupuesto de materiales y equipos

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo \$
Luminarias fluorescentes de 2x36W	Und.	51	2.805,00
Luminarias fluorescentes de 3x36W	Und.	22	1.540,00
Luminarias fluorescentes de 4x36W	Und.	4	400,00
Luminarias fluorescentes de 2x58W	Und.	104	13.000,00
Luminarias fluorescentes de 26 W	Und.	16	320,00
Lámparas fluorescentes T8 de 36W	Und.	184	644,00
Lámparas fluorescentes T8 de 58W	Und.	208	208,00
Cajetín Cuadrado 4x4	Und.	197	3.349,00
Luminarias para poste tipo LED de 100W	Und.	10	2.400,00
Luminarias para pared tipo LED de 28W	Und.	9	450,00
Poste hexagonal de 5m	Und.	8	1.600,00
Brazo tipo látigo sencillo para poste hexagonal	Und.	6	150,00
Brazo tipo látigo doble para poste hexagonal	Und.	2	70,00
Tomacorriente doble de 120 voltios	Pts	129	516,00
Tomacorriente especial de 220 voltios	Pts	1	6,00
Interruptor simple con tapa de plástico de 20 amperios	Pts	29	58,00
Interruptor doble con tapa de plástico de 20 amperios	Pts	2	6,00
Interruptor triway con tapa de plástico de 20 amperios	Pts	4	16,00
Cajetín rectangular 4x2	Und.	165	165,00
Tubería EMT Φ 1/2".	ml	800	1.600,00
Tubería EMT Φ 3/4".	ml	1.600	4.266,67
Tubería EMT Φ 1".	ml	300	1.400,00
Tubería EMT Φ 1 1/4".	ml	50	300,00
Tubería EMT Φ 1 1/2".	ml	20	133,33
Tubería EMT Φ 2".	ml	180	1.320,00
Tubería EMT Φ 2 1/2".	ml	250	2.750,00
Tubería PVC Φ 4".	ml	50	708,33
Cable monopolar #12 AWG-TW600V	ml	2.300	1.150,00
Cable monopolar #10 AWG-TW600V	ml	2.500	2.000,00
Cable monopolar #8 AWG-TW600V	ml	1.400	2.100,00
Cable monopolar #6 AWG-TW600V	ml	500	950,00
Cable monopolar #4 AWG-TW600V	ml	300	780,00

Tabla H.1. (Continuación) Presupuesto de materiales y equipos

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo \$
Cable monopolar #2 AWG-TW600V	ml	200	1.000,00
Cable monopolar #1/0AWG-TW600V	ml	200	1.600,00
Cable monopolar #2/0 AWG-TW600V	ml	1.000	8.500,00
Cable monopolar #4/0 AWG-TTU600V	ml	200	3.000,00
Cable monopolar #250KCMIL-TTU600V	ml	100	2.245,00
Cable monopolar #16 AWG para el sistema de detección de incendio	ml	600	210,00
Cable ARVIDAL #2 AWG de 13,8KV	ml	600	385,56
Cable tripolar #4 AWG de 15KV	ml	50	550,00
Tablero de distribución NLAB314AB	Und.	2	120,00
Tablero de distribución NLAB314L	Und.	1	180,00
Tablero de distribución NLAB322AB	Und.	1	60,00
Tablero de distribución NLAB424AB	Und.	2	650,00
Tablero de distribución CDPI424AB	Und.	1	510,00
Transformadores monofásicos de 75KVA	Und.	3	7.700,00
Planta eléctrica de 225KVA	Und.	1	32.450,00
Interruptor de transferencia	Und.	1	506,00
Detectores de incendio.	Und.	42	3.150,00
Difusores de sonido.	Und.	4	440,00
Estación manual.	Und.	7	210,00
Central de detección de incendio.	Und.	1	400,00
Señalización superficial en pared.	Und.	6	21,00
Poste tubular de acero de 9m.	Und.	3	450,00
Crucetas	Und.	6	180,00
Aisladores de espiga de 15KV	Und.	7	70,00
Aisladores de suspensión	Und.	10	200,00
Apartarrayos.	Und.	3	240,00
Portafusibles con fusible tipo K de 16 A	Und.	3	180,00
Dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 20A.	Und.	14	126,00
Dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 20A	Und.	3	72,00
Dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 30A.	Und.	15	135,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 30A.	Und.	1	24,00

