



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

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

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**“DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA PROCESADORA  
DE LÁCTEOS (MILMA LAC) UBICADA EN EL CANTÓN MONTUFAR  
PROVINCIA DEL CARCHI”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título  
de Ingenieros Eléctricos en Sistemas Eléctricos de Potencia

**AUTORES:**

ESPINOZA ZAMORA JUAN RODRIGO  
CISNEROS CHERRES EDGAR ADRIAN

**TUTOR:**

FRANKLIN HERNÁN VÁSQUEZ TENEDA

**LATACUNGA - ECUADOR**

**Marzo - 2021**



## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Espinoza Zamora Juan Rodrigo y Cisneros Cherres Edgar Adrián, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: **“DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS (MILMA LAC) EN EL CANTÓN MONTUFAR PROVINCIA DEL CARCHI”**, siendo el Ing. Franklin Hernán Vásquez Teneda tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

.....  
Espinoza Zamora Juan Rodrigo

C.I. 172597290-3

.....  
Cisneros Cherres Edgar Adrián

C.I. 120687562-5



## AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

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

**“DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS (MILMA LAC) UBICADA EN EL CANTÓN MONTUFAR PROVINCIA DEL CARCHI”**, Espinoza Zamora Juan Rodrigo y Cisneros Cherres Edgar Adrián, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero, 2021

El Tutor:

Ing. MSc. Franklin Hernán Vásquez Teneda

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN



## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas (CIYA); por cuanto, los autores: Espinoza Zamora Juan Rodrigo y Cisneros Cherres Edgar Adrián con el título de Proyecto de titulación: **“DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA PROCESADORA DE LACTEOS (MILMA LAC) UBICADA EN EL CANTÓN MONTUFAR PROVINCIA DEL CARCHI”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, Febrero, 2021

Para constancia firman:

**Lector 1 (Presidente)**

Ing. MSc. Barbosa Galarza Efrén

C.I. 050142072-3

**Lector 2**

Ing. MSc. Marco León Segovia

C.I. 050230540-2

**Lector 3**

Ing. MSc. Suárez Vinueza Rommel

C.I. 180416535-3

## AGRADECIMIENTO

“Solo el conocimiento y la ilustración pueden traer la paz. (Nicola Tesla)”  
Primeramente agradecemos a la Universidad Técnica de Cotopaxi por habernos acogido y formar parte del Alma Mater ofreciéndonos el mejor regalo que un ser humano puede recibir como lo es el conocimiento científico, De igual manera queremos agradecer a todos los docentes que formaron parte en este proceso de nuestra formación brindándonos los conocimientos necesarios para formarnos como buenos profesionales “Juan Espinoza”.

Hace 6 años empecé con este camino extenso y constante, dentro de mi carrera donde tuve obstáculos y vías libres, en este trayecto estuvieron inmiscuidos muchos de mis familiares como puntos de hidratación y apoyo. Quiero empezar agradeciendo a mi madre por ser mi motor y guía durante el proceso, también por estar pendiente de que nada me faltara a mi padre por haberme enseñado desde pequeño que en la vida nada es gratis, que las mejores cosas llegan con el esfuerzo propio, a mi hijo quien es la razón más importante en mi vida. A mis hermanos que con el día a día con su presencia, respaldo y cariño me impulsaron a seguir adelante, además de saber que mis logros también son suyos. Tuve la suerte de tener un tío Bolívar Cisneros quien no me regalo nada pero si me lo dio todo, él fue quien me enseñó que trabajando se alcanzan los sueños, más que un apoyo económico fue mi apoyo emocional y de conocimientos, a mi tío Medardo, su esposa y suegra por haberme dado un apoyo moral, y acogiéndome en su hogar cada fin de semana dejándome saber que podía contar con ellos para lo que necesitara gracias por ser mi amigos, no podía dejar a de agradecer a mi novia por estar pendiente de las cosas sencillas he importantes en mi vida, un agradecimiento fraterno a Dios por darme salud y motivos para seguir esforzándome. También quiero dar un infinito agradecimiento a la universidad TECNICA DE COTOPAXI y sus docentes por haberme permitido ser parte de ella y abrirme las puertas de su seno científico dado la oportunidad de aprender y llevar acabo un sueño. Y para terminar agradezco también a todos los que fueron mis compañeros durante todos los niveles de universidad ya que con el compañerismo y apoyo moral han logrado elevar mis ganas de seguir adelante en mi carrera “Adrián Cisneros”. Agradecemos infinitamente a nuestro asesor de tesis ing. Franklin Vázquez Teneda, por habernos brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos científicos, así como también por habernos tenido toda la paciencia del mundo para guiarnos en el desarrollo de la tesis.

Juan Espinoza & Adrian Cisneros

## **DEDICATORIA**

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijos, son los mejores padres.

Juan Espinoza & Adrián Cisneros

# CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	i
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN .....	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DEDICATORIA .....	v
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	17
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO. ....	19
3. JUSTIFICACIÓN.....	19
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	20
4.1. Directos: .....	20
4.2. Indirectos:.....	20
5. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN. ....	20
6. OBJETIVOS. ....	20
6.1. Objetivo general.....	20
6.2. Objetivos específicos.....	20
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS. ....	21
8. ESTADO DEL ARTE .....	22
CAPÍTULO 1 .....	23
9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO .....	24
9.1. Redes de distribución de acuerdo al tipo de carga .....	24
9.2. Niveles de voltaje en ecuador de acuerdo al “MEER” .....	24
9.2.1. Punto de Recepción 77- Subestación Ibarra (Bellavista).....	26
9.2.2. Punto de Recepción 79- Subestación Ibarra (Bellavista).....	26
9.2.3. Redes Secundarias.....	26
9.2.4. Acometidas y Medidores.....	26
9.2.5. Redes de alimentación para cargas industriales .....	27
9.2.6. Perturbaciones .....	28
9.2.7. Redes de alimentación para cargas mixtas .....	28
9.2.8. Redes de alimentación para cargas de alumbrado .....	28

9.3.	Características de la carga .....	28
9.3.1.	Densidad de carga .....	29
9.3.2.	Carga instalada .....	29
9.3.3.	Carga máxima .....	30
9.3.4.	Demanda mínima .....	30
9.3.5.	Número de horas equivalentes .....	30
9.3.6.	Demanda .....	30
9.3.7.	Curva de carga diaria .....	30
9.3.8.	Curvas de duración de carga diaria .....	31
9.3.9.	Curvas de carga anual .....	31
9.3.10.	Curvas de duración de carga anual .....	31
9.3.11.	Tasa de crecimiento de la demanda .....	31
9.3.12.	Factor de demanda .....	32
9.3.13.	Factor de utilización .....	32
9.3.14.	Factor de potencia.....	32
9.3.15.	Carga promedio.....	33
9.3.16.	Factor de carga.....	33
9.3.17.	Factor de coincidencia.....	33
9.4.	Diseño de los circuitos industriales .....	33
9.4.1.	Demanda .....	33
9.4.2.	Centro de carga .....	34
9.4.3.	Red de suministro.....	35
9.4.4.	Sistema de alimentación radial .....	35
9.4.5.	Resistencia. (R.Ω).....	37
9.4.6.	Calculo de la resistividad (ρ).....	37
9.4.7.	Inductancia (L) Henrios.....	38
9.4.8.	Capacitancia (C) Faradios .....	38
9.4.9.	Conductancia (G).....	39
9.4.10.	Susceptancia.....	39
9.5.	Elementos del sistema eléctrico .....	39
9.6.	Conductores Eléctricos.....	40
9.6.1.	Aislamiento de conductores.....	40
9.6.2.	Selección de conductores eléctricos .....	41
9.6.3.	Conductores de potencia .....	42
9.7.	Características generales de los conductores .....	43

9.7.1.	Densidad del cobre.....	43
9.7.2.	Densidad del alambre de acero vestido de cobre.....	43
9.7.3.	Selección del calibre del conductor.....	44
9.7.4.	Calibre mínimo y capacidad de los circuitos ramales .....	44
9.7.5.	Conexiones .....	45
9.7.6.	Puesta a tierra .....	45
9.7.7.	Método de 3 puntas.....	46
9.7.8.	La regla del 62%.....	47
9.8.	Voltaje de toque.....	47
9.9.	Voltaje de paso.....	50
9.10.	Electrodo a tierra.....	51
9.11.	Malla a tierra .....	52
9.11.1.	Funcionalidad de la malla a tierra .....	52
9.11.2.	Selección del conductor .....	53
9.11.3.	Conexiones .....	53
9.11.4.	Conexiones bronceadas .....	53
9.11.5.	Conexión exotérmica.....	53
9.12.	Normas para el sistema de distribución.....	54
9.12.1.	Normas en la parte eléctrica ecuatoriana.....	54
9.12.2.	Medio voltaje .....	56
9.13.	Clasificación de tableros.....	57
9.13.1.	Tableros de Medidores .....	58
9.13.2.	Tableros de distribución principales .....	58
9.13.3.	Tableros de distribución secundarios.....	58
9.13.4.	Tableros de suministro.....	59
9.13.5.	Tableros de Comando o control.....	59
9.13.6.	Tableros de medición directa o indirecta.....	59
9.13.7.	Tableros de transferencia.....	59
9.13.8.	Tableros especiales .....	59
9.14.	Normas adaptables a tableros universales .....	60
9.14.1.	Disposiciones aplicables a tableros de distribución.....	60
9.14.2.	Acometida de medio Voltaje.....	60
9.14.3.	Transformadores y seccionadores .....	61
9.15.	Tipos de celdas .....	61
9.15.1.	Celda de seccionamiento y remonte.....	61

9.16.	Transformadores de distribución .....	62
9.16.1.	Transformadores convencionales .....	62
9.17.	Conexiones interiores.....	62
9.17.1.	Tomas de corriente .....	62
9.18.	Normativa para circuitos de Fuerza .....	63
9.18.1.	Luminarias .....	63
9.18.2.	Sistemas de protección .....	64
9.18.3.	Protección con Interruptores magnetotérmicos. ....	65
9.18.4.	Interruptor diferencial.....	65
10.	PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS .....	65
11.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	66
11.1.	Método analítico .....	66
11.2.	Tipos de investigación .....	66
11.2.1.	Investigación de campo:.....	66
11.2.2.	Investigación bibliográfica:.....	66
11.2.3.	Cálculo de la sección mínima del conductor .....	67
11.2.4.	Caída de voltaje trifásica .....	67
11.2.5.	Cálculo del interruptor magnetotérmico .....	68
12.	METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL .....	68
12.1.	Método analítico .....	68
12.2.	Tipos de investigación .....	69
12.2.1.	Investigación de campo:.....	69
12.2.2.	Investigación bibliográfica:.....	69
12.2.3.	Cálculo de la sección mínima del conductor .....	69
12.2.4.	Caída de voltaje trifásica .....	70
12.2.5.	Cálculo del interruptor magnetotérmico .....	70
13.	CRONOGRAMA.....	72
CAPÍTULO 2 .....		73
14.	ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL PROYECTO.....	74
14.1.	Cálculos (STBI #1) .....	76
14.2.	Cálculos (STDI #2) .....	78
14.3.	Cálculos (STDI #3) .....	80
14.4.	Cálculos (STBD #4).....	82
14.5.	Cálculos (STDI #5) .....	85
14.6.	Cálculos (STDI #6).....	87

14.7.	Cálculos (STDI#7).....	90
14.8.	Cálculos (STDI #8).....	93
14.9.	Sub tablero de distribución segunda planta .....	97
14.10.	Casa de guardianía .....	99
15.	CÁLCULO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL.....	101
16.	CÁLCULO DE LA MALLA A TIERRA.....	103
16.1.	Datos del transformador a utilizar en la planta (MILMA LAC): .....	103
16.2.	Sección mínima del conductor de malla de puesta a tierra .....	105
16.3.	Límites de tenciones peligrosas. ....	105
16.4.	Diseño sin capa superficial de grava. ....	106
16.5.	Diseño con capa superficial de grava. ....	107
16.6.	Diseño de la malla .....	108
16.7.	Longitud del conductor horizontal.....	108
16.8.	Resistencia de la malla .....	109
16.9.	Área de la malla.....	109
16.10.	Tensiones de malla y paso.....	110
16.11.	Tensión de malla .....	111
16.12.	Calculo de la tensión de paso de la malla a tierra.....	113
16.13.	Corriente de cortocircuito máxima de la planta (MILMA LAC) .....	114
16.14.	Protecciones termomagnéticas.....	115
16.15.	Curvas de disparo de los termomagnéticos .....	115
16.16.	Cálculo de la capacidad planta (MILMA LAC).....	116
17.	AMPLIACIÓN DE LA RED PRIMARIA.....	118
17.1.	Tasa de crecimiento de la demanda .....	118
18.	CÁLCULO LUMINOTÉCNICO.....	119
19.	PRESUPUESTO DEL PROYECTO .....	127
20.	CONCLUSIONES .....	136
21.	RECOMENDACIONES .....	137
22.	BIBLIOGRAFÍA .....	137
23.	ANEXOS .....	139
24.	PLANOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA MILMA LAC.....	144

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Centrales de generación EMELNORTE S.A. ....	24
<b>Tabla 2:</b> Niveles de voltaje de las diferentes sub estaciones de EMELNORTE.....	25
<b>Tabla 3:</b> Área y Calibre de los conductores AWG.....	43
<b>Tabla 4:</b> Área y Calibre de los conductores MCM.....	44
<b>Tabla 5:</b> Voltajes que resiste el cuerpo humano en función de la frecuencia. ....	49
<b>Tabla 6:</b> Impedancia del cuerpo humano en función del voltaje y la frecuencia. ....	50
<b>Tabla 7:</b> Niveles de voltaje según el ARCONEL.....	54
<b>Tabla 8:</b> sistemas monofásicos y trifásicos. ....	56
<b>Tabla 9:</b> Disposición de los tableros de distribución.....	59
<b>Tabla 10:</b> Niveles de iluminación recomendados por la normativa NEC.....	64
<b>Tabla 11:</b> Variables del proyecto .....	71
<b>Tabla 12:</b> Cronograma del proyecto. ....	72
<b>Tabla 13:</b> Cuadro de cargas representativas primera planta.....	74
<b>Tabla 14:</b> Sub Tablero de distribución interno #1.....	76
<b>Tabla 15:</b> Sub Tablero de distribución interno #2.....	78
<b>Tabla16:</b> Sub Tablero de distribución interno #3.....	80
<b>Tabla 17:</b> Sub Tablero de distribución interno #4.....	82
<b>Tabla 18:</b> Sub Tablero de distribución interno #5.....	85
<b>Tabla 19:</b> Sub Tablero de distribución interno #6.....	87
<b>Tabla 20:</b> Sub Tablero de distribución interno #7.....	90
<b>Tabla 21:</b> Sub Tablero de distribución interno #8.....	93
<b>Tabla 22:</b> Sub Tablero de distribución interno segunda planta. ....	97
<b>Tabla 23:</b> Sub Tablero de distribución interno casa de guardianía.....	99
<b>Tabla 24:</b> Sub Tablero de distribución interno alumbrado exterior. ....	100
<b>Tabla 25:</b> Sub Tablero de distribución interno segunda planta. ....	101
<b>Tabla 26:</b> Cálculo de la capacidad de la planta Milma Lac.....	117
<b>Tabla 27:</b> Caída de voltaje de la ampliación red primaria.....	118
<b>Tabla 27:</b> presupuesto de postes y accesorios. ....	127
<b>Tabla 28:</b> presupuesto de conductores y accesorios.....	129
<b>Tabla 29:</b> precios del transformador y accesorios. ....	129
<b>Tabla 30:</b> Materiales para la malla a tierra. ....	131
<b>Tabla 31:</b> Acometidas y medidores.....	131

<b>Tabla 32:</b> breakers.....	132
<b>Tabla 33:</b> Alumbrado público.....	132
<b>Tabla 34:</b> Materiales generales.....	133
<b>Tabla 35:</b> bandejas y canalizaciones .....	134
<b>Tabla 36:</b> montaje y pruebas de equipos.....	134
<b>Tabla 37:</b> Precio total del proyecto.....	135
<b>Tabla 38:</b> tablas de Van y el Tir. ....	135

## ÌNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Distribución e la carga en el espacio físico.....	34
<b>Figura 2:</b> Distribución de la carga en el espacio físico. ....	35
<b>Figura 3:</b> Circuito de alimentación sistema radial.....	36
<b>Figura 4:</b> Circuito de alimentación sistema en anillo. ....	36
<b>Figura 5:</b> Método de Wenner.....	46
<b>Figura 6:</b> Método de tres picas. ....	46
<b>Figura 7:</b> Método del 62%.....	47
<b>Figura 8:</b> Voltaje de toque.....	48
<b>Figura 9:</b> Voltaje de paso.....	51
<b>Figura 10:</b> Consumo de energía eléctrica de la planta (MILMALAC).....	74
<b>Figura 11:</b> Área de la malla calculada .....	103
<b>Figura 12:</b> Longitud del conductor de la malla.....	108
<b>Figura 13:</b> Corriente de cortocircuito en el tablero general. ....	114
<b>Figura 14:</b> Simulación de los termomagnéticos.....	115
<b>Figura 15:</b> Curva de disparo del termomagnético principal. ....	116
<b>Figura 16:</b> Coordinación de las protecciones planta (MILMA LAC).....	116
<b>Figura 17:</b> Alumbrado exterior.....	119
<b>Figura 18:</b> Alumbrado en el área de producción. ....	119
<b>Figura 19:</b> Alumbrado en el área de hilado.....	120
<b>Figura 20:</b> Alumbrado en el área de recepción.....	121
<b>Figura 21:</b> Alumbrado en el área de laboratorio.....	121
<b>Figura 22:</b> Alumbrado en el área de producto terminado.....	122
<b>Figura 20:</b> Alumbrado en el área de empacado.....	122
<b>Figura 21:</b> Alumbrado en el área de envasado. ....	122
<b>Figura 22:</b> Alumbrado en el área 1 de maduración. ....	123

<b>Figura 23:</b> Alumbrado en el área 2 de maduración. ....	123
<b>Figura 24:</b> Alumbrado en el área 3 de maduración. ....	124
<b>Figura 25:</b> Alumbrado en el área de salmuera.....	124
<b>Figura 26:</b> Alumbrado en el área de insumos. ....	125
<b>Figura 27:</b> Alumbrado en el área de gerencia.....	125
<b>Figura 28:</b> Alumbrado en el área de reuniones. ....	126
<b>Figura 29:</b> Alumbrado en el área de baños.....	126
<b>Figura 30:</b> Alumbrado en el área de insumos segunda planta.....	127



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**AUTORES:** Cisneros Cherres Edgar Adrián

Espinoza Zamora Juan Rodrigo

**ABSTRACTO**

Este proyecto se basa en etapas específicas del plan de estudio y diseño, en donde parte de la recopilación de una base teórica conlleva al estudio y análisis para una selección de los elementos que conforman el nuevo sistema eléctrico de medio y bajo voltaje cada elemento de la red como conductores, protecciones, capacidad de alimentación, malla a tierra entre otros. Se empezara calculando la demanda total de la carga eléctrica basándose en requerimientos eléctricos de la industria luego se procederá a un análisis de la nueva área en la cual se distribuirán los diferentes circuitos de media y baja tensión dando paso a la planificación de acuerdo a los planos entregados por el propietario de la planta posteriormente se procederá con la selección de acuerdo a las características técnicas de los elementos como conductores llaves termo magnéticas, tableros de distribución y demás elementos que encajen con un presupuesto aceptable para el proyecto, basándonos en las normativas y reglamentos del MEER el nuevo diseño eléctrico tendrá la capacidad de soportar cargas futuras que permitirán crecer a la empresa y garantizar la productividad de la misma, el nuevo sistema eléctrico también contara con el sistema de puesta a tierra que evitara que sobretensiones o fugas de corrientes dañen la vida útil de los equipos y maquinaria que intervengan en los distintos procesos de producción además de contar con una cámara de transformación que garantizara la alimentación de energía eléctrica a los diferentes circuitos, la misma que estará en condiciones de soportar un aumento de carga planificada a futuro al realizar este proyecto se pretende que la empresa Milma Lac cuente con un sistema de electrificación con los más altos estándares de seguridad y confiabilidad.