Tabla H.1. (Continuación) Presupuesto de materiales y equipos

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo \$
Dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 30A.	Und.	7	245,00
Dispositivos de protección termomagnéticos unipolar de 40A.	Und.	3	39,00
Dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 60A	Und.	4	192,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 90A	Und.	1	35,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 100A	Und.	1	65,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 125A	Und.	1	70,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 125A	Und.	2	160,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 175A	Und.	2	180,00
Dispositivos de protección termomagnéticos bipolar de 200A	Und.	1	90,00
Dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 225A	Und.	1	100,00
Dispositivos de protección termomagnéticos tripolar de 500A	Und.	1	120,00
Faceplace para keystone unitario	Und.	19	57,00
Faceplace para keystone doble	Und.	3	12,00
Cable UTP de Categoría 6	ml	600	996,00
Rack mural del data center	Und.	1	110,00
Reuters	Und.	1	150,00
Switch de 24 puertos	Und.	2	150,00
Total \$=			114.946,89

Anexo 1

Figura A.1. Tabla de coeficiente de reflexión de colores y materiales. Fuente: Manuel de alumbrado, Facultad de ingeniería, Universidad de Los Andes.

Color	coef. de reflexión	Material	coef. de reflexión
Blanco	0.70-0.85	Mortero Claro	0.35-0.55
Techo acústico	0.50-0.65	Mortero oscuro	0.20-0.30
Gris claro	0.40-0.50	Hornigón claro	0.30-0.50
Gris oscuro	0.10-0.20	Hornigón oscuro	0.15-0.25
Negro	0.03-0.07	Arenisca clara	0.30-0.40
Crema	0.50-0.75	Arenisca oscura	0.15-0.25
Harrón claro	0.30-0.40	Ladrillo claro	0.30-0.40
Harrón oscuro	0.10-0.20	Ladrillo oscuro	0.15-0.25
Rosa	0.45-0.55	Mármol blanco	0.60-0.70
Rojo claro	0.30-0.50	Granito	0.15-0.25
Rojo oscuro	0.10-0.20	Madera clara	0.30-0.50
Verde claro	0.45-0.55	Madera oscura	0.10-0.25
Verde oscuro	0.10-0.20	Espejo de vidrio	0.80-0.90
Azul claro	0.40-0.55	Aluminio mate	0.55-0.60
Azul oscuro	0.05-0.15	Aluminio brillante	0.80-0.85
		Acero pulido	0.55-0.85

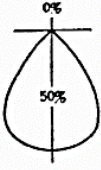

Anexo 2

Figura A.2. Tabla de coeficientes de reflexión de la cavidad del piso y de la cavidad del techo para algunas combinaciones de coeficientes de reflexión en %. Fuente: Manual de alumbrado, Facultad de ingeniería, Universidad de Los Andes.

P _{sb}	30										20									
	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0	90	80	70	60	50	40	30	20	10	0
RC																				
0.2	31	31	30	30	29	29	29	28	28	27	21	20	20	20	20	20	19	19	19	17
0.4	31	31	30	30	29	28	28	27	26	25	22	21	20	20	20	19	19	18	18	16
0.6	32	31	30	29	28	27	26	26	25	23	23	21	21	20	19	19	18	18	17	15
0.8	32	31	30	29	28	26	25	25	23	22	24	22	21	20	19	19	18	17	16	14
1.0	33	32	30	29	27	25	24	23	22	20	25	23	22	20	19	18	17	16	15	13
1.2	33	32	30	28	27	25	23	22	21	19	25	23	22	20	19	17	17	16	14	12
1.4	34	32	30	28	26	24	22	21	19	18	26	24	22	20	18	17	16	15	13	12
1.6	34	33	29	27	25	23	22	20	18	17	26	24	22	20	18	17	16	15	13	11
1.8	35	33	29	27	25	23	21	19	17	16	27	25	23	20	18	17	15	14	12	10
2.0	35	33	29	26	24	22	20	18	16	14	28	25	23	20	18	16	15	13	11	09
2.2	36	32	29	26	24	22	19	17	15	13	28	25	23	20	18	16	14	12	10	09
2.4	36	32	29	26	24	22	19	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	12	10	08
2.6	36	32	29	25	23	21	18	16	14	12	29	26	23	20	18	16	14	11	09	08
2.8	37	33	29	25	23	21	17	15	13	11	30	27	23	20	18	15	13	11	09	07
3.0	37	33	29	25	22	20	17	15	12	10	30	27	23	20	17	15	13	11	09	07
3.2	37	33	29	25	22	19	16	14	12	10	31	27	23	20	17	15	12	11	09	06
3.4	37	33	29	25	22	19	16	14	11	09	31	27	23	20	17	15	12	10	08	06
3.6	38	33	29	24	21	18	15	13	10	09	32	27	23	20	17	15	12	10	08	05
3.8	38	33	28	24	21	18	15	13	10	08	32	28	23	20	17	15	12	10	07	05
4.0	38	33	28	24	21	18	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	05
4.2	38	33	28	24	20	17	14	12	09	07	33	28	23	20	17	14	11	09	07	04
4.4	39	33	28	24	20	17	14	11	09	06	34	28	24	20	17	14	11	09	07	04
4.6	39	33	28	24	20	17	13	10	08	06	34	29	24	20	17	14	11	09	07	04
4.8	39	33	28	24	20	17	13	10	08	05	35	29	24	20	17	13	10	08	06	04
5.0	39	33	28	24	19	16	13	10	08	05	35	29	24	20	16	13	10	08	06	04
6.0	39	33	27	23	18	15	11	09	06	04	36	30	24	20	16	13	10	08	05	02
7.0	40	33	26	22	17	14	10	08	05	03	36	30	24	20	15	12	09	07	04	02
8.0	40	33	26	21	16	13	09	07	04	02	37	30	23	19	15	12	08	06	03	01
9.0	40	33	25	20	15	12	09	07	04	02	37	29	23	19	14	11	08	06	03	01
10.	40	32	24	19	14	11	08	06	03	01	37	29	22	18	13	10	07	05	03	01

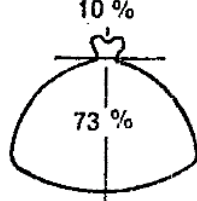
Anexo 3

Figura A.3. Tablas de coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes tipo oficina. Fuente: Manual de alumbrado, Facultad de ingeniería, Universidad de Los Andes.

Typical Distribution and Maximum Spacing ^a	P _{cc} ^a → P _w ^a → RCR ^b ↓	80						70						50						30						10						0								
		50			30			10			50			30			10			50			30			10			50			30			10			0		
		Coefficients of Utilization for 20 Percent Effective Floor Cavity Reflectance, P _{FC}																																						
 Max. S/MH _{np} = 1.2	1	.54	.52	.51	.53	.51	.50	.51	.50	.48	.49	.48	.47	.47	.46	.46	.47	 Unit #32 with top plates or surface-mounted LDD Maint. Category IV																						
	2	.49	.46	.44	.48	.45	.43	.46	.44	.42	.45	.43	.41	.43	.42	.40	.40																							
	3	.44	.41	.38	.43	.40	.38	.42	.39	.37	.41	.39	.37	.39	.38	.36	.35																							
	4	.40	.37	.34	.39	.36	.34	.38	.35	.33	.37	.35	.33	.36	.34	.32	.31																							
	5	.36	.32	.30	.36	.32	.30	.35	.32	.29	.34	.31	.29	.33	.31	.29	.28																							
	6	.33	.29	.27	.33	.29	.27	.32	.29	.26	.31	.28	.26	.30	.28	.26	.25																							
	7	.30	.27	.24	.30	.26	.24	.29	.26	.24	.28	.26	.24	.28	.25	.23	.23																							
	8	.28	.24	.21	.27	.24	.21	.27	.24	.21	.26	.23	.21	.26	.23	.21	.20																							
	9	.25	.22	.19	.25	.21	.19	.24	.21	.19	.24	.21	.19	.23	.21	.19	.18																							
	10	.23	.20	.17	.23	.19	.17	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.22	.19	.17	.16																							

Anexo 4

Figura A.4. Tablas de coeficientes de utilización para luminarias fluorescentes tipo industrial. Fuente: Manual de alumbrado, Facultad de ingeniería, Universidad de Los Andes.