**Palabras clave:** Luminarias LED, llaves termo magnéticas, sobre voltajes.



**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**

**FACULTY OF APPLIED ENGINEERING SCIENCES**

**AUTHORS:** Cisneros Cherres Edgar Adrián

Espinoza Zamora Juan Rodrigo

**ABSTRACT**

This project research is focused on specific stages of the study and design plan, where part of the compilation of a theoretical basis leads to the study and analysis for a selection of the elements that make up the new medium and low voltage electrical system, each element of the network such as conductors, protections, power capacity, ground mesh among others. It will begin by calculating the total demand of the electrical load based on the electrical requirements of the industry, then an analysis of the new area will be carried out in which the different medium and low voltage circuits will be distributed, giving way to planning according to the plans Delivered by the owner of the plant, subsequently, the selection will proceed according to the technical characteristics of the elements such as conductors, thermo magnetic keys, distribution boards and other elements that fit with an acceptable budget for the project, based on the rules and regulations of the MEER the new electrical design will have the ability to support future loads that will allow the company to grow and guarantee its productivity, the new electrical system will also have a grounding system that will prevent overvoltages or current leakage from damaging the useful life of the equipment and machinery involved in the different production processes in addition to having a transformation chamber that will guarantee the supply of electrical energy to the different circuits, which will be in a position to support an increase in planned load in the future when carrying out this project, it is intended that the Milma Lac company count with an electrification system with the highest standards of safety and reliability.

**Keywords:** LED luminaires, thermo magnetic keys, overvoltages.



## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del idioma Inglés de la Facultad de Ciencias Humanas y Educación de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma Inglés presentado por los señores estudiantes Egresados de la Carrera de **INGENIERÍA ELÉCTRICA** de la Facultad académica de **CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS: CISNEROS CHERRES EDGAR ADRIAN** con numero de cedula **120687562-5** y **ESPINOZA ZAMORA JUAN RODRIGO** con cedula **172597290-3**, cuyo título versa, “**DISEÑO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA PLANTA PROCESADORA DE LÁCTEOS (MILMA LAC) UBICADA EN EL CANTÓN MONTUFAR PROVINCIA DEL CARCHI**”, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

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

Latacunga, febrero del 2021

Atentamente,

Mg. José Ignacio Andrade Moran

C.C. 0503101040

**DOCENTE UTC**

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del proyecto**

Diseño del sistema eléctrico de la planta procesadora de lácteos (Milma lac) ubicada en el cantón Montufar provincia del Carchi.

### **Fecha de Inicio:**

Octubre 2020

### **Fecha de finalización:**

Marzo 2020

### **Lugar de ejecución:**

Cantón Montufar

### **Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

### **Carrera que auspicia:**

Carrera de ingeniería eléctrica en sistemas eléctricos de potencia

### **Equipo de trabajo:**

Ing. Franklin Hernán Vásquez Teneda

Cisneros Cherres Edgar Adrián

Espinoza Zamora Juan Rodrigo

### **Tutor del proyecto de investigación:**

#### **Datos personales:**

**Nombres:** Ing. Franklin Hernán

**Apellidos:** Vásquez Teneda

**Nacionalidad:** Ecuatoriana

**Número de cédula:** 1710434497

**Dirección:** Latacunga

**E-mail:** franklin.vasquez@utc.edu.ec

**Teléfono celular:** 0992582968

**Datos personales (Postulante I)**

**Datos personales:**

**Nombres:** Juan Rodrigo

**Apellidos:** Espinoza Zamora

**Nacionalidad:** Ecuatoriana

**Número de cédula:** 1725972903

**Dirección:** Quito, Guamaní Leonidas Dubles E4.43

**E-mail:** juanldu199@hotmail.com

**Datos personales (Postulante II)**

**Nombres:** Edgar Adrián

**Apellidos:** Cisneros Cherres

**Nacionalidad:** Ecuatoriana

**Número de cédula:** 1206875625

**Dirección:** Latacunga barrio San Felipe, 10 de Agosto y Nicaragua

**E-mail:** adrian.cisneros5@utc.edu-ec

**Área de conocimiento:** Ingeniería, diseño y construcción.

**Línea de investigación:**

Energías alternativas y Renovables, Eficiencia energética y Protección Ambiental.

**Sub líneas de investigación:**

Explotación y diseño de sistema eléctricos de potencia

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.**

Este proyecto se basa en etapas específicas del plan de estudio y diseño, en donde parte de la recopilación de una base teórica conlleva al estudio y análisis para una selección de los elementos que conforman el nuevo sistema eléctrico de medio y bajo voltaje cada elemento de la red como conductores, protecciones, capacidad de alimentación, malla a tierra entre otros. Se empezara calculando la demanda total de la carga eléctrica basándose en requerimientos eléctricos de la industria luego se procederá a un análisis de la nueva área en la cual se distribuirán los diferentes circuitos de media y baja tensión dando paso a la planificación de acuerdo a los planos entregados por el propietario de la planta posteriormente se procederá con la selección de acuerdo a las características técnicas de los elementos como conductores llaves termo magnéticas, tableros de distribución y demás elementos que encajen con un presupuesto aceptable para el proyecto, basándonos en las normativas y reglamentos del MEER el nuevo diseño eléctrico tendrá la capacidad de soportar cargas futuras que permitirán crecer a la empresa y garantizar la productividad de la misma, el nuevo sistema eléctrico también contara con el sistema de puesta a tierra que evitara que sobretensiones o fugas de corrientes dañen la vida útil de los equipos y maquinaria que intervengan en los distintos procesos de producción además de contar con una cámara de transformación que garantizara la alimentación de energía eléctrica a los diferentes circuitos, la misma que estará en condiciones de soportar un aumento de carga planificada a futuro al realizar este proyecto se pretende que la planta (MILMA LAC) cuente con un sistema de electrificación con los más altos estándares de seguridad y confiabilidad.

## **3. JUSTIFICACIÓN.**

En el presente trabajo se diseñara el sistema eléctrico para la planta de productos lácteos (MILMA LAC), mediante una planificación de distribución de cargas en cada área de la planta, así el presente trabajo dará como resultado el sistema de medio y bajo voltaje requeridos para los equipos de producción que mejoraran la competencia y producción de la planta, para adaptarse a las nuevas circunstancias del mercado, y profundizar en los diferentes procesos de producción acelerada, además de ofrecer una mirada integral sobre el crecimiento económico y sustentable ayudando a la población local, al diseñar un buen sistema para sus instalaciones eléctricas, se augura que esta planta pueda crecer considerablemente y se crearan nuevas fuentes de trabajo. El motivo que nos llevó a investigar y diseñar en este proyecto es que éste sector de la producción de lácteos siempre está expuesto a cambios por la nueva tecnología que cada

día cambia continuamente y requiere cambios de equipos por lo cual el diseño eléctrico de la planta tiene que soportar estos cambios, Pretendemos entonces ayudar a la planta a tener un buen diseño de la red de media y baja tensión que garantice la continuidad de servicio eléctrico a los equipos de producción.

#### **4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.**

##### **4.1. Directos:**

La planta procesadora de lácteos (MILMA LAC).

##### **4.2. Indirectos:**

Las personas que trabajan en la planta procesadora (MILMA LAC).

#### **5. PROBLEMÁTICA DE LA INVESTIGACIÓN.**

La planta de lácteos (MILMA LAC), ubicada en la provincia del Carchi requiere mejorar su producción generándose el inconveniente que al no contar con un espacio físico de su propiedad no puede abastecer la demanda de sus productos, para superar este problema la planta se construirá un espacio propio y más amplio donde pueda crecer como empresa, esto atrae la necesidad de contar con un nuevo sistema eléctrico que abastezca a toda la planta de producción tanto en bajo como en medio voltaje para el funcionamiento de dichos equipos eléctricos, con la finalidad de que dicho proyecto sea realizado de manera eficaz y cumpla con los estándares de calidad en base a normas exigidas por la empresa eléctrica.

#### **6. OBJETIVOS.**

##### **6.1. Objetivo general.**

Realizar el diseño eléctrico, en baja y media tensión en la planta (MILMA LAC) mediante el análisis de condiciones actuales, para un adecuado diseño del sistema eléctrico que garantice la calidad de medio y bajo voltaje.

##### **6.2. Objetivos específicos.**

- Investigación bibliográfica de los parámetros de diseño eléctrico en sistemas industriales, normativas y reglamentos requeridos por la empresa eléctrica.
- Diseñar el sistema eléctrico de medio y bajo voltaje mediante la evaluación de las cargas a implementarse en la planta.

- Realizar un análisis de los materiales requeridos y determinar un presupuesto acorde al financiamiento de la planta.

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

<b>Objetivo Especifico 1</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
Investigación bibliográfica de los de los parámetros de los parámetros de diseño eléctrico en sistemas industriales, normativas y reglamentos requeridos por la empresa eléctrica.	-Socialización de los parámetros del proyecto de investigación -Investigación en diferentes fuentes bibliográficas que contengan información sobre diseños eléctricos industriales.	-Identificar los actores sociales e industriales	Recopilar información datos técnicos y cuadros estadísticos de los parámetros de diseño eléctrico para sistemas industriales
<b>Objetivo Especifico 2</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>
Diseñar el sistema eléctrico de media y baja tensión mediante la evaluación de las cargas a implementarse en la planta.	-Diseño del sistema eléctrico para cargas monofásicas y trifásicas en medio y bajo voltaje. -Evaluar las cargas para el diseño en la industria	-Equilibrio de cargas conectadas al sistema eléctrico de M/T y B/T. -Tener una perspectiva real del funcionamiento de la carga.	Análisis técnico del diseño eléctrico.  Calculo técnico
<b>Objetivo Especifico 3</b>	<b>Actividad (tareas)</b>	<b>Resultado de la actividad</b>	<b>Descripción de la actividad</b>

Realizar un análisis de los materiales requeridos y determinar un presupuesto acorde al financiamiento de la planta.	-Selección de elementos y equipos en base a características técnicas. -Cuantificar los costos del proyecto mediante un presupuesto.	Abastecimiento total de energía eléctrica a la planta.	Verificación de estándares de calidad y rasgos técnicos de cada uno de los elementos que conforman la propuesta.
--	--	--	--

**Fuente:** [Autores].

## 8. ESTADO DEL ARTE

Los sistemas de electrificación de hoy en día requieren de muchos requerimientos técnicos cumpliendo un papel fundamental y de notable trascendencia a nivel mundial un ejemplo claro es el país de la china que cada día mejora sus procesos industriales mejorando los estándares de calidad es así que una instalación eléctrica se la define como un conjunto de circuitos eléctricos que tienen la misión de conducir y distribuir la energía eléctrica desde un punto de origen o fuente hasta su salida, en las instalaciones industriales es necesario tener una confiabilidad alta que permita garantizar la continuidad en cada uno de los procesos internos a pequeña o gran escala [1].

El código eléctrico ecuatoriano de acuerdo en fijar las condiciones mínimas de seguridad que deben cumplir las instalaciones eléctricas en medio y bajo voltaje con el fin de salvaguardar a las personas que operan o hacen uso de ellas, proteger los equipos y preservar en ambiente en el que han sido construidas.

Las normativas vigentes para instalaciones industriales están realizadas para la modernización y mejoramiento en la calidad de servicio en el fortalecimiento de sus funciones otorgando mejores servicios a la población [2].

# CAPÍTULO 1

## 9. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICO

### 9.1. Redes de distribución de acuerdo al tipo de carga

El usuario dictamina la cantidad de energía que requiere esto permite clasificar las cargas por medio de un criterio del diseñador [3].

La red de alimentación es un circuito que provee de energía eléctrica a una determinada carga la misma que se toma de los entes encargados en la distribución ya sea la empresa eléctrica de distribución o por medio de un contrato de otra empresa activa en el mercado en M/T y B/T.

### 9.2. Niveles de voltaje en Ecuador de acuerdo al “MEER”

- Bajo voltaje: voltaje menor igual 0,6 kV
- Medio voltaje: voltaje mayor a 0,6 y menor igual a 40 kV
- Alto voltaje grupo 1: voltaje mayor a 40 y menor a 138 kV
- Alto voltaje grupo 2: voltaje mayor a 138 kV

Mediante escritura pública otorgada en la ciudad de Ibarra, el 25 de noviembre de 1975, se constituyó la Sociedad Anónima, Civil y Mercantil “EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE” Siendo esta una empresa líder en la generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en la Zona Norte del País, que entrega servicios de calidad e impulsa el desarrollo industrial, comercial, social y turístico de la región.

EMELNORTE S.A. recibe la alimentación de energía casi en su totalidad del Sistema Nacional Interconectado, mediante tres puntos de interconexión con el Sistema Nacional Interconectado, dos ubicados en la Subestación Ibarra a un nivel de 138/69 kV y 138/34,5 Kv; y un punto en la Subestación Tulcan a nivel de 138/69 kV; una parte minoritaria de carga es abastecida por plantas hidroeléctricas propias como son la Central Térmica San Francisco su capacidad de generación se presenta en la siguiente tabla además hay otras centrales privadas que prestan servicio al área de concesión como son Molinos la Unión, Electroandina e Hidroimbabura.

**Tabla 1:** Centrales de generación EMELNORTE S.A.

CENTRAL	TIPO	GENERAACIÓN
El Ambi	Hidráulica	2 x 4 MW
La Playa	Hidráulica	3 x 0,4 MW

San Miguel de Car	Hidráulica	1 x 3 MW
San Francisco	Térmica	1 x 2,5 MW

**Fuente.** [1]

La potencia instalada de generación propia es de 15.140 kW (Hidráulica 12.640 kW y Térmica 2.500 kW) entregando una potencia efectiva de 13.330 kW, la distribución de la energía primaria se le hace a partir de 15 subestaciones con una capacidad instalada de 122.500 kVA.

Estas subestaciones están interconectadas por 240,9 km de líneas de subestación de 69 kV y solamente dos de ellas por líneas de 34,5 kV que sirven para evacuar la generación de las centrales hidráulicas Ambi y San Miguel de Car.

**Tabla 2:** Niveles de voltaje de las diferentes sub estaciones de EMELNORTE.

SUBESTACION	UBICACIÓN		TIPO	VOLTAJE(kV)			CAPACIDAD (MVA)	
	Cantón	Provincia		1	2	3	OA	FA
Cayambe	Cayambe	Pichincha	R	69	13.8	-	10	12.5
Tabacundo	Pedro Moncayo	Pichincha	R	34.5	13.8	-	3.75	-
Otavalo	Otavalo	Imbabura	R	69	13.8	-	10	12.5
San Vicente	Otavalo	Imbabura	S	34.5	34.5	-	-	-
Atuntaqui	Antonio Ante	Imbabura	R	34.5	13.8	-	8.5	9.5
Despacho de Carga	Ibarra	Imbabura	R	34.5	13.8	6.3	15	17.5
Retorno	Ibarra	Imbabura	R	69	13.8	-	10	12.5
San Agustín	Ibarra	Imbabura	R	67	13.8	-	10	12.5
Alpachaca	Ibarra	Imbabura	S	34.5	34.5	-	-	-
El Chota	Ibarra	Imbabura	R	69	13.8	-	5	-
El Ángel	Espejo	Carchi	R	69	13.8	-	2.5	-
San Gabriel	Montúfar	Carchi	R	69	13.8	-	10	12.5

Tulcán	Tulcán	Carchi	R	69	13.8	-	10	12.5
El Rosal	Tulcán	Carchi	R	69	34.5	-	10	12.5
La Playa	Tulcán	Carchi	R	13.8	6.3	-	1.5	-

**Fuente.** [1]

### 9.2.1. Punto de Recepción 77- Subestación Ibarra (Bellavista)

Mediante la transformación 138/69 kV de propiedad TRANSELECTRIC, localizada al sur de Ibarra, desde la cual salen cuatro circuitos de subtransmisión a un nivel de 69 Kv para alimentar al sistema de EMELNORTE S.A. con las siguientes características:

- El primer circuito, luego de recorrer 19,4 km llega a la subestación (S/E) Otavalo y continúa con un recorrido de 26,5 km hasta la (S/E) Cayambe.
- El segundo circuito, con un recorrido de 6 km llega a la (S/E) San Agustín y continúa 2 km adicionales hasta la (S/E) el Retorno.
- El tercer circuito, llega a la S/E El Chota con un recorrido de 20,5 km y continúa hasta la S/E El Ángel con un recorrido adicional de 20,5 km.
- El cuarto circuito, llega a la S/E San Gabriel con una distancia de 29 km

### 9.2.2. Punto de Recepción 79- Subestación Ibarra (Bellavista)

Punto de interconexión con un transformador 138/34,5 kV de donde sale a la subestación de seccionamiento Alpachaca con un recorrido de 3,7 km de ésta subestación salen tres circuitos a un nivel de voltaje de 34,5 Kv.

- El primero hacia la S/E Atuntaqui a una distancia de 5,5 km.
- El segundo, con un recorrido de 37 km llega a la S/E Tabacundo.
- El tercero, va a la S/E Diesel a una distancia de 1,3 km

### 9.2.3. Redes Secundarias

Las redes de baja tensión son trifásicas, de dos fases y monofásicas a un voltaje de 220/127 V y 240/120 V que de igual manera que las de alta tensión son de tipo radial y de varios calibres.

### 9.2.4. Acometidas y Medidores

Las acometidas en general se hallan instaladas con y sin conectores, en este último caso se entorchan directamente a las redes produciendo en algunos casos falsos contactos y variaciones

de voltaje por esa causa afortunadamente, en general son efectuadas con conductor de leación de aluminio, o sea del mismo material de la red. La mayoría de las acometidas se las instala con conductor Duplex # 6 AWG y Triplex # 4 AWG.

Los medidores son de varios tipos y marcas, hay trifásicos, de dos fases y monofásicos son entregados a los usuarios bajo contrato, la Empresa mantiene la propiedad y se encarga del mantenimiento; controlando el funcionamiento apropiado de cada medidor para que el consumo registrado sea correcto y también el estado del medidor.

### 9.2.5. Redes de alimentación para cargas industriales

Esta red de alimenta cargas resistivas, inductivas, se encuentra casi siempre en el centro de las ciudades donde se dedican a las actividades de comercialización o transformación de la materia en productos terminados, este tipo de cargas suelen inyectar armónicos a la red principal por lo que requieren de una atención especial ya que al tener cargas inductivas bajan el factor de potencia y esto es penalizado por los entes reguladores.

Los aspectos de calidad del producto técnico que se controlarán en una red de alimentación son el nivel de voltaje, perturbaciones y el factor de potencia, siendo el Distribuidor responsable de efectuar las mediciones correspondientes, el procesamiento de los datos levantados, la determinación de las compensaciones que pudieran corresponder a los consumidores afectados y su pago a los mismos [5].

#### Nivel de Voltaje

$$\Delta V_k(\%) = \frac{V_k - V_n}{V_n} * 100 \quad (1)$$

Donde:

$\Delta V_k$  = Variación de voltaje, en el punto de medición, en el intervalo k de 10 minutos.

$V_k$  = Voltaje eficaz (rms) medido en cada intervalo de medición k de 10 minutos.

$V_n$  = Voltaje nominal en el punto de medición.

### 9.2.6. Perturbaciones

Para la evaluación de la calidad, con respecto al flicker, se considera el índice de severidad por flicker de corta duración ( $P_{st}$ ) en intervalos de medición de 10 minutos, definido de acuerdo a las normas IEC; donde se lo determina con la siguiente expresión:

$$P_{st} = \sqrt{0.0314P_{0.1} + 0.0525P_1 + 0.0657P_3 + 0.28P_{10} + 0.08P_{50}} \quad (2)$$

Donde:

$P_{st}$  = Índice de severidad de flicker de corta duración.

$P_{0.1}, P_1, P_3, P_{10}, P_{50}$  = Niveles de efecto “flicker” que se sobrepasan durante el 0,1%, 1%, 3%, 10%, 50% del tiempo total del periodo de observación.

El índice de severidad del flicker ( $P_{st}$ ) en el punto de medición respectivo, no debe superar la unidad. Se considera el límite ( $P_{st}$ ) =1 como el tope de irritabilidad asociado a la fluctuación máxima de luminancia que puede soportar sin molestia al ojo humano en una muestra específica de población.

### 9.2.7. Redes de alimentación para cargas mixtas

Esta red de alimentación provee de energía a cargas inductivas, capacitivos, resistivas lo cual produce un nivel mayor de complejidad en el manejo de pérdidas de energía y control de armónicos.

### 9.2.8. Redes de alimentación para cargas de alumbrado

Esta red alimenta cargas resistivas como lo son las lámparas de mercurio o las de sodio aun que en la actualidad se están implementando lámparas led que tienen un menor consumo.

## 9.3. Características de la carga

Las características de la carga permiten ver el comportamiento de la carga en función del consumo de los usuarios permitiendo llevar un control en el sistema eléctrico interconectado y evitar que el sistema colapse en horas pico.

### 9.3.1. Densidad de carga

El concepto densidad de carga es la relación de carga eléctrica por unidad de longitud, área o volumen:

$$Densidad\ de\ carga = \frac{Carga\ instalada\ kVA}{Área\ de\ la\ Zona\ km^2} \frac{kw}{km^2} \quad (3)$$

Existe una segunda forma de cálculo de la densidad de carga el cual corresponde a un diseño que establece la densidad de carga como la cantidad de kW por cada 100 metros de línea para suministrar el servicio [1].

$$\frac{kW}{100m} = \frac{kWh}{100m} \left( 0,1076 + \frac{0,1114}{N} \right) - 1,286 \quad (4)$$

Donde:

N= es el número de usuarios homogéneos

KVA/100m necesita tomar en cuenta el factor de potencia

$$\frac{kVA}{100m} = \frac{kW}{\cos\varphi}$$

### 9.3.2. Carga instalada

Carga instalada se denomina a la suma de las potencias nominales de cada uno de los equipos o elementos eléctricos conectados al sistema de alimentación se puede expresar en las siguientes unidades kVA, MVA, kW, MW [1].

$$CI = \sum Potencias\ nominales\ de\ las\ cargas \quad (5)$$

### 9.3.3. Carga máxima

Carga o demanda máxima es el valor mayor de carga en un lapso de tiempo especificado. En general para un grupo de demandas son las cargas máximas que destacan del resto de cargas del grupo y hay que prestarles mayor interés ya que es donde se genera la máxima caída de voltaje en el sistema eléctrico dando lugar a las mayores pérdidas de potencia [1].

### 9.3.4. Demanda mínima

La demanda mínima es lo contrario de la demanda máxima se registra en un intervalo de tiempo corto dentro del período de estudio usualmente es el mismo período de la demanda máxima.

### 9.3.5. Número de horas equivalentes

Es el número de horas que la carga máxima requiere energía para que consuma la misma cantidad que la consumida por la curva de carga real en un periodo especificado [1].

$$EH = \frac{\text{Energía total consumida en el periodo (kWh)}}{\text{Carga máxima (kW)}} \quad (6)$$

### 9.3.6. Demanda

Es la cantidad de potencia que requieren las cargas eléctricas o que el usuario necesita para abastecer sus necesidades en un intervalo de tiempo por tanto el período durante el cual se toma el valor medio se denomina intervalo de demanda su duración dependerá del valor de demanda que se desee conocer. Para el cálculo de la demanda hay que tomar en cuenta el intervalo de demanda para diseñar de una manera adecuada el sistema de protección [1].

### 9.3.7. Curva de carga diaria

La curva de carga diaria es una representación gráfica que indica el comportamiento de la carga en horas pico en un intervalo de tiempo estas lecturas graficas son predominantes para las categorías residenciales, comerciales, industriales el cual dan el pico máximo de consumo esto permite analizar la capacidad que requiere el sistema de alimentación dimensionando los transformadores y así evitar las sobrecargas y pérdidas de potencia.

### 9.3.8. Curvas de duración de carga diaria

Las curvas de carga diaria muestran similitud a las curvas de carga diaria demostrando un tiempo de consumo por parte de las cargas dentro de un periodo de estudio.

### 9.3.9. Curvas de carga anual

Estas curvas indican el crecimiento de la carga durante el periodo de estudio ayudando a determinar la tasa de crecimiento, se deben dibujar en lo posible para cuatro años del periodo estadístico [1].

### 9.3.10. Curvas de duración de carga anual

De igual manera estas curvas se deben dibujar para los cuatro años del periodo estadístico, las mismas que demuestran la distribución de las cargas pico durante el transcurso del año, proporcionan información valiosa al momento de tomar decisiones sobre la capacidad instalada si debe ser modificada.

### 9.3.11. Tasa de crecimiento de la demanda

La tasa de crecimiento es un parámetro muy importante según [2] en el diseño de un sistema de distribución dándole así la debida atención, la tasa de crecimiento permite además dimensionar los distintos elementos que formaran la red de distribución y así en el futuro no tener problemas en la red por el crecimiento de la carga conectada a la misma la tasa de crecimiento se la puede obtener mediante un análisis estadístico de las curvas de carga anual como mínimo cuatro años dentro del periodo estadístico [6].

La tasa de crecimiento está determinada por:

$$r = \sqrt[n]{\frac{Dn}{Do}} - 1 \quad (7)$$

Tasa de crecimiento geométrico

$$r = \frac{\frac{Dn}{Do} - 1}{n} \quad (8)$$

Donde:

$D_0$ = Demanda actual

$D_n$ = Demanda para el período de proyección

$n$ = Período de proyección

$n$ = 15 años para redes de distribución

$n$ = 8 años para transformadores de distribución

### 9.3.12. Factor de demanda

El factor de demanda de la carga es el resultado de dividir la carga máxima entre la carga instalada, por lo general da un valor menor a uno.

$$FD = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Carga instalada}} \leq 1 \quad (9)$$

### 9.3.13. Factor de utilización

El factor de utilización es el resultado de dividir la carga máxima entre la capacidad instalada.

$$FU = \frac{\text{Carga máxima}}{\text{Capacidad Instalada}} \quad (10)$$

### 9.3.14. Factor de potencia

Factor de potencia según Ferrán Cremades [7] o coseno de “fi” forma parte del triángulo de potencia presentes dentro de un circuito de corriente alterna de otra forma es el ángulo que se forma entre la potencia activa (P) y la potencia aparente, la incidencia del factor de potencia dentro del circuito es el porcentaje de pérdidas y la regulación de voltaje el cual influye en la calidad de energía y la parte económica del servicio eléctrico. Para los clientes industriales se fija un factor de mínimo de 0,92 como mínimo.

$$\cos\varphi = \frac{\text{Potencia activa}}{\text{Potencia aparente}} \quad (11)$$

### 9.3.15. Carga promedio

La carga promedio está definida como la relación entre el consumo de energía dividida entre el intervalo de tiempo.

$$Dp = \frac{\text{Energía consumida en el tiempo } T}{T} \frac{kWh}{h} \quad (12)$$

### 9.3.16. Factor de carga

El factor de carga se define como la carga promedio dividida por la carga máxima dentro de un mismo período de tiempo especificado, en el caso de un factor de carga bajo indicara que la carga no ejerce presión sobre el sistema.

$$FC = \frac{\text{Demanda Promedio}}{\text{Demanda máxima}} \quad (13)$$

### 9.3.17. Factor de coincidencia

Es el resultado de la división de la demanda máxima de coincidente entre la suma de las demandas máximas individuales de grupo dentro de un mismo intervalo de tiempo es muy importante dentro del diseño de la red de distribución ya que representa a la demanda máxima corregida por dicho factor e implica en la selección de los transformadores y cables.

$$Fco = \frac{\text{Demanda máxima concidente}}{\text{Suma de demandas máximas individuales}} \quad (14)$$

## 9.4. Diseño de los circuitos industriales

### 9.4.1. Demanda

La demanda es la cantidad de potencia requerida por la carga para el debido funcionamiento, la misma que se toma del sistema de alimentación dentro de su cálculo hay que tomar en cuenta diferentes variables como:

1. Horas del día
2. Días de la semana
3. Tipo de carga
4. Estrato socioeconómico

5. Factor de carga
6. Temperatura
7. Nivel de voltaje

Los estudios de la demanda se realizan en diferentes intervalos de tiempo como 15, 30, 60 minutos.

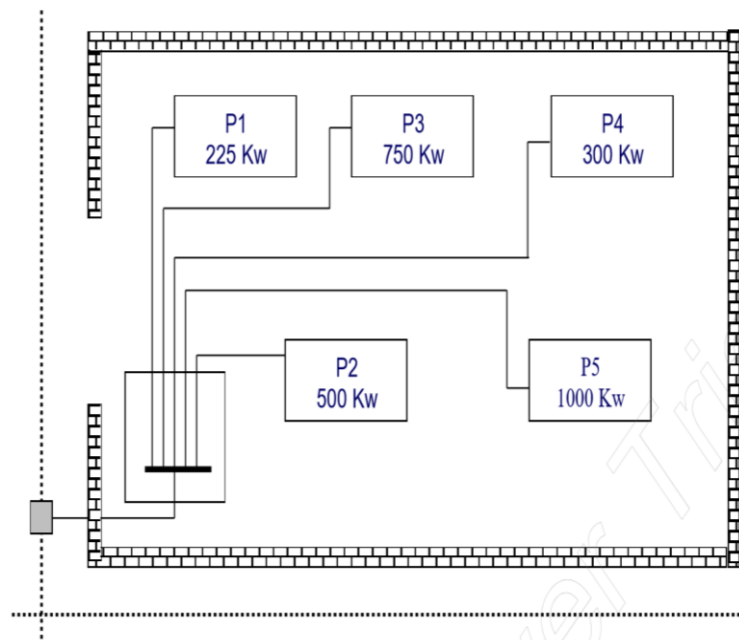
#### 9.4.2. Centro de carga

El centro de carga es el punto donde se distribuye la energía eléctrica a las diferentes cargas.

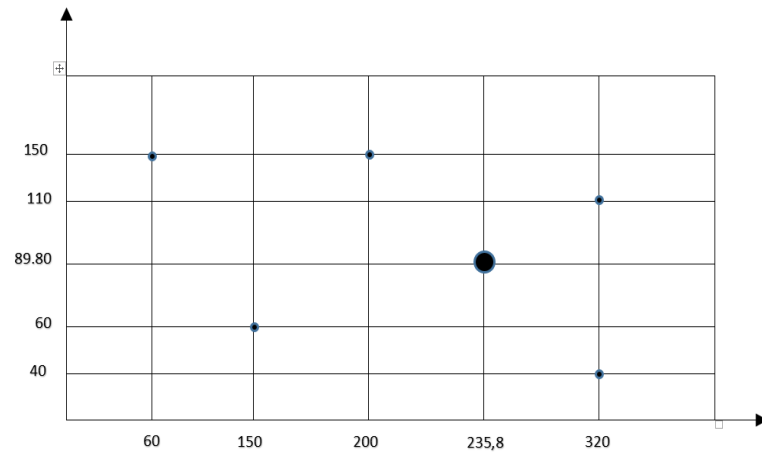
$$X = \frac{X1 * P1 + X2 * P2 + X3 * P3 + \dots Xn * Pn}{P1 + P2 + P3 \dots Pn} \quad (15)$$

$$Y = \frac{Y1 * P1 + Y2 * P2 + Y3 * P3 \dots Yn * Pn}{P1 + P2 + P3 \dots + Pn} \quad (16)$$

**Figura 1:** Distribución y la carga en el espacio físico.



**Fuente.** [2]

**Figura 1:** Distribución de la carga en el espacio físico.**Fuente.** [2]

$$X = \frac{60 \times 225 + 150 \times 500 + 200 \times 750 + 320 \times 320 \times 100}{225 + 500 + 750 + 300 + 100} \quad (15)$$

$$Y = \frac{40 * 1000 + 60 * 500 + 110 * 300 + 150 * 225 + 150 * 750}{250 + 500 + 750 + 300 + 1000} = 89.8m \quad (16)$$

Las coordenadas X, Y representan el punto de carga más óptimo del centro de carga.

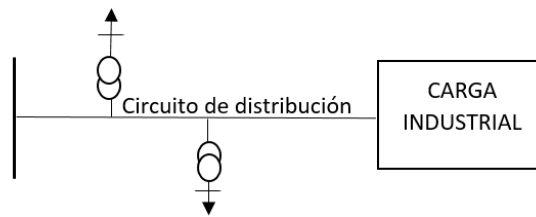
#### 9.4.3. Red de suministro

Red de suministro es de responsabilidad de la empresa eléctrica que opera en el área de concesión, de acuerdo al tamaño de carga que poseen las industrias en muchos casos se necesita adecuar la red por lo cual requiere una inversión económica que a la vez compensara la calidad de su red de alimentación.

#### 9.4.4. Sistema de alimentación radial

Es aquel sistema que cuenta con una trayectoria entre la fuente hacia la carga dando un servicio en una sola dirección contando con diferentes ventajas y desventajas ya que es fácil de construir tiene un presupuesto bajo sin embargo el mantenimiento es complejo debido a que hay que sacar fuera del sistema interconectado, son menos confiables [3].

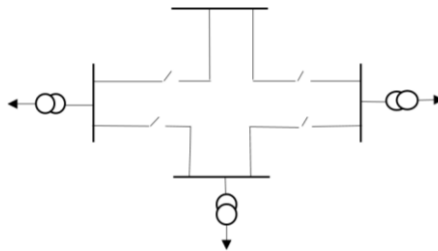
**Figura 2:** Circuito de alimentación sistema radial.



**Fuente.** [3]

El sistema en anillo cuenta con el mismo número de interruptores que las líneas de alimentación este diseño permite alimentar a la carga por diferentes puntos conectados al sistema eléctrico resulta ser muy útil en la parte técnica ya que permite dar un mantenimiento al sistema eléctrico sin interrumpir el servicio eléctrico.

**Figura 3:** Circuito de alimentación sistema en anillo.



**Fuente.** [3]

Los parámetros eléctricos de una red son la resistencia la capacitancia, inductancia conductancia dándose así una clasificación de los mismos en parámetros eléctricos longitudinales formados por la resistencia e inductancia y parámetros eléctricos transversales formados por la conductancia y capacitancia.

R=Resistencia. Ohmios

L=Inductancia. Henrios

C=Capacitancia. Faradios

G= Conductancia. Siemens

#### 9.4.5. Resistencia. (R.Ω)

La resistencia es la oposición que cualquier material ofrece al paso de la corriente eléctrica. Donde George Simón Ohm fue el creador de la base fundamental de la electricidad que relacionaba el voltaje y la corriente en un circuito eléctrico [9].

$$I = \frac{V}{R} \quad (17)$$

Donde la resistencia de los diferentes elementos de la naturaleza depende de sus características físicas y su resistividad dándose así:

$$R = \rho \frac{L}{S} \quad (18)$$

R= Resistencia eléctrica a 20° Ω

L= Longitud del cable

ρ= Resistividad (Ω mm<sup>2</sup>/m)

S= Sección del cable (mm<sup>2</sup>)

#### 9.4.6. Calculo de la resistividad (ρ)

La resistividad depende del material del conductor pero también depende de la temperatura para lo cual se parte de una temperatura estándar de 20° C pero si la misma cambia también cambiara la resistividad, la nueva resistividad la podemos calcular utilizando la siguiente formula [3].

$$\rho_{\theta} = \rho_{20^{\circ}c} + \rho_{20^{\circ}c} \cdot \alpha(T - 20^{\circ}C) \quad (19)$$

Donde:

α= Coeficiente de temperatura (Tabulado en tablas)

ρ<sub>θ</sub>= Resistividad a la temperatura deseada

ρ<sub>20°c</sub> = Resistividad a 20°C

T= Temperatura a la cual se quiere la nueva resistividad en °C

### 9.4.7. Inductancia (L) Henrios

La inductancia fue descubierta por Michael Faraday en el año 1831, la inductancia trata del almacenamiento de la energía eléctrica en una bobina en forma de campo magnético en presencia de una corriente alterna.

Para tener una reactancia (jX) inductiva se obtiene multiplicando la inductancia por la pulsación en radianes por segundo dando como resultado la reactancia inductiva.

$$X_{L=2\pi f L} (\Omega) \quad (20)$$

Calculo de la inductancia se determina de la siguiente manera:

$$L = \frac{\mu}{2\pi} \ln \frac{D_{MG}}{R_{MG}} \quad \left[ \frac{H}{m} \right] \quad (21)$$

Permeabilidad

$$\mu = \mu_r * \mu_0 \quad (22)$$

$\mu_r$  = Permeabilidad relativa

$\mu_0$  = Permeabilidad de vacío

$\mu_r \text{ aire} = 1$

$$\mu = 1 * 4\pi * 10^{-7} \quad (22)$$

$$L = 2\pi * 10^{-7} \ln \frac{D_{MG}}{R_{MG}} \quad \left[ \frac{H}{m} \right] [4] \quad (23)$$

### 9.4.8. Capacitancia (C) Faradios

La capacitancia es parte de los parámetros transversales y es el resultado de la diferencia de potencial entre dos conductores los mismos que se cargan de igual manera que las placas de un capacitor, la capacitancia entre los conductores se considera una constante que depende del tamaño y espaciamiento entre ellos, la misma que puede ser muy pequeña e incluso despreciable para líneas menores a 80 Km, pero para líneas más largas y de alto voltaje la capacitancia hay

que tomarla en cuenta ya que crece por el nivel de voltaje y la distancia de la línea [12]. La capacitancia influye en la caída de voltaje a lo largo de una línea como a su eficiencia de la misma.

La base para el análisis de la capacitancia es la ley de Gauss para campos eléctricos donde indica que la carga eléctrica total dentro de una superficie cerrada es igual al flujo eléctrico total que sale de la superficie.

$$C = \frac{2\pi E_0}{\ln \frac{DMG}{RMG}} \quad (24)$$

#### 9.4.9. Conductancia (G)

La conductancia es uno de los parámetros transversales de una línea en concepto opuesto a la resistencia para lo cual se puede calcular mediante:

$$C = \frac{P_F}{V_F^2} \times 10^{-3} \quad (25)$$

#### 9.4.10. Susceptancia

La susceptancia es la parte imaginaria de la admitancia y se la puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$B_k = \frac{24,2 * 2\pi f}{\log_4 \frac{DMG}{\sqrt{\sqrt{2} \cdot \Delta^3 \cdot r}}} * 10^{-9} * n \text{ circuitos} \quad \frac{\text{Siemens}}{\text{Km}} \quad (26)$$

Donde

$\Delta^3$  = distancia entre conductores de la misma fase

DMG = diámetro medio geométrico

n = número de conductores por fase

### 9.5. Elementos del sistema eléctrico

Un sistema eléctrico está formado por diferentes etapas como generación, transmisión, subtransmisión y distribución esta última requiere mucha importancia ya que es en la distribución en donde se dan las mayores pérdidas de potencia de todo el sistema eléctrico, también se

considera al sistema eléctrico como un conjunto de elementos eléctricos conectados entre sí que permiten abastecer de energía eléctrica a los usuarios conectados al sistema [5].