 S = 1.3 X H	Pcc	80						70						50						30						10						0								
	Techo	50			30			10			50			30			10			50			30			10			50			30			10			0		
	CW ^d Pared	cu 20 % Reflectancia del Piso PFC																																						
1	.87	.84	.81	.84	.81	.78	.79	.76	.74	.74	.72	.70	.69	.68	.66	.64																								
2	.76	.71	.66	.74	.69	.65	.69	.65	.62	.65	.62	.59	.61	.58	.50	.54																								
3	.67	.61	.56	.65	.59	.55	.61	.56	.52	.58	.54	.50	.54	.51	.48	.46																								
4	.60	.52	.47	.58	.51	.46	.55	.49	.44	.51	.47	.43	.48	.45	.41	.39																								
5	.52	.45	.39	.51	.44	.39	.48	.42	.38	.45	.40	.36	.43	.38	.35	.33																								
6	.47	.39	.34	.45	.38	.33	.43	.37	.32	.40	.35	.31	.38	.34	.30	.28																								
7	.42	.34	.29	.40	.33	.29	.38	.32	.28	.36	.31	.27	.34	.30	.26	.24																								
8	.37	.30	.25	.36	.29	.25	.34	.28	.24	.32	.27	.23	.31	.26	.22	.21																								
9	.33	.26	.21	.32	.26	.21	.31	.25	.20	.29	.24	.20	.28	.23	.19	.18																								
10	.30	.23	.19	.29	.23	.18	.28	.22	.18	.26	.21	.17	.25	.20	.17	.15																								

Anexo 5

Figura A.5. Tablas de conductor eléctrico TW-600V. Fuente: Suministrada en Instalaciones eléctricas por el profesor Nelson Ballester.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE COBRE CON AISLAMIENTO TW – 600 V, 60 °C, EN DUCTO MAGNETICO, EN SISTEMA TRIFÁSICO 120/208 V, 60 Hz., TEMPERATURA AMBIENTE 30 °C

Calibre AWG Kcmil	Sección mm ²	Diám mm	I _{nom} A	Capacidad de Distribución Sistema Trifásico						Base: 100 KVA, 208 V			Peso Kg/Km
				KVA-m para dV = 1 %			A-m para dV = 1 %			R _o	X _o	Z _o	
				0,80	0,90	1,00	0,80	0,90	1,00	% / m	% / m	% / m	
14	2,08	3,41	15	53	47	45	146	131	124	23,38	0,4830	23,658	29
12	3,31	13,93	20	83	75	71	231	207	197	14,70	0,4479	14,610	43
10	5,26	4,55	30	131	118	112	364	327	312	9,25	0,4167	9,255	64
8	8,36	6,10	40	205	185	177	570	514	497	5,82	0,3888	5,832	107
6	13,30	7,87	55	305	279	268	849	775	744	3,80	0,3818	3,822	165
4	21,15	9,08	70	469	433	419	1304	1203	1165	2,39	0,3592	2,420	251
2	33,60	10,62	95	711	666	652	1976	1852	1812	1,50	0,3373	1,541	382
1/0	53,50	13,46	125	1040	1000	949	2693	2780	2639	0,95	0,3373	1,005	597
2/0	67,40	14,60	145	1223	1189	1193	3400	3308	3317	0,77	0,3296	0,841	743
3/0	85,00	15,90	165	1453	1419	1453	4042	3948	4040	0,62	0,3229	0,696	906
4/0	107,20	17,40	195	1726	1735	1783	4800	4827	4960	0,49	0,3144	0,583	1124
250	126,18	19,40	215	1909	1952	2027	5308	5428	5637	0,41	0,3206	0,523	1355
300	152,22	20,80	240	2013	2067	2148	5600	5750	5976	0,39	0,3123	0,496	1587
350	177,42	22,10	260	2216	2306	2420	6163	6413	6732	0,33	0,3076	0,453	1855
400	203,08	23,30	280	2395	2525	2677	6661	7023	7449	0,29	0,3070	0,423	2077
500	253,17	25,40	320	2707	2913	3141	7529	81102	8738	0,24	0,3008	0,382	2625

Anexo 6

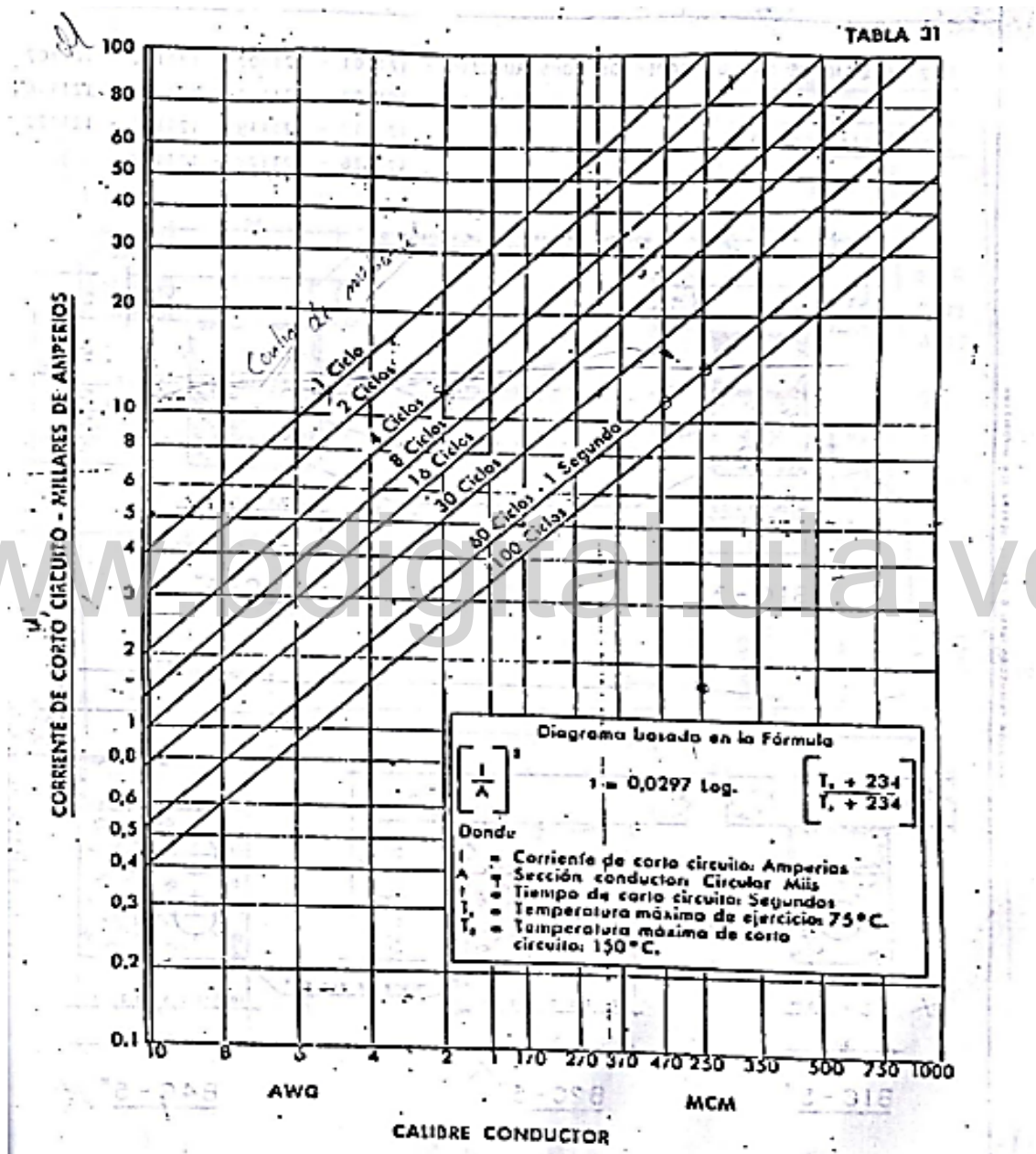
Figura A.6. Tablas de conductor eléctrico TTU-600V. Fuente: Suministrada en Instalaciones eléctricas por el profesor Nelson Ballester.

CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTORES DE COBRE CON AISLAMIENTO TTU – 600 V, 75 °C, EN DUCTO NO MAGNETICO, EN SISTEMA TRIFÁSICO 120/208 V, 60 Hz., TEMPERATURA AMBIENTE 30 °C