## **9.6. Conductores Eléctricos**

Los conductores eléctricos son fabricados en varias formas y para diferentes propósitos los mismos que pueden ser considerados como alambres, Cables etc. Pero los más utilizados son el alambre sólido redondo, conductores trenzados y cables, todo conductor puede ser combinado o compuesto:

- Por el componente o compuesto puede ser mono conductor o multiconductor.
- El diseño del aislamiento para proteger al conductor

Los conductores eléctricos pueden estar diseñados por diferentes clases o figuras: cilíndricos rectangulares o mixtos. Los conductores más recomendados e implementados son de cobre y aluminio por la característica de brindar una buena conductancia de la electricidad.

El cobre es uno de los conductores más comercializados por sus características de conducir la corriente eléctrica a diferencia del aluminio, el mismo que resulta ser más económico es más liviano al hacer una comparación con otros materiales de semejantes propiedades [14].

### **9.6.1. Aislamiento de conductores**

El aislamiento de un conductor se altera dependiendo de su requerimiento, como modelo tomamos el material termoplástico el cual se caracteriza como T, y su determinación según la normativa UT (Underwriters laboratorios Inc.) se nombra a continuación: TW, THW, THHN, TTU. También se convergen los polímeros que se determinan como: R, RW, RHW, RH, RHH. Para la elección del aislamiento de un conductor, se tiene en cuenta algunos fundamentos para proteger contra agentes expuestos en las instalaciones eléctricas, como la condición ambiental de la instalación [5].

Lugares deshumedecido y húmido: Los conductores aislados y cables deteriorados (usados) pueden ser el tipo FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, S.A, THHN, TW, XHH, XHHW, WHHW-2, ZW.

Lugares mojados: Los conductores aislados y cables tienen que ser resistentes al agua con una chaqueta óptima condición para resistir la humedad del lugar son de los tipos: FEP, FEPB, MTW, PFA, RHH, RHW, RHW-2, TW, THW, THW-2, THWN, THWN-2, XHHW, XHHW-2, ZW o todo tipo que sea óptimo para lugares calados.

Como último agente se tienen los requerimientos eléctricos, la forma de trabajos de la instalación está regida por la fuerza dieléctrica del aislamiento de los conductores, a causa de la variación de potencial establecida por las normas de seguridad, el aislamiento del conductor está diseñado para resistir sobrecargas transitorias o pequeñas corrientes provocadas por cortocircuitos.

### 9.6.2. Selección de conductores eléctricos

Según la norma NEC los cables y alambres que se utilicen en las instalaciones de alumbrado, tomacorrientes y acometidas, deberán ser de cobre rojo electrolítico 99% de pureza, temple suave y aislamiento termoplástico para 600V. Tipo THW/THHN 75/90 grados C. los conductores hasta el N°. 10 con calibre N° 8 AWG serán 7 hilos.

En el Ecuador se utiliza el sistema de calibración de conductores según la American WireGage (AWG) este sistema viene en unidades de pulgadas cuadradas pero para coincidir con las normas internacionales se trabaja con milímetros cuadrados en sección transversal [5].

Para la identificación se usa los diferentes colores.

Neutro: Debe ser de un color blanco.

Tierra: El conductor es de color verde o conductor desnudo

Fases: Amarillo, azul y rojo para fases, negro para los interrumpidos devueltos

- El calibre para los conductores neutro y tierra debe ser superior a 8 AWG deberán quedar claramente marcados en sus extremos y en todas las cejas de paso.
- El calibre para el alumbrado será N° 12 AWG

El conductor neutro con el conductor de aterrizaje a tierra serán independientes solo se debe unir en punto equipotencial en el origen de la instalación y antes de los elementos de corte ese punto debe ser lo más cerca de la acometida.

Los conductores pueden ser de diferentes metales como son de:

**Cobre:** Es un metal muy maleable y dúctil de color rojizo, se puede vaciar, forjar, laminar, estirar y maquinar. El trabajo en frío lo endurece, pero el recocido lo lleva de nuevo a su estado suave. La densidad varía ligeramente con el estado físico (89 es su valor promedio). Se funde a 1083 °C y en este estado tiene un color verde marino. Entra en aleación fácilmente con muchos

otros metales y su conductividad eléctrica es muy sensible a la presencia de ligeras impurezas en el metal.

El cobre se oxida, pero la capa de oxidación es protectora, el proceso de oxidación no es progresivo. El cobre en presencia del aire no se disuelve en ácido hidroclicórico o ácido sulfúrico diluido, pero es fácilmente atacado por el ácido nítrico diluido, es también corroído lentamente por soluciones salinas y el agua de mar.

**Aluminio:** Es un metal dúctil, de color blanco plata que se puede fácilmente laminar, enrollar, destruir y forjar. Su densidad relativa es 2.703 el aluminio se funde a 660 °C tiene conductividad térmica y eléctrica relativamente altas. El metal está siempre cubierto con una película delgada de óxido que es impermeable y protectora, por esto el aluminio muestra estabilidad y larga vida bajo exposiciones atmosféricas ordinarias.

La exposición a atmósferas con alto contenido de sulfuro de hidrógeno o bióxido de azufre no causa ataques severos al aluminio a temperaturas ordinarias y por esta razón el aluminio o sus aleaciones se pueden usar en atmósferas que serían rápidamente corrosivas a muchos otros metales.

Las partes de aluminio no deben en general exponerse a soluciones salinas mientras estén en contacto con partes de cobre, bronce, níquel, estaño o acero ya que es factible que ocurra un ataque galvánico al aluminio. El contacto con el cadmio en tales soluciones no acelera en forma apreciable el ataque al aluminio, mientras que el contacto con el zinc es en general benéfico ya que el zinc es atacado selectivamente y protege en forma catódica las superficies adyacentes del aluminio.

### **9.6.3. Conductores de potencia**

Los conductores de potencia son de uso general en instalaciones industriales, distribución interior, sitios secos o húmedos, canalizaciones o soterrado. Las características de estos conductores de potencia cumplen con varias necesidades eléctricas del XLPE como materiales de aislamiento.

## 9.7. Características generales de los conductores

### 9.7.1. Densidad del cobre

El cobre puro laminado, forjado o estirado en frío y fuego recocido tiene una densidad de 8,89 gr/cm<sup>3</sup> a 20 °C o de 8,9 gr/cm<sup>3</sup> a 0°C. La densidad de muestras de cobre de alta conductividad varía simultáneamente de 8,87 a 8,91 y ocasionalmente entre 8,83 y 8,94 las variaciones en la densidad pueden ser causadas por defectos microscópicos o por la presencia de escamas o por algún otro defecto la presencia de 0,3% de oxígeno ocasiona una reducción de 0,01 en la densidad, el cobre estirado en frío tiene una densidad de 0,02% menos que la del cobre recocido, pero para fines prácticos la diferencia es despreciable [15].

### 9.7.2. Densidad del alambre de acero vestido de cobre

Es un valor medio entre las densidades del cobre y del acero y se pueden calcular fácilmente cuando se conocen los volúmenes relativos (o secciones transversales) de cada uno de estos metales, para usos prácticos se usa un valor de 8,15 gr/cm<sup>3</sup> a 20°C.

Las clases de conductores existentes se clasifican por el número de calibre que está recogido por el sistema americano AWG (American Wire Gauge). En la ocasión de poseer un área elevada se usa una unidad nombrada circular mil (área circular que tiene diámetro de milésimo de pulgada).

**Tabla 3:** Área y Calibre de los conductores AWG.

CALIBRE (AWG)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )
12	3.31
10	5.27
8	8.35
6	13.30
4	21.20
2	33.60
1/0	53.5
2/0	67.4
4/0	107

**Fuente.** [7]

**Tabla 4:** Área y Calibre de los conductores MCM.

CALIBRE(MCM)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )
250	126.644
350	177.354
500	253.354

**Fuente.** [7]

### 9.7.3. Selección del calibre del conductor

Se toman en cuenta dos aspectos para la elección del calibre de un conductor:

- Disposición de conducción de la corriente: representa a la corriente más alta que puede soportar el conductor considerando sus propiedades mecánicas.
- Caída de voltaje: cálculo en el que se considera la cantidad de pérdidas que sufre un conductor dependiendo la longitud del mismo.

### 9.7.4. Calibre mínimo y capacidad de los circuitos ramales

El requerimiento de un conductor se calcula a través de la potencia, la cual es el producto del voltaje por la corriente que fluye en el conductor. El conductor mínimo para un circuito eléctrico es el THW #12 de cobre o #10 de aluminio con un revestimiento de cobre.

#### Protección contra sobre corriente

Toda protección eléctrica tiene sus respectivos manejos y prevenciones en los cuales comprenden los siguientes aspectos:

**Mando:** Mando manual o mando automático para un sistema de emergencia.

**Prevención eléctrica:** Protección con tensiones elevadas, corrientes provocadas por cortocircuitos y por fallos de aislamiento de conductores.

El conjunto de materiales que constituyen en las formaciones de una instalación eléctrica como son: Cables, electro canales, artefactos, protecciones contra sobre corrientes, etc. La prevención de proteger a los sistemas eléctricos sobre corrientes elevadas debido a falla de aislamiento o cortocircuitos, es recomendable en estos casos adquirir dispositivos tales como: fusibles o breakers, instalados en los distintos tableros de distribución donde alimentara a los circuitos [17].

### **9.7.5. Conexiones**

Toda conexión deberá realizarse con regletas de conexión o bornes de conexión dentro de las cajas de distribución.

Las cajas de distribución serán de material aislante y no propagar la llama, en caso incendio, estarán protegidas de la oxidación, la dimensión de los cajetines, será de acuerdo a la norma INEN\_2013 y permitirán alojar todos los materiales, conductores que deban contener en su interior.

### **9.7.6. Puesta a tierra**

Todo sistema a tierra tiene como propósito brindar una protección a un artefacto eléctrico y a las personas, contra cualquier sobrecarga para que no sufra ningún daño o reduzca su vida útil.

El sistema se va conectar al dispositivo o artefacto mediante un sistema a tierra. Como adicional todo sistema de puesta a tierra tiene que estar instalado en un suelo de baja impedancia para que el flujo de electrones que viaja por el diseño a tierra tenga una mayor rapidez en descargar las sobrecargas producidas en cualquier sistema eléctrico y en caso de que presente una anomalía el sistema del equipo [8].

Al realizar un estudio del sistema a tierra es fundamental tener las características de la línea, la intensidad y el voltaje que se puede usar. Tener en cuenta las características de los distintos electrodos que existen en el mercado, esta característica debe ser la resistencia que produce dicha varilla al paso de la corriente eléctrica:

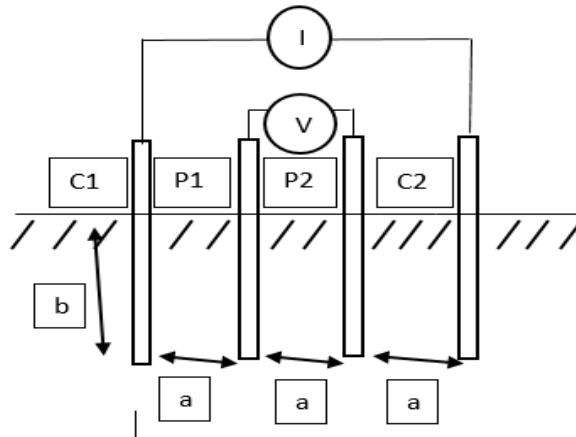
- Malla de puesta a Tierra
- Métodos de medición
- Método Wenner

El método Wenner consiste en medir la resistividad del suelo mediante 4 electrodos los cuales se colocan en una recta con una misma profundidad las mediciones de la resistividad dependerán de la distancia entre electrodos y de la resistividad del terreno y no dependen del tamaño del material de los electrodos [6].

Para la aplicación del método requiere la inyección de una corriente directa o de baja frecuencia a través de la tierra entre dos electrodos C1 Y C2 mientras que el potencial se mide en los otros

dos electrodos P1 y P2 estos electrodos están enterrados en línea recta en una misma distancia el objetivo de estas mediciones es encontrar la resistencia aparente aplicando la ley de ohm.

**Figura 4:** Método de Wenner.

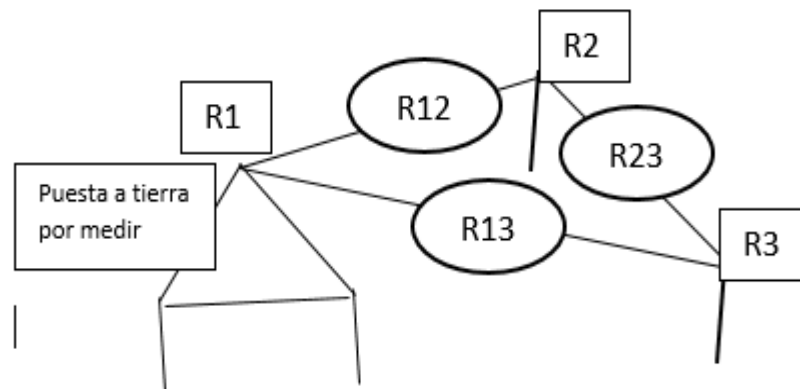


**Fuente.** [Autores]

### 9.7.7. Método de 3 puntas

En este método requiere de la utilización de tres picas o electrodos donde tiene uno principal y dos auxiliares de las mismas características para proceder a la medición se los ubica en una forma triangular resultando una resistencia entre cada par de electrodos existe una medición por el método de dos puntos donde resulta  $R_{12} = R_1 + R_2$

**Figura 5:** Método de tres picas.

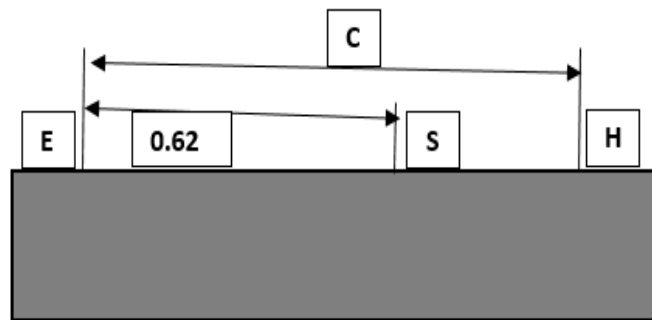


**Fuente.** [Autores]

### 9.7.8. La regla del 62%

El método del 62% se emplea para medir sistemas de tierra implementados, su objetivo es obtener una medida correcta los tres electrodos deben estar bien alineados donde un electrodo de corriente a una distancia (6 \* d) el electrodo de potencial se coloca a una distancia del 62% de la separación total entre los electrodos de corriente específicamente del electrodo principal de tierra [5].

**Figura 6:** Método del 62%.



**Fuente.** [Autores].

### 9.8. Voltaje de toque

El riesgo de que una persona sin querer tope un elemento energizado y ocurra un accidente es muy elevado provocándole graves daños o inclusive la muerte esto depende de:

- Magnitud
- Frecuencia
- Duración de la corriente cuando atraviesa el cuerpo humano

El tiempo que el cuerpo humano soporta al paso de la corriente sin que le cause algún daño es muy corto y se puede determinar mediante:

$$Ik = \frac{0.116}{\sqrt{t}} \quad (27)$$

Donde:

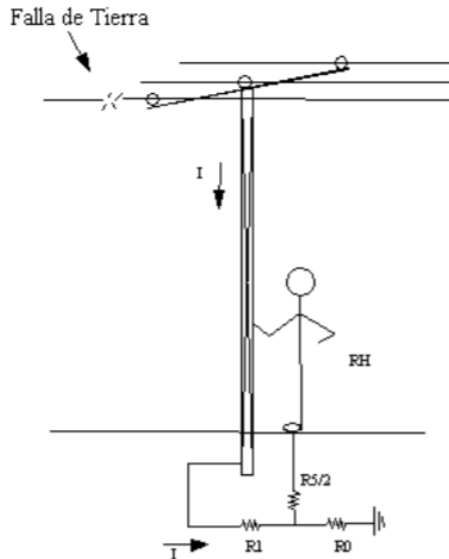
Ik= Valor eficaz máximo de la corriente a través del cuerpo humano [A]

t= Tiempo de duración del contacto

0.116= Constante empírica

Esta ecuación permite encontrar el valor máximo al que una persona puede quedar sometido a una diferencia de potencial.

**Figura 7:** Voltaje de toque



**Fuente.** [11]

El voltaje máximo de contacto al que una persona puede soportar se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$V_c = \frac{116 + 0.058 * R_p}{\sqrt{t}} \tag{28}$$

Donde:

\$R\_p\$= Resistencia de contacto de un pie con el terreno

\$\sqrt{t}\$= Tiempo de duración del contacto (s)

El voltaje de toque aproximado se puede determinar con la siguiente ecuación, el voltaje de toque aproximado debe ser menor al valor máximo admisible:

$$K_m * K_i * \rho * \frac{l}{L} < \frac{116 + 0.058 * R_p}{\sqrt{t}} \tag{29}$$

El valor de \$K\_m\$ y \$K\_i\$ se determinan mediante

$$K_m = \frac{1}{2\pi} \ln \left( \frac{D^2}{16 * h * d} \right) + \frac{1}{\pi} \ln \left( \frac{2}{3} * \frac{5}{6} * \frac{7}{8} * \dots \dots \right) n - 2 \text{ terminos} \tag{30}$$

$$K_i = 0.65 + 0.172 * n \quad (31)$$

Donde:

D= Distancia entre conductores paralelos (m)

h= Profundidad de la malla (m)

d= Diámetro del conductor de la malla (m)

I= Corriente dispersada por la malla

L= Longitud total equivalente de los elementos que conforman la malla

Km= Factor de proporcionalidad debido a la geometría de la malla

**Tabla 5:** Voltajes que resiste el cuerpo humano en función de la frecuencia.

	<b>TENSIÓN DE CONTACTO (R)</b>				
<b>FRECUENCIA</b>	<b>10 V</b>	<b>25 V</b>	<b>50 V</b>	<b>100 V</b>	<b>220 V</b>
50 Hz	5325	<u>3250</u>	<u>2625</u>	<u>1875</u>	<u>1350</u>
100 Hz	4375	<u>2725</u>	<u>2200</u>	<u>1725</u>	<u>1325</u>
200 Hz	3250	<u>2125</u>	<u>1650</u>	<u>1350</u>	<u>1000</u>
300 Hz	2675	<u>1675</u>	<u>1350</u>	<u>1050</u>	<u>850</u>
400 Hz	2300	<u>1425</u>	<u>1175</u>	<u>900</u>	<u>775</u>
500 Hz	2000	<u>1225</u>	<u>1000</u>	<u>825</u>	<u>675</u>
1000 Hz	1475	<u>825</u>	<u>825</u>	<u>675</u>	<u>650</u>
2000 Hz	1200	<u>675</u>	<u>675</u>	<u>650</u>	<u>650</u>

**Fuente.** [11]

**Tabla 6:** Impedancia del cuerpo humano en función del voltaje y la frecuencia.

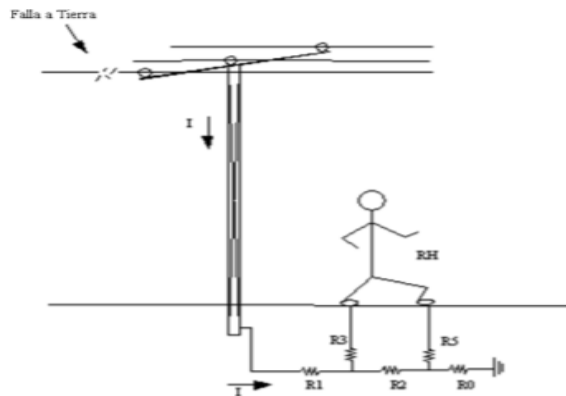
<b>Tiempo de despeje de la falla</b>	<b>Máxima tensión de contacto admisible (valores en rms c.a)</b>
Mayor a dos segundos	50 V
750 milisegundos	67 V
500 milisegundos	80 V
400 milisegundos	100 V
300 milisegundos	125 V
200 milisegundos	200 V
150 milisegundos	240 V
100 milisegundos	320 V
40 milisegundos	500 V

**Fuente.** [5]

### 9.9.Voltaje de paso

Las tensiones que pueden atravesar el cuerpo humano en forma directa o indirecta depende de:

- Magnitud
- Frecuencia
- Duración

**Figura 8:** Voltaje de paso.

**Fuente.** [11]

El voltaje máximo que puede quedar sometida una persona se determina mediante la siguiente ecuación.

$$V_p = \frac{116 + 0.232 * R_p}{\sqrt{t}} \quad (32)$$

De igual manera el voltaje deberá ser menor al valor máximo permisible y se lo determina mediante:

$$K_s * K_i * \rho * \frac{l}{L} < \frac{116 + 0.232 * R_p}{\sqrt{t}} \quad (33)$$

Donde:

$K_s$ = Factor de proporcionalidad debido a la geometría de la malla

$K_i$ = Factor de proporcionalidad del terreno en donde se instala la malla

$R_p$ =Resistividad del terreno

$I$ = Corriente dispersada por la malla

$L$ = Longitud total equivalente de los elementos que conforman la malla

$t$ = Tiempo de operación de las protecciones

### 9.10. Electrodo a tierra

Es una varilla que permite la conducción de las descargas eléctricas de la atmósfera, la cual está conectada a tierra con el propósito de descargar la corriente en una impedancia baja, la cual

tiene que ser de 2,4 metros de longitud y de 5/8 de diámetro, el extremo sobresaliente debe estar específicamente a la misma altura del piso que está blindado contra daños exteriores o físicos. Las varillas que estén diseñadas con acero o hierro deben tener una superficie exterior que los proteja sobre la corrosión producida por el agua o cualquier agente externo.

$$R = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \left( \ln \left( 4 * \frac{L}{r} \right) - 1 \right) \quad (34)$$

Donde:

$\rho$  = Resistencia del suelo ( $\Omega * m$ )

L= Largo de la varilla (m)

R= radio de la varilla (m)

### 9.11. Malla a tierra

La malla se emplea con conductores de cobre desnudo sin aislador y esta se la puede complementar con otros elementos como electrodos o varillas a tierra que deben ser de cobre estos sistemas son muy utilizados para protección subestaciones y centrales eléctricas debido al nivel de descargas eléctricas que se producen o el nivel. Para formar una malla a tierra se considera que los conductores deben estar situados de una forma paralela y perpendicular, la malla tiene que estar adaptada a la sección adecuada a la resistencia del suelo donde será instalada y tener en cuenta que la malla tenga una forma de cuadrícula. El conductor utilizado para el lado exterior debe ser continuo que no tenga ninguna anomalía para tener un excelente sistema, de tal manera que integre adonde será conectado el equipo.