Calibre AWG Kcmil	Sección mm ²	Diám mm	I _{nom} A	Capacidad de Distribución Sistema Trifásico						Base: 1000 KVA, 208 V			Peso Kg/Km
				KVA-m para dV = 1 %			A-m para dV = 1 %			R _o	X _o	Z _o	
				0,80	0,90	1,00	0,80	0,90	1,00	% / m	% / m	% / m	
14	2,08	3,41	15	50	45	42	139	125	118	24,544	0,4176	24,546	32
12	3,31	13,93	20	79	71	67	220	197	188	15,435	0,3918	15,442	43
10	5,26	4,55	30	125	112	107	347	312	297	9,707	0,3638	9,711	63
8	8,36	6,10	45	196	177	169	543	491	469	6,105	0,3638	6,117	97
6	13,30	7,87	65	306	278	266	849	771	740	3,839	0,3266	3,853	170
4	21,15	9,08	85	472	433	418	1310	1202	1160	2,416	0,3047	2,435	254
2	33,60	10,62	115	720	670	652	2001	1860	1811	1,518	0,2857	1,543	377
1/0	53,50	13,46	150	1060	1009	997	2793	2803	2770	0,956	0,2948	1,000	600
2/0	67,40	14,60	175	1284	1238	1234	3567	3440	3427	0,758	0,2848	0,811	748
3/0	85,00	15,90	200	1541	1508	1518	4280	4189	4215	0,601	0,2788	0,661	917
4/0	107,20	17,40	230	1839	1829	1861	5109	5081	5168	0,476	0,2698	0,547	1140
250	126,18	19,40	255	2068	2083	2138	5745	5786	5938	0,404	0,2652	0,483	1378
300	152,22	20,80	285	2349	2399	2488	6525	6663	6910	0,337	0,2585	0,425	1632
350	177,42	22,10	310	2582	2672	2799	7173	7421	7776	0,291	0,2562	0,338	1870
400	203,08	23,30	335	2804	2941	3110	7787	8169	8639	0,254	0,2546	0,360	2110
500	253,17	25,40	380	3124	3354	3615	8677	9317	10043	0,206	0,2585	0,330	2620