#### 9.11.1. Funcionalidad de la malla a tierra

- Permitir una vía rápida de descarga de baja impedancia con el fin de mejorar y asegurar el funcionamiento de protecciones.
- Proporcionar protección a las personas, equipos e instalaciones eléctricas.
- Conducir una sobrecorriente hacia tierra.
- Garantizar niveles de voltaje adecuados para el correcto funcionamiento de los equipos.

### 9.11.2. Selección del conductor

Para definir el calibre del conductor se emplea la siguiente relación de tal manera que soporte las condiciones térmicas producidas por una corriente de falla durante el tiempo que dure, ésta en segundos.

El cálculo se realiza mediante:

$$A_C = I_{falla} * k_f * \sqrt{t} \quad (35)$$

Donde:

$A_C$  = Área del conductor en cm.

$t$  = Tiempo máximo de despeje de la falla.

$I_{falla}$  = Corriente máxima de falla.

$k_f$  = Constante del material

= 7.01 para cable 100% de conductividad

= 7.06 para cobre 97.5% de conductividad

### 9.11.3. Conexiones

Los electrodos a tierra deben ser conectados entre sí de alguna manera donde se utiliza varillas y conductores desnudos de cobre para reducir la impedancia global, las conexiones pueden ser robustas con baja resistividad, también se debe tomar en cuenta la corriente y duración de falla.

### 9.11.4. Conexiones bronceadas

La conexión bronceada se aplica al cobre dando una ventaja de proporcionar una resistencia sumamente baja es de suma importancia realizar aplicar una buena fuente de calor para los conectores para evitar una pronta corrosión del materia.

### 9.11.5. Conexión exotérmica

Estas uniones son realizadas mediante un molde de grafito con un ajuste específico a la unión de cobre, la reacción de alta temperatura es interna dando una fijación sumamente buena de los conductores con las varillas de cobre, en la actualidad este tipo de uniones no es permitida para

mesclar cobre y aluminio por ejemplo los metales que si se pueden conectar son bronce, acero [9].

## 9.12. Normas para el sistema de distribución

Un sistema eléctrico se define como un estudio basado en datos recopilados mediante la toma de información, mediciones de los distintos ramales de circuitos que conforman el sistema eléctrico, todo sistema eléctrico es basado a normas eléctricas definidas por la misma empresa eléctrica, todo sistema eléctrico tiene que ser seguro, confiable, eficaz y flexible. El sistema tiene que ser apto para encontrar posibles fallas que se pueden presentar en el mismo, este sistema debe tener una vía para dar soluciones en caso de anunciar una falla.

### 9.12.1. Normas en la parte eléctrica ecuatoriana

Alto voltaje 69Kv, para obtener una acometida de un voltaje de 69Kv la demanda del servidor debe ser mayor a 1MW, para esta carga se debe instalar la empresa o compañía obligatoriamente a una subestación.

**Acometida:** Se denomina acometida al punto de derivación, desde el sistema eléctrico de la empresa distribuidora hasta el medidor ubicado en la residencia, toda acometida está compuesta por conductores aislados que suministran de energía eléctrica a los usuarios [15].

**Acometida de bajo voltaje:** Se denomina acometida de bajo voltaje, al consumidor que tenga una demanda menor a 30KW y por lo general es una acometida monofásica de 220V

**Tabla 7:** Niveles de voltaje según el ARCONEL

Nivel de Voltaje	Grupo	Voltaje de Suministro en el punto de entrega
Bajo		$NV < 0,6 \text{ kV}$
Medio		$0,6 \text{ K} \leq NV \leq 40 \text{ kV}$
Alto	Grupo 1- AV1	$40 \text{ kV} \leq NV \leq 138 \text{ kV}$
	Grupo 2- AV2	$NV \geq 138 \text{ kV}$

**Fuente.** [13]

**Acometida de medio voltaje:** Por lo general es aérea en nivel de 18,8Kv y para hacer la llegada al transformador principal de distribución es mediante un cable aislado tipo XLP, por norma

principal para esta acometida se instala un último poste con las protecciones que son caja fusible de 15 Kv, pararrayos de 10Kv y una varilla a tierra.

**Acometida monofásica:** Es aquella acometida que inicia desde el sistema secundario de bajo voltaje, suministrado por la empresa eléctrica, está conformado por tres o más conductores dos cuando son línea, neutro y tierra cuando es una acometida de dos fases, línea y tierra que viene desde el transformador principal.

**Acometida trifásica:** Es aquella acometida que inicia desde el sistema primario de medida voltaje suministrado por la empresa eléctrica hasta el transformador principal, compuesto por tres fases y una tierra que conforma cuatro conductores.

**Ampacidad:** Es la capacidad más alta de corriente que circula por un conductor el cual puede estar compuesto por distintos materiales, cobre, aluminio y de distintas aleaciones, el conductor tiene que estar fabricado para distintas corrientes, considerando las condiciones del uso y sin esfuerzo a sus límites de temperatura.

**Base (socket):** Es aquel dispositivo donde se instala las distintas clases de medidores existentes dependiendo la medición recomendada.

**Consumidor:** Dentro del área de concesión se incluye a los grandes consumidores y consumidores finales, se denomina consumidor a las personas que cuentan con una instalación de un suministro eléctrico que reciben por parte de la empresa de distribución.

**Acometidas (requisitos generales):** Existen dos clases de acometidas, subterráneas y aéreas, en lugares que se emplea la acometida subterránea el sistema de distribución eléctrico, se requiere de la instalación de canalización, para lo cual se debe efectuar un permiso de autorización del municipio encargado del sector a trabajarse, estos trabajos se deben presentar los planos con 72 horas de anticipación, para la previa aprobación y estudio del terreno.

### **Clase de servicio**

El sistema de distribución que se suministra a los consumidores es de corriente alterna, puede ser trifásico o monofásico, con una frecuencia de 60 Hz, los voltajes del sistema eléctrico están detallados a continuación. Estos voltajes dependen de la demanda requerida por el consumidor y se clasifican en bajo, medio, alto voltaje.

### **Bajo voltaje**

**Tabla 8:** sistemas monofásicos y trifásicos.

<b>Sistemas monofásicos</b>	<b>Sistemas trifásicos</b>
120 voltios – 2 hilos	120/240 voltios-triángulo-4 hilos
120/240 voltios	120/2018 voltios-estrella-4 hilos

**Fuente.** [13]

La empresa eléctrica como norma establecida tendrá la responsabilidad de conservar la norma de voltaje dentro de los elementos establecidos por el CONELEC, determina que la relación de voltajes mayor o menor de 8% para la distribución en el suministro.

Con la condición de establecer los puestos de reglamentación de cambio en la transformación para obtener el voltaje nominal de suministro, esto se refiere a que no se colocará un transformador a cada punto para alimentar a cada consumidor con energía eléctrica.

Comúnmente, para consumidores con una demanda menor a 30KW, la empresa eléctrica dota un suministro monofásico de 220 voltios-4. Para consumidores mayores a 30 KW la empresa dota el servicio monofásico que será suministrado de medio voltaje desde las redes de distribución del sector al cual pertenezca la empresa o el consumidor.

### **9.12.2. Medio voltaje**

- La empresa eléctrica dota desde sus redes primarias o secundarias el servicio eléctrico a nivel de medio voltaje:
- Sistema monofásico a 7,620 voltios, el suministro de voltaje indicado se lo adquiere cuando el consumidor consuma un valor superior a 30KW y su potencia total de cartilla de circuitos no sea mayor a 100KVA.

Norma para sistemas trifásicos a 13,2 Kv, este suministro de voltaje establecido, cuando la demanda requerida sea mayor a 30 KW y sea menor a 1000KW.

### **Norma ecuatoriana de la construcción (NEC-2013)**

En el documento de la superintendencia eléctrica, se indica que los tableros de distribución son materiales eléctricos de una instalación, desde el mismo se puede prevenir y proteger con seguridad cualquier equipo eléctrico, estos dispositivos fueron diseñados con el fin de maniobrar o comandar con facilidad para conectar el suministro, esta propiedad se la diseño para que las personas puedan operar con seguridad las instalaciones [5].

Los tableros tienen que ser ubicados en la cocina de cada hogar, no se recomienda que los centros de carga estén ubicados en lugares húmedos o a la intemperie, para la ubicación de cada centro de carga se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Los tableros que son considerados en locales o salas de reuniones, deben estar ubicados en lugares accesibles para el personal encargado de mantenimiento eléctrico o para técnicos. En ocasión de tener un caso de instalación en un lugar peligroso del tablero de distribución se debe tener en cuenta varios aspectos, como la utilización de herramientas y métodos constructivos que comprendan cualidades específicas sobre las normas eléctricas establecidas.
- Todos los tableros tienen que cumplir con las normas eléctricas o el código eléctrico nacional e internacional, estos requisitos son necesarios para la aceptación en cualquier inspección eléctrica realizada por la empresa encargada, y deben contener como aspecto obligatorio la marca de fabricación, la corriente nominal, el voltaje de servicio y el número de fases.
- El encargado de la instalación de los centros de carga tiene la responsabilidad de agregar el rotulado del panel y el diagrama de los circuitos respectivos instalados en el mismo.
- El elemento colocado en los tableros de distribución debe efectuar las normas NTE INE las cuales están establecidas por la empresa de distribución y generación de energía eléctrica.

Los tableros deben permitir:

- Dar una respuesta a todas las especificaciones técnicas de cada proyecto.
- Utilizar elementos adecuados para las instalaciones.
- De fácil alteración en caso de incremento de carga.
- Tener una reserva para agregar más circuitos al proyecto.

### **9.13. Clasificación de tableros**

En un tablero de distribución en que se alimentan circuitos de distintos servicios, tales como fuerza, alumbrado calefacción u otros, las protecciones se deberán agrupar ordenadamente ocupando distintas secciones del tablero [25].

El tablero de distribución o panel de empotrar debe construirse en lámina de hierro o acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta 12 circuitos y en lámina de hierro o acero de espesor mínimo 1.2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.

Todo tablero de distribución debe tener una barra de neutro y una barra de tierra independiente. Según la superintendencia de electricidad indica que los tableros de distribución eléctrica o centros de carga se clasifican de la siguiente manera [5].

#### **9.13.1. Tableros de Medidores**

Un tablero de medidores es un cajón cerrado con puertas de acero que se utiliza cuando se requiere instalar 5 medidores o más en el predio del cliente y que está compuesto por tres compartimentos para alojar en determinado orden.

Los tableros de medidores solo pueden ser fabricados por empresas calificadas

#### **9.13.2. Tableros de distribución principales**

Estos tableros son aquellos que distribuyen la energía eléctrica proveniente de la empresa eléctrica, se los denomina principales ya que en su interior se encuentran las distintas protecciones y conductores para la distribución a los paneles secundarios, desde estos tableros se puede operar y maniobrar las protecciones o disyuntores con seguridad.

La cantidad de tableros de una instalación se determina dependiendo de la distribución final de la instalación. Los tableros deben ser ubicados en lugares de fácil acceso y seguros, se debe tomar en cuenta las siguientes condiciones.

- Los tableros de locales de reunión se ubicaran en ambientes solo accesibles al personal de operación y administración.
- Los tableros deben ser fabricados bajo las normas de construcción por una fábrica calificada llevando cada uno una leyenda con toda la información necesaria acerca de tablero.
- El ejecutor del proyecto deberá colocar sus datos dentro de la leyenda del diagrama unifilar.
- Los cargadores deberán instalarse dentro de los tableros principales.

#### **9.13.3. Tableros de distribución secundarios**

Son aquellos que están energizados desde un tablero de distribución principal y desde aquellos se protegen, estos tableros energizan a circuitos independientes los cuales serán señalados en el rotulado, con el fin de identificar los circuitos.

**Tabla 9:** Disposición de los tableros de distribución

TIPO DE TABLERO	ÁREA ÚTIL
Tablero de 2 filas	1 m
Tablero de 3 filas	1.40 m
Tablero de 4 filas	1.80 m

**Fuente.** [5]

#### **9.13.4. Tableros de suministro**

Son aquellos que pueden ser alimentados desde un panel de distribución principal o un panel auxiliar, estos tableros tienen en su interior los elementos de protección que permiten operar con seguridad y facilidad rápidamente los circuitos que dividan la instalación eléctrica diseñada para dicho tablero eléctrico.

#### **9.13.5. Tableros de Comando o control**

Estos tableros son diseñados para realizar controladores de circuitos, estos diseños pueden ser de varios tipos: controladores de luces los cuales pueden funcionar de manera automática o manual o automática y varios tipos de arranques o controles.

#### **9.13.6. Tableros de medición directa o indirecta**

Son tableros diseñados para que en su interior tengan equipos de medición como son los transformadores de corriente (TC) y los transformadores de potencial (TP), además estos paneles vienen con un conjunto de elementos de protección como aisladores, alarmas etc.

#### **9.13.7. Tableros de transferencia**

Son tableros cuyo objetivo es realizar una maniobra automática o manual en la ausencia de energía eléctrica, para que pueda arrancar el generador y desconectar la línea de suministro eléctrico entregado por la empresa eléctrica.

#### **9.13.8. Tableros especiales**

Son tableros cuya función es muy distinta al resto, estos tableros cumplen con el objetivo de protección y desconexión a la presencia de corto circuito o altas tensiones. Por ejemplo, tablero de turbinas, tableros con controles eléctricos para motores de gran capacidad, tableros de

compresores eléctricos, tableros para motores de gran capacidad, tableros de compresores eléctricos, tableros para potencia reactiva.

### **Ventilación**

Cada tablero que venir diseñado con un tipo de ventilación la cual puede ser de tipo forzado o natural, del tipo forzado se instala ventiladores con el fin de desalojar el calor producido por los elementos de protección en caliente, cuando están alimentando a la carga dependiendo del factor servicio, el cual indica que porcentaje de carga alimentada de dicho tablero.

### **9.14. Normas adaptables a tableros universales**

Los tableros principales de distribución tienen una simbología distinta a los paneles de distribución con el fin de identificar en los planos generales, los tableros principales de distribución derivan energía a los distintos paneles de distribución. En un tablero principal de distribución se pueden instalar cargas del mismo voltaje, las protecciones no pueden ser para distintos voltajes. Se permite instalar tableros pre fabricados, los cuales no cumplan las certificaciones ISO de conformidad del producto, siempre que el tablero indique que fue diseñado y fabricado por un ingeniero con certificaciones y matricula de electricista acto para realizar trabajos eléctricos, el producto está apto para soportar las instalaciones eléctricas, estas aprobaciones serán aprobadas por un inspector de instalaciones eléctricas y su informalidad será tomado como una formalidad para esta norma.

#### **9.14.1. Disposiciones aplicables a tableros de distribución**

En un tablero de distribución se considera que, alimentadores de los diferentes circuitos que comprende un departamento, oficina o residencia, tales como alumbrado, toma corriente, aire acondicionado, cocina de inducción, cargas resistivas u otros los disyuntores deben ser organizados ocupando distinto lugares del tablero. Todo elemento eléctrico como paneles o tablero, por norma deben venir fabricados con una platina de tierra y una de neutro totalmente independientes.

#### **9.14.2. Acometida de medio Voltaje**

Las acometidas de medio voltaje provenientes de redes aéreas serán realizadas según las norma de la empresa eléctrica EMELNORTE desde el poste más próximo a la construcción para el efecto se montará un tubo de acero galvanizado de 6 m de longitud adosado al poste y el diámetro requerido no menor a 51.9 mm.

### **9.14.3. Transformadores y seccionadores**

En una instalación de equipos de funcionamiento en medio voltaje, es de vital importancia el estudio e instalación de celdas prefabricadas, la cual consta de una rejilla metálica cuya función es la de protección del equipo, estos equipos son sometidos a diferentes pruebas y puestos bajo condiciones que garanticen su correcto funcionamiento, mencionadas pruebas son regidas bajo normas impuestas por la empresa eléctrica o la empresa que los fabrica, con el fin exclusivo de asegurar la calidad del equipo a adquirir.

Las celdas de entrada o salida, son equipos construidos bajo una serie de implementos internos que se encargan específicamente de tareas como seccionamiento y protección, estos equipos poseen un aislamiento gaseoso denominado hexafluoruro de azufre, más conocido como SF<sub>6</sub> el control de la celda se ejecuta de forma manual, todos los equipos de seccionamiento están aterrizados a un sistema de puesta a tierra tipo malla, predispuesto debajo de la construcción de la celda.

### **9.15. Tipos de celdas**

#### **Celda de entrada y salida de línea**

Para esto se menciona a la celda Schneider de protección principal, que consta de interruptores y fusibles diversos perteneciente a la gama SM6, este modelo es el IM y del mismo que se detalla lo siguiente.

- Grupo de barras de cobre para cada fase, trifásico, con el fin de dar facilidad de conexión en la parte superior.
- Seccionador tipo Hexafluoruro de azufre de 400 A, voltaje de 36 Kv y corriente de ruptura de 16 KA.
- Barraje de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta tierra

#### **9.15.1. Celda de seccionamiento y remonte**

Estas celdas cumplen condiciones de operación especificadas, por lo que en su construcción podemos mencionar lo siguiente:

- Grupo de barras de cobre para cada fase, trifásico con el fin de dar facilidad de conexión en la parte superior, voltaje de 36Kv y corriente de ruptura 16KA

- Remontaje de barras de 400 A para conexión superior con otra celda.
- Predispuesta para conexión inferior con cable seco unipolar.
- Barraje de puesta tierra.

## **9.16. Transformadores de distribución**

En la distribución eléctrica la mejor adaptación era la adquisición de transformadores sumergidos en aceite, pero con los nuevos reglamentos en el aspecto de medio ambiente, el riesgo de provocar un incendio, el mantenimiento del dispositivo por fugas de aceite al terminar la vida útil del mismo por el motivo de estos pequeños aspectos con los transformadores sumergidos en aceite, se recomendó a la utilización de transformadores secos en zonas tales como: barcos, minería, en edificios, centros comerciales etc. Los transformadores secos eliminan la contaminación, riesgos de provocar incendios, los sistemas de estos transformadores son encapsulados con una resina especial que incluso tienen la característica de estar contruidos con elementos aislantes que reducen la velocidad de la llama.

### **9.16.1. Transformadores convencionales**

Esta clase de transformadores son utilizados principalmente para la distribución eléctrica en zonas residenciales, urbanizaciones y cualquier centro de carga que necesiten voltaje que no tenga mucha variación. Los transformadores auto protegidos, están diseñados con un conjunto de componentes para soportar sobre voltajes, sobre cargas y sus componentes permiten aislarlo de la red en el que va ser conectado para prevenir fallas tanto internas que pueden dañar o producir una explosión o fallas externas que pueden provocar daños a los peatones que se encuentren cerca del mismo. Los implementos que conforman un transformador auto protegido son los que se detalla a continuación:

- Elemento de protección que previene sobre voltajes temporales.
- Pararrayos o fusible de ayuda.

## **9.17. Conexiones interiores**

### **9.17.1. Tomas de corriente**

Con el objetivo de facilitar el uso de cualquier maquina o aparato eléctrico que no se encuentre fijado dentro de la fábrica como auxiliares, se han dispuesto tomas de corriente en diversos

puntos de esta. De esta manera se podrán emplear estos objetos en cualquier punto de la fábrica [9].

Todas las tomas de corriente irán conectadas a un conductor de tierra además serán de aislante y serán instaladas en cajas empotradas en las paredes.

Para saber cuántos tomacorrientes se requiere instalar en área determinada se debe tomar en cuenta los parámetros arquitectónicos y los requerimientos del usuario, el estudio específico de cada una de las áreas según la norma NEC debe ubicarse a 0,20 m del piso terminado además siempre se debe colocar un tomacorriente cerca de la puerta.

- Los conductores deben dimensionarse de modo tal que queden protegidos contra sobrecargas y cortocircuitos por la respectiva protección.
- La carga máxima en un circuito de tomacorriente no se debe sobrepasar el 70% de la capacidad nominal del circuito.
- Se considerará instalación de tomacorrientes a todas aquellas fuentes que alimenten artefactos eléctricos o máquinas de consumo eléctrico.

Para el mantenimiento de las instalaciones de fuerza se dividen en circuitos los mismos que servirán a diferentes áreas con un número limitado de radio [9].

### **9.18. Normativa para circuitos de Fuerza**

Los tomacorrientes son elementos eléctricos que deben cumplir especificaciones técnicas y regirse a una norma local para su correcta instalación el caso de este proyecto se rige a la norma NEC.

- Los tomacorrientes instalados, tendrán una capacidad no menor a 15 Amperios para 120 voltios y 5 amperios para 250 voltios.
- El calibre de los conductores para este circuito no podrá ser menor a un # 12 AWG por ninguna razón.
- Los tomacorrientes que se ubiquen en el piso deben estar dentro de cajas de piso metálicas y con tapas de espesor no menor a 2 mm, por resistencia mecánica. [7]

#### **9.18.1. Luminarias**

La distribución de las luminarias se llevará a cabo cumpliendo dos criterios.

El primero es el de garantizar un nivel mínimo de lúmenes en el área de trabajo, de forma que pueda llevar a práctica sin ninguna dificultad visual, la actividad para la cual ha sido diseñado cada local.

El segundo criterio es conseguir la máxima productividad posible utilizando el nivel de luxes adecuados en cada local [5].

**Tabla 10:** Niveles de iluminación recomendados por la normativa NEC

TIPO DE LOCAL	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN RECOMENDADO
Áreas de trabajo	300 luxes
Áreas de circulación (pasillos, corredores, etc.)	50 luxes
Escaleras, escaleras mecánicas	100 luxes
Áreas de parqueaderos cubiertos	30 luxes

**Fuente.** [5]

### 9.18.2. Sistemas de protección

En cualquier instalación eléctrica deben existir elementos de protección que garantice un nivel adecuado de corriente por los conductores de un circuito y no exceda al establecido por norma en cada uno de ellos, los elementos de protección son necesarios para preservar la vida útil de los equipos e instalaciones eléctricas ante fallas que puedan ocurrir en el circuito eléctrico por lo cual es necesario realizar una correcta selección de estos elementos.

Los interruptores electromagnéticos son utilizados en tableros de distribución utilizados a nivel residencial, comercial, industrial.

Características que deben cumplir los sistemas de protección

1. **Confiabilidad.** Las protecciones deben dar respuesta inmediata ante una falla eléctrica sin dar espacio a cualquier error.
2. **Velocidad.** Las protecciones deben actuar en el menor tiempo posible ante una falla eléctrica para evitar daños en el sistema instalado.
3. **Simplicidad.** Las protecciones deben brindar una eficiencia acorde al sistema permitiendo reducir al mínimo la utilización de elementos innecesarios.

- 4. Sensibilidad.** Las protecciones deben tener una sensibilidad en valores dados por normas locales para que operen en su zona de protección dando seguridad al usuario.

### **9.18.3. Protección con Interruptores magnetotérmicos.**

Los interruptores magnetotérmicos se emplean en circuitos eléctricos contra cortocircuitos y sobrecargas se clasifican según sus polos unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.

Son elementos que interrumpen el paso de la corriente cuando esta excede en su valor determinado o en el que se produce un cortocircuito evitando un daño en sus elementos eléctricos, su funcionamiento se basa en dos efectos circulación de corriente y calentamiento térmico donde dispone de un electroimán y una lámina bimetálica conectadas en serie por donde circula la corriente que consume la carga.

### **9.18.4. Interruptor diferencial.**

El interruptor mide la corriente entre fase y neutro si ocurre una falla de aislación en algún punto del sistema eléctrico y se origina una descarga a tierra generándose una corriente a tierra por lo cual la corriente que circulará por el neutro será menor a la que circula por la línea viva, el interruptor al captar esta diferencia entra en operación desconectando el circuito y dejándolo fuera de servicio.

Por el trabajo que realiza esta protección es importante darles mantenimiento y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de los diferenciales. La prueba consiste realizar mediante una operación de pulsar el TEST incorporado en la protección que simula un defecto en la instalación, donde la protección debe actuar correctamente, luego se procede a levantar la pestaña del interruptor para restablecer la corriente en el circuito.

## **10. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS**

¿El sistema eléctrico diseñado abastecerá a todas las cargas conectadas al mismo, con el fin de tener un sistema eficiente que cumpla con las expectativas esperadas para la producción de lácteos?

## **11. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

### **11.1. Método analítico**

El método analítico es un modelo de estudio que consiste en separar en partes el tema a estudiar observando las causas y efectos que se producen [8].

Mediante un análisis del sistema eléctrico actual de la planta (MILMA LAC) se logró obtener información para planificar el diseño requerido para su ampliación con nuevas cargas.

A través de esta metodología se determinó que los centros de carga de la fábrica no estaban bien distribuidos para las diferentes cargas que se encuentran en funcionamiento las protecciones no son las adecuadas ya que algunas están sobre dimensionadas.

### **11.2. Tipos de investigación**

#### **11.2.1. Investigación de campo:**

La investigación se realiza en donde se encuentra el objeto de estudio analizando el funcionamiento actual de la fábrica, reconociendo cada una de las áreas que conforman la misma donde se pudo observar la falta de mantenimiento y fuentes de alimentación para las diferentes cargas que incrementaron para la producción [8].

También se determinó la necesidad de un nuevo sistema eléctrico ya que la fábrica se trasladara a sus predios propios donde se instalaran nuevas cargas para mejorar la producción actual.

#### **11.2.2. Investigación bibliográfica:**

La investigación bibliográfica consiste en la revisión de material bibliográfico existente acerca del tema de estudio con el propósito de aplicar y profundizar el conocimiento en el área científica, permitiendo una visión panorámica del problema.

La investigación que se realizó en este proyecto se basó en la búsqueda de información en libros, artículos científicos, páginas web donde se logró encontrar información que mejoro los conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto.

Después de la recopilación bibliográfica permitió llevar realizar un análisis sobre las instalaciones actuales de la fábrica permitiendo realizar el proyecto de una forma correcta respetando la normativa vigente en el ecuador.

La investigación permitió conocer información adecuada para la planificación y diseño del proyecto el cálculo de cada uno de los puntos de alineación tiene importancia debido a que el mismo permite determinar las condiciones en el cual se deben encontrar los elementos que lo componen para que estas cumplan de manera correcta la función que les corresponde.

Los elementos que compondrán el sistema nuevo requieren ser dimensionados correctamente donde se emplean cálculos matemáticos para la selección de los mismos.

### 11.2.3. Cálculo de la sección mínima del conductor

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\varphi}{Y * \Delta V} \quad (36)$$

Donde:

S= Sección mínima del conductor en (mm<sup>2</sup>)

L= Longitud del conductor en (m)

Y= Conductividad del material (m/Ωmm<sup>2</sup>)

ΔV = caída de voltaje (v)

### 11.2.4. Caída de voltaje trifásica

$$\Delta V = \left(\frac{\sqrt{3}}{56}\right) * \left(\frac{L * I * \cos\varphi}{S}\right) \quad (37)$$

Donde:

ΔV=Caída de voltaje (V)

L=longitud del conductor (m)

I= Intensidad que circulara por el conductor (A)

S=Sección mínima admisible del conductor (mm<sup>2</sup>)

cosφ= Factor de potencia.

### 11.2.5. Cálculo del interruptor magnetotérmico

Para el cálculo del interruptor es necesario primero calcular la corriente que requiere el circuito diseñado tomando en cuenta la potencia de la carga para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} \quad (38)$$

Donde:

I = Intensidad que permite seleccionar el magnetotérmico (A)

P = Potencia activa (W)

V = Voltaje nominal (V)

$\cos\phi$  = Factor de potencia de la carga (en el caso de no tener esta información se toma 0,85 para el respectivo cálculo)

De acuerdo a la norma NEC se debe considerar un 20% más de la corriente para la elección del magnetotérmico.

## 12. METODOLOGÍA Y DISEÑO EXPERIMENTAL

### 12.1. Método analítico

El método analítico es un modelo de estudio que consiste en separar en partes el tema a estudiar observando las causas y efectos que se producen [8].

Mediante un análisis del sistema eléctrico actual de la planta (MILMA LAC) se logró obtener información para planificar el diseño requerido para su ampliación con nuevas cargas.

A través de esta metodología se determinó que los centros de carga de la fábrica no estaban bien distribuidos para las diferentes cargas que se encuentran en funcionamiento las protecciones no son las adecuadas ya que algunas están sobre dimensionadas.

## 12.2. Tipos de investigación

### 12.2.1. Investigación de campo:

La investigación se realiza en donde se encuentra el objeto de estudio analizando el funcionamiento actual de la fábrica, reconociendo cada una de las áreas que conforman la misma donde se pudo observar la falta de mantenimiento y fuentes de alimentación para las diferentes cargas que incrementaron para la producción [8].

También se determinó la necesidad de un nuevo sistema eléctrico ya que la fábrica se trasladara a sus predios propios donde se instalaran nuevas cargas para mejorar la producción actual.

### 12.2.2. Investigación bibliográfica:

La investigación bibliográfica consiste en la revisión de material bibliográfico existente acerca del tema de estudio con el propósito de aplicar y profundizar el conocimiento en el área científica, permitiendo una visión panorámica del problema.

La investigación que se realizó en este proyecto se basó en la búsqueda de información en libros, artículos científicos, páginas web donde se logró encontrar información que mejoro los conocimientos para poder llevar a cabo este proyecto.

Después de la recopilación bibliográfica permitió llevar realizar un análisis sobre las instalaciones actuales de la fábrica permitiendo realizar el proyecto de una forma correcta respetando la normativa vigente en el ecuador.

La investigación permitió conocer información adecuada para la planificación y diseño del proyecto el cálculo de cada uno de los puntos de alineación tiene importancia debido a que el mismo permite determinar las condiciones en el cual se deben encontrar los elementos que lo componen para que estas cumplan de manera correcta la función que les corresponde.

Los elementos que compondrán el sistema nuevo requieren ser dimensionados correctamente donde se emplean cálculos matemáticos para la selección de los mismos.

### 12.2.3. Cálculo de la sección mínima del conductor

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I * \cos\varphi}{Y * \Delta V} \quad (36)$$

Donde:

S= Sección mínima del conductor en (mm<sup>2</sup>)

L= Longitud del conductor en (m)

Y= Conductividad del material (m/Ωmm<sup>2</sup>)

ΔV = caída de voltaje (v)

#### 12.2.4. Caída de voltaje trifásica

$$\Delta V = \left( \frac{\sqrt{3}}{56} \right) * \left( \frac{L * I * \cos\varphi}{S} \right) \quad (37)$$

Donde:

ΔV=Caída de voltaje (V)

L=longitud del conductor (m)

I= Intensidad que circulara por el conductor (A)

S=Sección mínima admisible del conductor (mm<sup>2</sup>)

cosφ= Factor de potencia.

#### 12.2.5. Cálculo del interruptor magnetotérmico

Para el cálculo del interruptor es necesario primero calcular la corriente que requiere el circuito diseñado tomando en cuenta la potencia de la carga para lo cual se utiliza la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi} \quad (38)$$

Donde:

I = Intensidad que permite seleccionar el magnetotérmico (A)

P = Potencia activa (W)

V = Voltaje nominal (V)

$\cos\phi$  = Factor de potencia de la carga (en el caso de no tener esta información se toma 0,85 para el respectivo cálculo)

De acuerdo a la norma NEC se debe considerar un 20% más de la corriente para la elección del magnetotérmico.

**Tabla 11:** Variables del proyecto

<b>Variable independiente</b>			
<b>Variable</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fórmula</b>
<b>I</b> <b>Diseño eléctrico:</b> Asegurar el correcto funcionamiento de red, garantizando la seguridad de los equipos eléctricos ante eventualidades como sobre voltajes o sobre corrientes que pueden afectar a los mismos.	Corriente que requiere la carga	Amperios	$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V_{LL} * \cos\phi}$
	Sección mínima del conductor	$mm^2$ Milímetros al cuadrado	$S = \frac{L * I * \cos\phi}{\sigma * \Delta V}$
<b>Variable dependiente</b>			
<b>Variable</b>	<b>Definición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Fórmula</b>
<b>Operación del sistema:</b> Se refiere a los niveles de voltaje adecuados para el funcionamiento de la carga. Además de la apertura de las protecciones eléctricas para garantizar la vida útil de los equipos.	El nivel de voltaje necesario para la operación de los equipos como motores o luminarias	Voltios	$V = \frac{P}{\sqrt{3} * I * \cos\phi}$

	Máxima corriente de cortocircuito para las aperturas de las protecciones	Amperios	$I_P = \sqrt{2} * I_{CC}$
--	--	----------	---------------------------

Fuente: [Autores]

### 13. CRONOGRAMA

Tabla 12: Cronograma del proyecto.

Actividad	SEMANAS														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Análisis de datos de la red actual de la planta Milma lac	X														
Recopilación de datos de carga eléctrica que intervienen en el proceso de la planta		X													
Análisis de los requerimientos eléctricos de la planta Milma lac			X												
Cálculo de la capacidad del transformador que alimentará las instalaciones eléctricas de la planta				X	X										
Diseño de la red de medio voltaje que alimentará a la planta Milma lac						X	X								
Diseño de la red de bajo voltaje que se encargará en la distribución de la energía eléctrica en toda la planta tanto interna como externa								X	X						
Diseño del mallado a tierra										X	X				
Dimensionamiento de los conductores tanto en medio y bajo voltaje												X	X		
Dimensionamiento de las protecciones tanto en medio como en bajo voltaje														X	X

Fuente. [Los Autores]

## **CAPÍTULO 2**

## 14. ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL PROYECTO

Consumo actual de la planta (MILMA LAC)

**Figura 9:** Consumo de energía eléctrica de la planta (MILMALAC)

INFORMACIÓN DEL SUMINISTRO					
Suministro	165400-4	Nombres	MILMALAC S.A.	Dirección	EL CAPULIANTES QUESINOR
Medidor	T4R6040	Tarifa	Ind.Demanda con reg.horario*	Consumo (KWh)	0
Fecha Lectura	18/1/2021	Fecha Facturación	22/1/2021	Fecha Vencimiento	5/2/2021
Meses Adeudados	0	Saldo Pendiente	\$ 0	Estado	Pagada



**Fuente.** [Autores]

A continuación se desarrollan los respectivos cálculos para el diseño del nuevo sistema eléctrico de la planta (MILMA LAC)

Las diferentes áreas de la fábrica contienen cargas como motores de diferentes potencias requeridos para la producción los mismos que nos arrojaron datos para establecer la demanda de energía eléctrica tomando como referencia la carga más alta para el diseño de las instalaciones, tomando en cuenta que las cargas son estáticas, como resultado tenemos que la carga máxima a utilizar dentro del área de producción es de 7,5 HP siendo 5595 W la demanda de esta carga para preservar la alimentación se realiza un incremento del 25% dándose así el valor de 10 HP para instalaciones futuras.

**Tabla 13:** Cuadro de cargas representativas primera planta

CARGAS REPRESENTATIVAS
------------------------

ÁREAS DE LA FABRICA	POTENCIA EN (HP)	RENDIMIENTO	POTENCIA EN (KW)	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA EN (KVA)
ÁREA DE PRODUCCIÓN	9	0,92	7.29	0.85	8.58
ÁREA DE HILADO	13	0,92	10.54	0.85	12.40
CALDEROS	3.5	0,92	2.40	0.85	2.82
BANCO DE HIELO	15	0,92	12.16	0.85	14.31
ÁREA DE FRÍO	17	0,92	13.78	0.85	16.21
ÁREA DE ENVASADO	2	0,92	1.62	0.85	3.82
ÁREA DE EMPACADO	4.5	0,92	3.65	0.85	4.29
PRODUCTO TERMINADO	16	0,92	12.97	0.85	15.26

**Fuente.** [Los Autores]

## SUBTABLEROS DE DISTRIBUCIÓN PRIMERA PLANTA

### Cálculo corriente

La corriente de cada línea la calcularemos mediante la siguiente fórmula

Monofásica

$$I_N = \frac{P}{Vx\cos\phi} \quad (39)$$

Donde:

P= potencia máxima en la línea

V=Tensión de la línea monofásica o trifásica

#### 14.1. Cálculos (STBI #1)

Una vez realizado el levantamiento de cargas se precede a realizar el dimensionamiento del conductor para los sub tableros de distribución.

**Tabla 14:** Sub Tablero de distribución interno #1.

<b>(STDI # 1) ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO</b>	
Producto terminado 3.5 HP	2838 W
Luminarias # 11	594 W
Tomas 127 V # 1	200 W

**Fuente.** [Los Autores].

**Potencia total = 3632 W**

Cálculo de la sección mínima del conductor para el sub tablero #1 ubicado en el área de producto terminado.