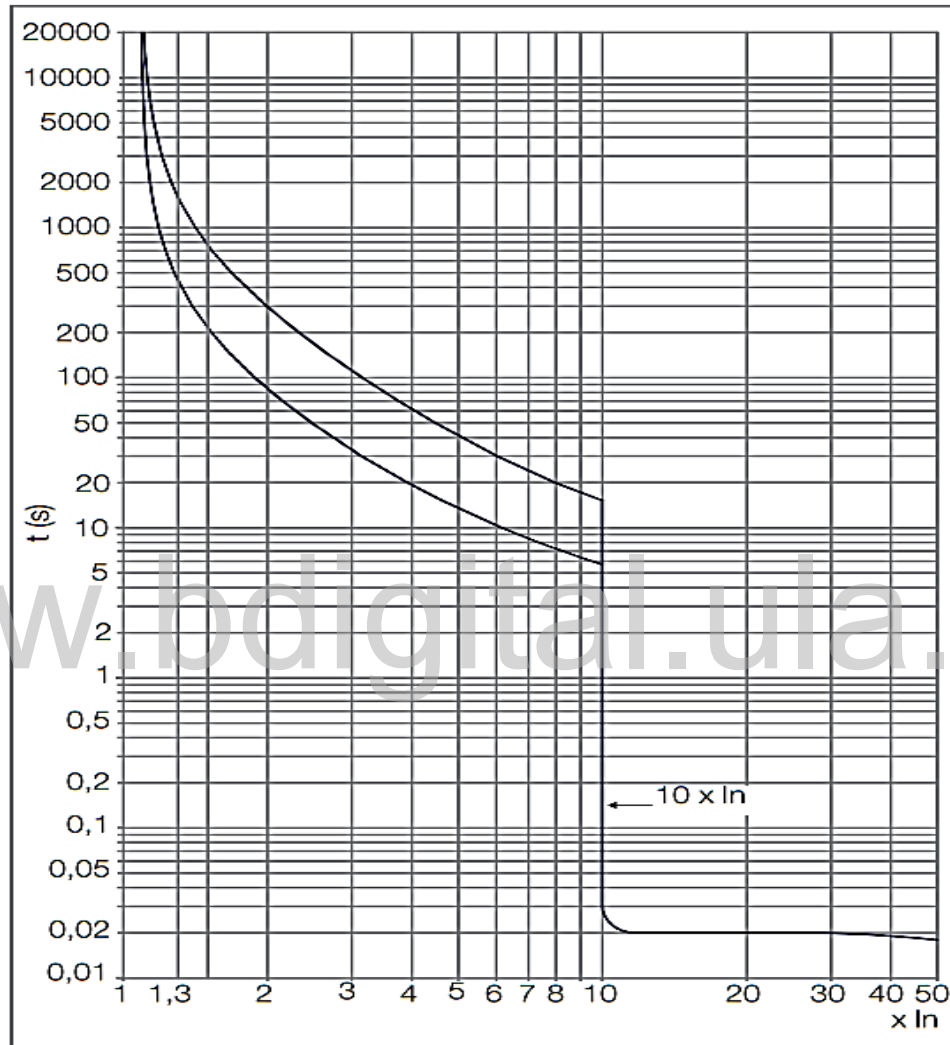
Anexo 7

Figura A.7. Corriente de cortocircuito permisible para conductores de cobre con aislamiento termoplástico. Fuente: Suministrada en Instalaciones eléctricas por el profesor Nelson Ballester.



Anexo 8

Figura A.8. Curva genérica de interruptor. Fuente: Suministrada en Instalaciones eléctricas por el profesor Nelson Ballester.



Anexo 9

Figura A.9. Tablero Tipo NLAB. Fuente: Suministrada en Instalaciones eléctricas por el profesor Nelson Ballester.

Número de Circuitos	AMP.	SIN PRINCIPAL					CON PRINCIPAL				
		MONOFASICO MODELO	TRIFASICO MCELO	PROF.	ANCH.	ALTO	MONOFASICO MODELO	TRIFASICO MODELO	PROF.	ANCH.	ALTO
4	50	NLAB304L	NLAB404L	13	50	50	NLAB304AB	NLAB404AB	13	50	60
6		NLAB306L	NLAB406L	13	50	50	NLAB306AB	NLAB406AB	13	50	60
8		NLAB308L	NLAB408L	13	50	50	NLAB308AB	NLAB408AB	13	50	60
10		NLAB310L	NLAB410L	13	50	50	NLAB310AB	NLAB410AB	13	50	60
12		NLAB312L	NLAB412L	13	50	50	NLAB312AB	NLAB412AB	13	50	60
14	100	NLAB314L	NLAB414L	13	50	60	NLAB314AB	NLAB414AB	13	50	70
16		NLAB316L	NLAB416L	13	50	60	NLAB316AB	NLAB416AB	13	50	70
18		NLAB318L	NLAB418L	13	50	60	NLAB318AB	NLAB418AB	13	50	70
20		NLAB320L	NLAB420L	13	50	60	NLAB320AB	NLAB420AB	13	50	70
22	225	NLAB322L	NLAB422L	13	50	70	NLAB322AB	NLAB422AB	13	50	90
24		NLAB324L	NLAB424L	13	50	70	NLAB324AB	NLAB424AB	13	50	90
26		NLAB326L	NLAB426L	13	50	70	NLAB326AB	NLAB426AB	13	50	90
28		NLAB328L	NLAB428L	13	50	70	NLAB328AB	NLAB428AB	13	50	90
30		NLAB330L	NLAB430L	13	50	80	NLAB330AB	NLAB430AB	13	50	100
32		NLAB332L	NLAB432L	13	50	80	NLAB332AB	NLAB432AB	13	50	100
34		NLAB334L	NLAB434L	13	50	80	NLAB334AB	NLAB434AB	13	50	100
36		NLAB336L	NLAB436L	13	50	80	NLAB336AB	NLAB436AB	13	50	110
38		NLAB338L	NLAB438L	13	50	90	NLAB338AB	NLAB438AB	13	50	110
40		NLAB340L	NLAB440L	13	50	90	NLAB340AB	NLAB440AB	13	50	110
42	NLAB342L	NLAB442L	13	50	90	NLAB342AB	NLAB442AB	13	50	110	

Anexo 10

Figura A.10. Cantidad máxima de cables UTP según su categoría. Fuente: Suministrada en Redes de computadoras por el profesor José Uzcátegui.

Cantidad máxima de cables UTP en tubería (40% de ocupación de la sección)					
Conduit	Categoría y diámetro exterior				
	Cat 5e 0.200"	Cat 6 0.250"	Cat 6A 0.354"	Cat. 6A 0.330"	Cat 6 FTP 0.290"
3/4	5	4	2	2	3
1	9	6	3	4	5
1 1/4	15	10	5	6	7
1 1/2	25	14	7	8	11
2	40	26	13	15	19
2 1/2	70	40	20	23	30
3	100	58	29	33	43