**Corriente:**

Utilizando la fórmula 38 calculamos la corriente nominal del circuito.

$$I_N = \frac{3632}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 11.21 \text{ A}$$

Corriente más 25% para seguridad del conductor debido al arranque de motores ya que al producirse un arranque su corriente puede ser cinco veces su corriente nominal.

$$I_c = I_N * 1.25 = [A] \quad (40)$$

$$I_c = 11.21 * 1.25 = 14 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 10 con una sección  $5,26 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$

**Sección mínima del conductor (área de producto terminado - STDI #1)**

L=46.70 m TGD-STDI #1

Calculamos la caída de tensión mediante la fórmula 37.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 46.70 * 11.21 * 0.85}{5.26 * 56} = 2.61 V$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V * 100}{V_{FF}} = [\%] \quad (41)$$

$$\Delta V\% = \frac{2.61 * 100}{220} = 1.18 \%$$

Sección del conductor calculada mediante la fórmula 36.

$$S = \frac{\sqrt{3} * 46.70 * 11.21 * 0.85}{56 * 2.61} = 5.26 \text{ mm}^2$$

### **Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #1**

#### **Producto terminado carga trifásica**

Corriente nominal aplicando la fórmula 38.

$$I_N = \frac{2838}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 8,76 A$$

Corriente del conductor # 12 AWG aplicando la fórmula 40.

$$I_c = 8.76 * 1.25 = 10.95 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = I_N * 1.20 = [A] \quad (42)$$

$$I_t = 8.76 * 1.20 = 10.50 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 3 polos a 240 VAC

#### **Luminarias carga monofásica**

Se calcula la corriente nominal aplicando la fórmula 39.

$$I_N = \frac{594}{127} = 4.68 A$$

Corriente del conductor #14 AWG recomendada por la norma NEC 2013.

$$I_{CD} = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético recomendada por la norma NEC 2013.

$$I_T = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

### **Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal aplicando la fórmula 39

$$I_N = \frac{200}{127} = 1,57 A$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 20 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_T = 15 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

## **14.2. Cálculos (STDI #2)**

**Tabla 15:** Sub Tablero de distribución interno #2.

<b>(STDI #2) ÁREA DE EMPACADO</b>	
Longeadora 1,5 HP	1216 W
Selladora al vacío 3HP	2432 W
Luminarias #12	648 W
Tomas 127 V #3	600 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 4896 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{4896}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 15.12 A$$

Corriente más el 25% para seguridad del conductor

$$I_c = 15.12 * 1.25 = 18.9 A$$

Se selecciona el conductor calibre # 8 con una sección  $8.37 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

### Sección mínima del conductor (área de empacado - STDI #2)

L= 35.81 m TGD-STDI #2

La caída de voltaje se calcula mediante la fórmula 37.

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 35.81 * 18.9 * 0.85}{8.37 * 56} = 2.13 V$$

$$\Delta V = \frac{2.13 * 100}{220} = 0.96 \%$$

Sección del conductor calculada

$$S = \frac{\sqrt{3} * 35.81 * 18.9 * 0.85}{56 * 2.13} = 8.37 \text{ mm}^2$$

### Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #2

#### Área de empacado carga trifásica

Corriente nominal longeadora 1216 W

$$I_N = \frac{1216}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 3.75 A$$

Calibre del conductor #8 AWG

Selección de la llave termo magnética

$$I_t = 3.75 * 1.20 = 4.5 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 3 polos a 240 VAC

Corriente nominal Selladora al vacío 2432 W

$$I_N = \frac{2432}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 7.51 A$$

Calibre del conductor #8 AWG

Selección de la llave termo magnética

$$I_t = 7.51 * 1.20 = 9 A$$

**Luminarias carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{648}{127} = 5.10 \text{ A}$$

Corriente del conductor #14 AWG

$$I_c = 15 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

**Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{600}{127} = 4.72 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 20 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

**14.3. Cálculos (STDI #3)****Tabla16:** Sub Tablero de distribución interno #3.

<b>(STDI #3) ÁREA DE ENVASADO</b>	
Marmita para yogurt 2HP	1622 W
Luminarias C1 # 6	324 W
Luminarias C2 #6	324 W
Tomas 127 V # 4	800 W

**Fuente.** [Los Autores]**Potencia total= 3070 W****Corriente:**

$$I_N = \frac{3070}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 9.48A$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 9.48 * 1.25 = 11.85 A$$

Se selecciona el conductor calibre # 8 con una sección  $8.37 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

**Sección mínima del conductor (área de envasado - STDI #3)**

L= 29.86 m TGD-STDI #3

**Caída de voltaje TGD-STDI #3**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 9.48 * 29.86 * 0.85}{8.37 * 56} = 0.89 V$$

$$\Delta V = \frac{0.89 * 100}{220} = 0.40 \%$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * 9.48 * 29.86 * 0.85}{56 * 0.89} = 8.37 \text{ mm}^2$$

**Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #3**

**Carga trifásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 5 * 1.25 = 6.25 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5 * 1.20 = 6 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Luminarias carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{324}{127} = 2.55A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

#### **Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{800}{127} = 6.30 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 20 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

#### **14.4. Cálculos (STBD #4)**

**Tabla 17:** Sub Tablero de distribución interno #4.

<b>(STDB # 4) ÁREA DE PRODUCCIÓN</b>	
Luminarias C1 # 6	1353 W
Luminarias C2 # 6	1353 W
Pasteurizador 4HP	3244 W
Bomba para suero 4HP	3244 W
Motor reductor de tina batidora 1HP	811 W
Tomas 127 V #3	400 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 10405 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{10405}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 32.12 \text{ A}$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 32.12 * 1.25 = 40.15 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 8 con una sección  $8.37 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

**Sección mínima del conductor (área de envasado - STBD #4)**

**Caída de voltaje TGD-STBD#4**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 32.12 * 14 * 0.85}{8.37 * 56} = 1.41 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{1,41 * 100}{220} = 0,64 \%$$

**Sección mínima del conductor [STBD #4]**

L= 14 m TGD-STDI #4

$$S = \frac{\sqrt{3} * 32.12 * 14 * 0.85}{56 * 1.41} = 8.37 \text{ mm}^2$$

Corriente del interruptor termo magnético de 3 polos

$$I_t = 15 \text{ A}$$

**Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #4**

**Carga trifásica**

Corriente nominal pasteurizador

$$I_N = \frac{3244}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 10.01 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 10.01 * 1.25 = 12.51 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10.01 * 1.20 = 12 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

Corriente nominal bomba para suero

$$I_N = \frac{3244}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 10.01 A$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 10.01 * 1.25 = 12.51 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10.01 * 1.20 = 12 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

Corriente nominal del motor reductor para la batidora

$$I_N = \frac{811}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 2.50 A$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 2.50 * 1.25 = 3.13 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 2.50 * 1.20 = 3 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1353}{\sqrt{3} * 220} = 3.54 A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 2 polos a 120/240 VAC

### Tomas 127 V carga monofásica

Corriente nominal

$$I_N = \frac{400}{127} = 3.15 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 3.15 * 1.25 = 3.94 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 3.15 * 1.20 = 3.70 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

### 14.5. Cálculos (STDI #5)

**Tabla 18:** Sub Tablero de distribución interno #5.

<b>(STDB #5) ÁREA DE FRÍO</b>		
Cuarto de maduración #1	4.5HP	3649 W
Cuarto de maduración #2	4.5HP	3649 W
Cuarto de maduración #3	4.5HP	3649 W
luminarias C1 # 11		594 W
Luminarias C2 # 9		486 W
Luminarias C3 # 9		486 W
Luminarias C4 # 11		594 W
Luminarias C5 #2		108 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 13215 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{13215}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 40.8 A$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 40.8 * 1.25 = 51 A$$

Se selecciona el conductor calibre # 6 con una sección  $13.3 \text{ mm}^2$ .

$L = 4 \text{ m}$  TGD-STDI #5

#### Caída de voltaje TGD-STBD#5

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 8.75 * 40.8 * 0.85}{56 * 13.3} = 0.32 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{0.32 * 100}{220} = 0,15\%$$

#### Sección mínima del conductor (área de hilado - STDI #5)

$$S = \frac{\sqrt{3} * 4 * 40.8 * 0.85}{56 * 0.32} = 13.3 \text{ mm}^2$$

#### Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #5

##### Carga trifásica

Corriente nominal cuarto frío

$$I_N = \frac{3649}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 11.26 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 11.26 * 1.25 = 14.08 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 11.26 * 1.20 = 13.51 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

Nota: en total son tres termo magnéticos de iguales características.

##### Luminarias

Corriente nominal

$$I_N = \frac{594}{127} = 4.68 \text{ A}$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

Nota: en total son cinco termo magnéticos de iguales características para las luminarias.

#### 14.6. Cálculos (STDI #6)

**Tabla 19:** Sub Tablero de distribución interno #6.

<b>(STDI #6) ÁREA DE CALDERAS Y BANCO DE HIELO</b>	
Iluminación C1 # 4	216 W
Iluminación C2 # 8	432 W
Caldera #1 2HP	1622 W
Caldera #2 1.5HP	1216 W
Banco de hielo #1 8HP	6487 W
Banco de hielo #2 7HP	5676 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 15649 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{15649}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 48.32 A$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 48.32 * 1.25 = 60.4 A$$

Se selecciona el conductor calibre # 6 con una sección  $13.3 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

L= 14 m TGD-STDI #6

**Caída de voltaje TGD-STDI #6**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 14 * 48.32 * 0.85}{56 * 13.3} = 1.34 V$$

$$\Delta V = \frac{1.34 * 100}{220} = 0.61 \%$$

**Sección mínima del conductor [área recepción - STDI #6]**

$$S = \frac{\sqrt{3} * 14 * 48.32 * 0.85}{56 * 1.34} = 13.3 \text{ mm}^2$$

**Cálculo de los interruptores termo magnéticos**

**Carga trifásica caldera #1**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5.01 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 5.01 * 1.25 = 6.26 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5.01 * 1.20 = 6.01 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Carga trifásica caldera #2**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1216}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 3.75 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG

$$I_c = 3.75 * 1.25 = 4.69 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 3.75 * 1.20 = 4.51 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Carga trifásica Banco de hielo #1**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{6487}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 20.03 \text{ A}$$

Corriente del conductor #10 AWG

$$I_c = 20.03 * 1.25 = 25.03A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 20.03 * 1.20 = 24.03A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 30 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Carga trifásica Banco de hielo #2**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{5676}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 17.52 \text{ A}$$

Corriente del conductor #10 AWG

$$I_c = 17.52 * 1.25 = 21.90 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 17.52 * 1.20 = 21.03A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 30 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{432}{127} = 3.40 \text{ A}$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

### 14.7. Cálculos (STDI#7)

**Tabla 20:** Sub Tablero de distribución interno #7.

<b>(STDI #7) ÁREA DE HILADO</b>	
ILUMINACIÓN C1 # 9	486 W
ILUMINACIÓN C2 # 9	486 W
ILUMINACIÓN C3 # 9	486 W
ILUMINACIÓN C4 # 9	486 W
Cortadora 3HP	2433 W
Molino para amasar 3HP	2433 W
Motor hiladora de mozzarella 2HP	1622 W
Motor serpentín transportador 5HP	4054 W
TOMAS 127 V #2	400 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 12886 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{12886}{\sqrt{3} * 220 * 0,85} = 39.78 \text{ A}$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 39.78 * 1.25 = 49.73 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 6 con una sección  $13.3 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

**Caída de voltaje TGD-STDI #7**

L= 30 m TGD-STDI #7

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 39.78 * 30 * 0.85}{13.3 * 56} = 2.36 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{2.36 * 100}{220} = 1.07 \%$$

**Sección mínima del conductor (área hilado – STDI #7)**

$$S = \frac{\sqrt{3} * 30 * 39.78 * 0.85}{56 * 2.36} = 13.3 \text{ mm}^2$$

**Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #7****Carga trifásica Cortadora**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{2433}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 7.51 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 7.51 * 1.25 = 9.39 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 7.51 * 1.20 = 9.01 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Carga trifásica molino para amasar**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{2433}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 7.51 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 7.51 * 1.25 = 9.39 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 7.51 * 1.20 = 9.01 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Carga trifásica hiladora de mozzarella**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5.01 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 5.01 * 1.25 = 6.26 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5.01 * 1.20 = 6.01 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Carga trifásica serpentín transportador**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{4054}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 12.52 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 12.52 * 1.25 = 15.65 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 12.52 * 1.20 = 15.02 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{486}{127} = 3.83 A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polos a 120/240 VAC

### **Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{400}{127} = 3.15 \text{ A}$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 3.15 * 1.25 = 3.94 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 3.15 * 1.20 = 3.70 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

#### 14.8. Cálculos (STDI #8)

**Tabla 21:** Sub Tablero de distribución interno #8.

<b>(STDI #8) ÁREA DE RECEPCIÓN</b>	
Iluminación C1 # 2	451 W
Iluminación C2 # 3	162 W
Cilo enfriador de leche#1 2HP	1622 W
Cilo enfriador de leche #2 2HP	1622 W
Descremadora de leche 7HP	5676 W
Bomba descargadora de leche 3HP	2433 W
Laboratorio 2HP	1622 W
Tomas 127 V # 7	1400 W
Iluminación C3 #10	540 W
Iluminación C4 #10	540 W

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 14446 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{14445}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 44.60 \text{ A}$$

Corriente más el 25%

$$I_c = 44.60 * 1.25 = 55.8 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 4 con una sección  $21.2 \text{ mm}^2$  a  $90^\circ\text{C}$ .

**Sección mínima del conductor (área recepción - STDI #8)**

$L = 58 \text{ m}$  TGD-STDI#8

**Caída de voltaje TGD-STDI #8**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 55.8 * 58 * 0.85}{21.2 * 56} = 4.01 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{4.01 * 100}{220} = 1.82 \%$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * 58 * 55.8 * 0.85}{56 * 4.01} = 21.2 \text{ mm}^2$$

**Cálculo de los interruptores termo magnéticos STDI #8****Carga trifásica****Corriente Cilo enfriador de leche#1 2HP**

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5 \text{ A}$$

Corriente del conductor #8 AWG

$$I_c = 8 * 1.25 = 6.25 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5 * 1.20 = 6 \text{ A}$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

**Corriente Cilo enfriador de leche#2 2HP**

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5 \text{ A}$$

Corriente del conductor #8 AWG

$$I_c = 8 * 1.25 = 6.25 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5 * 1.20 = 6 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

#### **Corriente Descremadora de leche 7HP**

$$I_N = \frac{5676}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 17.52 A$$

Corriente del conductor #8 AWG

$$I_c = 17.52 * 1.25 = 21.09 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 17.52 * 1.20 = 21 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 30 amperios de 3 polos a 240 VAC

#### **Corriente Bomba descargadora de leche 3HP**

$$I_N = \frac{2433}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 7.51 A$$

Corriente del conductor #8 AWG

$$I_c = 7.51 * 1.25 = 9.39 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 7.51 * 1.20 = 9.01 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

#### **Corriente Laboratorio 2HP**

$$I_N = \frac{1622}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 5 A$$

Corriente del conductor #8 AWG

$$I_c = 5 * 1.25 = 6.25 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 5 * 1.20 = 6 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 15 amperios de 3 polos a 240 VAC

### **Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{540}{127} = 4.25 A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 2 polos a 120/240 VAC

### **Luminarias 225.5 W**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{451}{\sqrt{3} * 220} = 1.18 A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 2 polos a 120/240 VAC

### **Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1400}{127} = 11.02 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = * 1.25 = 13.78 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 13.78 * 1.20 = 16.54 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

#### 14.9. Sub tablero de distribución segunda planta

**Tabla 22:** Sub Tablero de distribución interno segunda planta.

<b>(STDI #1) SEGUNDA PLANTA ILUMINACIÓN</b>			
ITEM	NUMERO DE ARTEFACTOS	POTENCIA INDIVIDUAL (W)	POTENCIA TOTAL (W)
LÁMPARAS IL C1	15	54	810
LÁMPARAS IL C2	12	54	648
LÁMPARAS IL C3	8	54	432
LÁMPARAS IL C4	8	54	432
LÁMPARAS IL C5	10	54	540
LÁMPARAS IL C6	10	54	540
LÁMPARAS IL C7	11	54	594
LÁMPARAS IL C8	10	54	540
LÁMPARAS IL C9	12	54	648
LÁMPARAS IL C10	10	54	540
<b>POTENCIA TOTAL =</b>			<b>5724</b>
<b>(STDI #2) SEGUNDA PLANTA TOMACORRIENTES</b>			
TOMAS TC C1	10	200	2000
TOMAS TC C2	7	200	1400
TOMAS TC C3	8	200	1600
TOMAS TC C4	9	200	1800
TOMAS TC C5	8	200	1600
TOMAS TC C5	7	200	1400
TOMAS TC C6	5	200	1000
<b>POTENCIA TOTAL =</b>			<b>10800</b>

Fuente. [Los Autores]

**Potencia total= 10800 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{10800}{127} = 85.04 \text{ A}$$

Con el criterio de que las instalaciones de la segunda planta no estarán todas funcionando al mismo tiempo se utiliza un factor de utilización del 70 %

$$I_N = 85.04 * 0.7 = 59.53 \text{ A}$$

$$I_c = 59.53 * 1.25 = 74.41 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 6 con una sección de 13.3 mm<sup>2</sup>.

L= 8 m TGD-STDI-Planta alta

**Caída de voltaje TGD-STDI-Planta alta**

$$\Delta V = \frac{2 * 74.41 * 8}{13.3 * 56} = 1.59 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{1.59 * 100}{127} = 1.25\%$$

**Sección mínima del conductor (TBG- STDI #1)**

$$S = \frac{2 * 74.41 * 8}{56 * 1.59} = 13.3 \text{ mm}^2$$

**Cálculo de las protecciones termo magnéticas**

**Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{810}{127} = 6.38 \text{ A}$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 \text{ A}$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

### Tomas 127 V carga monofásica

Corriente nominal

$$I_N = \frac{810}{127} = 6.38 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 6.38 * 1.25 = 7.9 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 6.38 * 1.20 = 7.66A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

### 14.10. Casa de guardianía

**Tabla 23:** Sub Tablero de distribución interno casa de guardianía.

<b>(STDI #1) PLANTA BAJA - GUARDIANIA</b>			
ITEM	PUNTOS DE ILUMINACIÓN Y TOMAS	POTENCIA INDIVIDUAL (W)	POTENCIA TOTAL (W)
LÁMPARAS	10	19	190
TOMAS C1	6	200	1200
TOMAS C2	5	200	1000
<b>POTENCIA TOTAL =</b>			<b>2390</b>
<b>PLANTA ALTA - GUARDIANIA</b>			
LÁMPARAS C1	4	19	76
LÁMPARAS C1	3	19	57
TOMAS C1	3	200	600
TOMAS C2	5	200	1000
TOMAS C3	6	200	1200
<b>POTENCIA TOTAL=</b>			<b>2933</b>

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 5323 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{5323}{127} = 41.91 \text{ A}$$

Con el criterio de que las instalaciones de la segunda planta no estarán todas funcionando al mismo tiempo su utiliza un factor de utilización del 70 %

$$I_N = 41.91 * 0.7 = 29.34 \text{ A}$$

$$I_c = 29.34 * 1.25 = 36.68 \text{ A}$$

Se selecciona el conductor calibre # 6 con una sección de 13.3 mm<sup>2</sup>.

L= 35 m TGD-STBD-PLANTA ALTA

**Caída de voltaje TGD-STDI-Planta alta**

$$\Delta V = \frac{2 * 35 * 29.34}{13.3 * 56} = 2.75 \text{ V}$$

$$\Delta V = \frac{2.75 * 100}{127} = 2.16 \%$$

**Sección mínima del conductor [área recepción – STD-Guardianía]**

$$S = \frac{2 * 36.68 * 35}{56 * 3.4} = 13.3 \text{ mm}^2$$

**Tabla 24:** Sub Tablero de distribución interno alumbrado exterior.

<b>(STDI #1) ALUMBRADO EXTERIOR</b>			
<b>ITEM</b>	<b>PUNTOS DE ILUMINACIÓN Y TOMAS</b>	<b>POTENCIA INDIVIDUAL (W)</b>	<b>POTENCIA TOTAL (W)</b>
LÁMPARAS	13	120	1560
<b>POTENCIA TOTAL =</b>			<b>1560</b>

**Fuente.** [Los Autores]

**Luminarias 120 W**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{1560}{\sqrt{3} * 220} = 4.09 A$$

Corriente del conductor #12 TW

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 2 polos a 120/240 VAC

## 15. CÁLCULO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL

**Tabla 25:** Sub Tablero de distribución interno segunda planta.

N° STDI	POTENCIA (W)	LONGITUD DEL CONDUCTOR (m)
1	5659	46.70
2	12598	35.81
3	4688	29.86
4	14456	14
5	2268	4
6	11999	14
7	17750	30
8	14445	58
SEGUNDA PLANTA		
1	7560	8
GUARDIANA		
1	3726	35
ALUMBRADO EXTERIOR		
1	1092	4
<b>POTENCIA TOTAL=</b>	<b>96241</b>	

**Fuente.** [Los Autores]

**Potencia total= 96241 W**

**Corriente:**

$$I_N = \frac{96241}{\sqrt{3} * 220 * 0.85} = 297.13 A$$

$$I_N = 297.13 * 0.7 = 207.99 A$$

Se selecciona el conductor calibre # 4/0 con una sección de 107 mm<sup>2</sup>.

L= 60 m TGD-STDI-Planta alta

#### **Caída de voltaje TGD-STDI-Planta alta**

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} * 207.99 * 60 * 0.85}{107 * 56} = 3 V$$

$$\Delta V = \frac{3 * 100}{220} = 1.36\%$$

#### **Sección mínima del conductor [TBG- STDI #1]**

$$S = \frac{2 * 74.41 * 8}{56 * 1.59} = 13.3 mm^2$$

#### **Cálculo de las protecciones termo magnéticas**

##### **Luminarias**

Corriente nominal

$$I_N = \frac{810}{127} = 6.38 A$$

Corriente del conductor #14 AWG THHN

$$I_c = 15 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 10 A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 10 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

##### **Tomas 127 V carga monofásica**

Corriente nominal

$$I_t = \frac{810}{127} = 6.38 A$$

Corriente del conductor #12 AWG THHN

$$I_c = 6.38 * 1.25 = 7.9 A$$

Corriente del interruptor termo magnético

$$I_t = 6.38 * 1.20 = 7.66A$$

Se elige un interruptor termo magnético de 20 amperios de 1 polo a 120/240 VAC

## 16. CÁLCULO DE LA MALLA A TIERRA

La malla a tierra está calculada de acuerdo a la norma IEEE-80

### 16.1. Datos del transformador a utilizar en la planta (MILMA LAC):

Potencia = 100 KVA trifásico

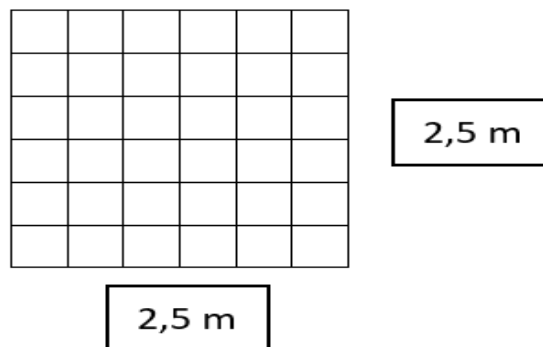
Corriente del primario= 4,18 A

Corriente del secundario=262,43 A

$\rho_t=14,51 \Omega m$

Dimensiones de la malla

**Figura 10:** Área de la malla calculada



**Fuente.** [Autores].

Corriente nominal del secundario del transformador

$$I_n = \frac{S [KVA]}{\sqrt{3}xV_{LL}} = [A] \quad (43)$$

$$I_n = \frac{100KVA}{\sqrt{3} \times 220} = 262.43 A$$

Potencia de cortocircuito

$$P_{cc} = \frac{S}{X} = [KVA] \quad (44)$$

$$S_{cc} = \frac{100 KVA}{\frac{1}{(4\% * 13.8 kV)}} = 55.2 [KVA] \quad (45)$$

Corriente eficaz de cortocircuito  $I_{ecc}$ .

$$I_{ecc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times V_{LL}} \quad (46)$$

$$I_{ecc} = \frac{100KVA}{\sqrt{3} \times 13.8kV} = 2.309 kA$$

Corriente de cortocircuito en el secundario  $I_{ccs}$ .

$$I_{ccs} = 2.55x I_{ecc} = [A]$$

$$I_{ccs} = 2.55x 2.309 = 5,887[kA]$$

Corriente de cortocircuito en el primario  $I_{ccp}$ .

$$I_{ccp} = \frac{I_N}{Z} = [A] \quad (47)$$

$$I_{ccp} = \frac{4.18}{0.04} = 104.5 [A]$$

$I_0 = 104.2 [A]$  Corriente de cortocircuito del primario del transformador.

$I = 5.887 [kA]$  Corriente de cortocircuito del secundario del transformador.

De acuerdo con la norma NEC 250-81, la normativa de la empresa eléctrica Quito, IEEE-80 el calibre mínimo que se debe usar en una malla a tierra es el AWG #2 con sección de  $33.54 \text{ mm}^2$  de 7 hilos para que tenga un mayor soporte a la corrosión.

Otro factor que define la sección del conductor es el tiempo de despeje de falla el cual es el más utilizado para los cálculos 1.5 seg.

### 16.2. Sección mínima del conductor de malla de puesta a tierra

$$S_c = \frac{I * k_f * \sqrt{t_c}}{1.9740} [mm^2] \quad (48)$$

Donde:

$S_c$ = Área del conductor

$I$ = Corriente de cortocircuito en el secundario [kA]

$t_c$ = Tiempo de despeje de falla [seg]

$k_f$ =Constante para materiales a diferentes temperaturas de fusión

Cobre duro suelda exotérmica  $k_f=7,06$  ver el anexo 3.

$$S_c = \frac{5.887 * 7.06 * \sqrt{1.5}}{1.9740} = 25.76 [mm^2]$$

En este caso de acuerdo a la norma NEC 250-81 se utilizara un conductor AWG calibre #2

### 16.3. Límites de tenciones peligrosas.

Según la norma IEEE-80 se dan para distintos pesos (50 kg y 70 kg) de personas que pueden estar sometidos a peligros.

Para una persona de 50 kg.

$$V_{paso\ tolerable} = \frac{(1000 + 6 * C_s * \rho_s) * 0.116}{\sqrt{t_c}} [V] \quad (49)$$

$$V_{toque\ tolerable} = \frac{(1000 + 1.5 * C_s * \rho_s) * 0.116}{\sqrt{t_c}} [V] \quad (50)$$

Para una persona de 70 kg.

$$V_{paso\ tolerable} = \frac{(1000 + 6 * C_s * \rho_s) * 0.157}{\sqrt{t_c}} [V] \quad (51)$$

$$V_{toque\ tolerable} = \frac{(1000 + 1.5 * C_s * \rho_s) * 0.157}{\sqrt{t_c}} [V] \quad (52)$$

Donde:

$C_s$ =Coeficiente en función del terreno y la capa superficial.

$\rho_s$ =Resistividad de la capa superficial [ $\Omega m$ ].

$t_c$ =Tiempo de despeje de falla [seg].

Coeficiente  $C_s$  se calcula mediante

$$C_s = 1 - \frac{0.09 * (1 - \frac{\rho}{\rho_s})}{2 * h_s + 0.09} \quad (53)$$

Donde:

$\rho$ =Resistividad del terreno [ $\Omega m$ ].

$\rho_s$ =Resistividad de la superficie [ $\Omega m$ ].

Según la norma IEEE-80 la resistividad superficial puede ir desde 3000 $\Omega$  hasta 5000 $\Omega$

$h_s$ =Espesor de la capa superficial entre 0.1 y 0.15 [m].

En el caso de no tener una capa de superficial de grava la resistividad superficial es igual a la resistividad del terreno  $\rho_s=\rho$  y el coeficiente  $C_s=1$ .

Por motivo de comparación se realizara el cálculo con superficie de grava y sin grava.

#### 16.4. Diseño sin capa superficial de grava.

Se calcula las tensiones de paso y toque para una persona de 50 kg utilizando las fórmulas 49 y 50.

$$V_{paso\ tolerable} = \frac{(1000 + 6 * 1 * 14.51) * 0.116}{\sqrt{1.5}} = 102.95 [V]$$

$$V_{\text{toque tolerable}} = \frac{(1000 + 1.5 * 1 * 14.51) * 0.116}{\sqrt{1.5}} = 96.78 [V]$$

Se calcula las tensiones de paso y toque para una persona de 70 kg utilizando las formulas 52 y 53.

$$V_{\text{paso tolerable}} = \frac{(1000 + 6 * 1 * 14.51) * 0.157}{\sqrt{1.5}} = 139.35 [V]$$

$$V_{\text{toque tolerable}} = \frac{(1000 + 1.5 * 1 * 14.51) * 0.157}{\sqrt{1.5}} = 130.98 [V]$$

### 16.5. Diseño con capa superficial de grava.

Calculo del coeficiente de superficie utilizando la fórmula 53.

$$C_s = 1 - \frac{0.09 * \left(1 - \frac{14.51}{4000}\right)}{2 * 0.15 + 0.09} = 0.77$$

Para una persona de 50 kg.

$$V_{\text{paso tolerable}} = \frac{(1000 + 6 * 0.77 * 14.51) * 0.116}{\sqrt{1.5}} = 1845.02 [V]$$

$$V_{\text{toque tolerable}} = \frac{(1000 + 1.5 * 0.77 * 14.51) * 0.116}{\sqrt{1.5}} = 532.29 [V]$$

Para una persona de 70 kg.

$$V_{\text{paso tolerable}} = \frac{(1000 + 6 * 0.77 * 14.51) * 0.157}{\sqrt{1.5}} = 2497.14 [V]$$

$$V_{\text{toque tolerable}} = \frac{(1000 + 1.5 * 0.77 * 14.51) * 0.157}{\sqrt{1.5}} = 720.43 [V]$$

Los valores de tensión de toque y paso tolerables muestran la gran importancia de utilizar una capa superficial de grava ya que brinda una alta resistividad dando mayor seguridad a las personas.

### 16.6. Diseño de la malla

Longitud del conductor

$$L_T = L_C + N * L_V \text{ [m]} \quad (54)$$

Donde:

$L_T$ = longitud de la malla [m] 1.8m. Longitud que recomienda la norma de la empresa eléctrica Quito

$L_V$ =Longitud de la varilla [m].

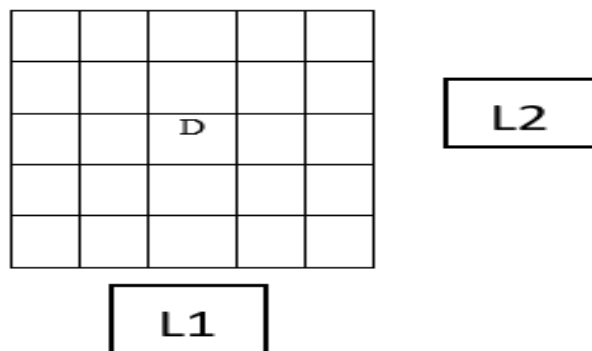
$N$ =Número de varillas o electrodos a tierra.

$L_C$ =Longitud del conductor horizontal [m].

Hay que tomar en cuenta la separación de los electrodos debido a los campos magnéticos que se pueden generar por lo cual la norma de la empresa eléctrica recomienda separar dos veces su longitud separación =  $2 * L_V$ .

### 16.7. Longitud del conductor horizontal

**Figura 12:** Longitud del conductor de la malla.



**Fuente:** [Autores]

La longitud del conductor horizontal se calcula mediante la siguiente fórmula

$$L_C = \left(\frac{L_1}{D} + 1\right) * L_2 + \left(\frac{L_2}{D} + 1\right) * L_1 \text{ [m]} \quad (55)$$

Donde:

$L_1$ = Ancho de la malla [m].

$L_2$ = Longitud de la malla [m].

D= Espaciamiento entre conductores [m].

### 16.8. Resistencia de la malla

$$R_g = \rho * \left[ \frac{1}{L_T} + \frac{1}{\sqrt{20} * A} \left( 1 + \frac{1}{1 + h * \sqrt{\frac{20}{A}}} \right) \right] \text{ [ohm]} \quad (56)$$

Donde:

$R_g$ =Resistencia de la malla calculada.

A=Área de la malla [ $m^2$ ].

h=Profundidad de enterramiento de la malla [m].

$\rho$ =Resistividad del terreno tomando como referencia un suelo uniforme [ $\Omega m$ ].

$L_T$ =Longitud total del conductor [m].

### 16.9. Área de la malla

$$A = L_1 * L_2 \quad [m^2] \quad (57)$$

Distancia entre electrodos  $2 * 1.80 = 3.6$  m

Se calcula la longitud del conductor aplicando la fórmula 55

$$L_C = \left( \frac{2.5}{0.5} + 1 \right) * 2.5 + \left( \frac{2.5}{0.5} + 1 \right) * 2.5 = 30 \text{ [m]}$$

$$L_T = 30 + 4 * 1.80 = 37.20 \text{ [m]}$$

$$A = 2.5 * 2.5 = 6.25 \text{ [m}^2\text{]}$$

h=1 m

$$R_g = 14.51 * \left[ \frac{1}{37.20} + \frac{1}{\sqrt{20} * 6.25} \left( 1 + \frac{1}{1 + 1 * \sqrt{\frac{20}{6.25}}} \right) \right] = 2.15 \text{ [\Omega]}$$

Calculo del máximo potencial a tierra GPR

$$GPR = I_G * R_g \quad [V] \quad (58)$$

Donde:

$R_g$ =Resistencia de la malla a tierra [ $\Omega$ ].

$I_G$ = Corriente de falla a tierra [A].

$$I_G = 1.9 * I_0 \quad [A]$$

$$I_G = 1.9 * 104.5 = 198.55 \quad [A]$$

Entonces

$$GPR = 198.55 * 2.15 = 426.88 \quad [V]$$

Al analizar para una persona de 70 kg con una superficie de grava tenemos que la tensión de toque tolerable de 720.43 [V] es mayor a GPR 426.88 [V].

Para una persona de 70 kg sin una superficie de grava tenemos que la tensión de toque tolerable de 130.98 [V] es menor a GPR 426.88 [V].

Por lo cual vemos la importancia de utilizar una superficie de grava.

En el caso de que  $GPR >$  Tensión de toque tolerable se procede a calcular las tensiones de malla y de paso.

### 16.10. Tensiones de malla y paso

Calculo del diámetro del conductor a utilizar en la malla.

$$A = \pi * r^2 \quad [m^2] \quad (59)$$

$$r = \sqrt{\frac{33.6}{\pi}} = 3.27 \quad [mm^2]$$

$$D = 2r \quad [mm^2]$$

$$D = 2 * 3.27 = 6.54 [mm^2]$$

$$D = \frac{6.54mm^2}{1000mm^2} = 0.00654 [m]$$

### 16.11. Tensión de malla

$$V_{malla} = \frac{\rho * I_G * k_m * k_i}{L_c + \left[ 1.55 + 1.22 * \left( \frac{L_v}{\sqrt{L_1^2 + L_2^2}} \right) \right] * N * L_v} [V] \quad (60)$$

Donde

N= es el número de varillas.

$k_m$ = Factor de espaciamento para tensión de malla.

$$k_m = \frac{1}{2\pi} * \left[ \ln \left[ \frac{D^2}{16 * h * d} + \frac{(D + 2 * h)^2}{8 * D * d} - \frac{h}{4 * d} \right] + \frac{k_{ii}}{k_h} * \ln \left[ \frac{8}{\pi * (2 * n - 1)} \right] \right] \quad (61)$$

Donde:

d=Diámetro del conductor [m].

D=Espaciamento entre conductores [m].

h=Profundidad de enterramiento de la malla [m].

n=Factor de geometría de la malla.

$$n = n_a + n_b + n_c \quad (62)$$

$$n_a = \frac{2 * L_C}{L_p} \quad (63)$$

$$(64)$$

$$n_b = \sqrt{\frac{L_p}{4 * \sqrt{A}}}$$

$$n_c = \left(\frac{L_1 * L_2}{A}\right)^{\frac{0.7 * A}{L_1 * L_2}} \quad (65)$$

$k_{ii}=1$  para mallas con varillas o electrodos en el perímetro, esquinas o dentro de la malla.

$k_h$ = Factor de corrección por la profundidad de enterramiento de la malla se calcula mediante

$$k_h = \sqrt{1 + h} \quad (66)$$

$$k_h = \sqrt{1 + 1} = 1.41$$

$L_p$ =Longitud del perímetro de la malla ya sean cuadradas o rectangulares

$$L_p = (L_1 + L_2) * 2 [m] \quad (67)$$

$$L_p = (2.5 + 2.5) * 2 = 10 [m]$$

$$n_a = \frac{2 * 30}{10} = 6$$

$$n_b = \sqrt{\frac{10}{4 * \sqrt{6.25}}} = 1$$

$$n_c = \left(\frac{2.5 * 2.5}{6.25}\right)^{\frac{0.7 * 6.25}{2.5 * 2.5}} = 1$$

$$n = 6 + 1 + 1 = 8$$

$$k_m = \frac{1}{2\pi} * \left[ \ln \left[ \frac{0.5^2}{16 * 1 * 0.00654} + \frac{(0.5 + 2 * 1)^2}{8 * 0.5 * 0.00654} - \frac{1}{4 * 0.00654} \right] + \frac{1}{1.41} \right. \\ \left. * \ln \left[ \frac{8}{\pi * (2 * 8 - 1)} \right] \right] = 0.6455$$

Factor de corrección por geometría

$$k_i = 0.644 + 0.148 * n$$

$$k_i = 0.644 + 0.148 * 8 = 1.83$$

$$V_{malla} = \frac{14.51 * 198.55 * 0.6455 * 1.83}{30 + \left[ 1.55 + 1.22 * \left( \frac{1.80}{\sqrt{2.5^2 + 2.5^2}} \right) \right] * 4 * 1.80} = 74.58 [V]$$

Condiciones de diseño

Si  $V_{malla} > V_{toque}$  se debe cambiar la configuración de la malla.

Si  $V_{malla} < V_{toque}$  se puede pasar a calcular la tensión de paso de la malla

Para nuestro diseño tomando en cuenta una persona de 70 kg se cumple que  $V_{malla} = 74.58 < V_{toque} = 720.43$  por lo cual pasamos a calcular la tensión de paso.

### 16.12. Calculo de la tensión de paso de la malla a tierra

$$V_{paso\ de\ la\ malla} = \frac{\rho * I_G * k_s * k_i}{0.75 * L_c + 0.85 * N * L_v} [V] \quad (68)$$

Donde:

$k_s$ =Factor de espaciamiento para tensión de paso de la malla.

$k_i$ =Factor de corrección por geometría de la malla.

$I_G$ =Corriente de falla a tierra [A].

$L_c$ =Longitud del conductor horizontal [m].

$N$ = Número de varillas o electrodos.

$L_v$ =Longitud de la varilla o electrodo.

$\rho$ = Resistividad del terreno tomando en referencia como un suelo uniforme [ $\Omega m$ ].

(69)

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 * h} + \frac{1}{D + h} + \frac{1}{D} * (1 - 0.5^{n-2}) \right]$$

$$k_s = \frac{1}{\pi} \left[ \frac{1}{2 * 1} + \frac{1}{0.5 + 1} + \frac{1}{0.5} * (1 - 0.5^{8-2}) \right] = 0.998$$

$$V_{paso\ de\ la\ malla} = \frac{14.51 * 198.55 * 0.998 * 1.83}{0.75 * 30 + 0.85 * 4 * 1.80} = 183.84 \text{ [V]}$$

Condiciones de diseño

Si  $V_{paso\ de\ la\ malla} > V_{paso\ tolerable}$  cambiar la configuración de la malla.

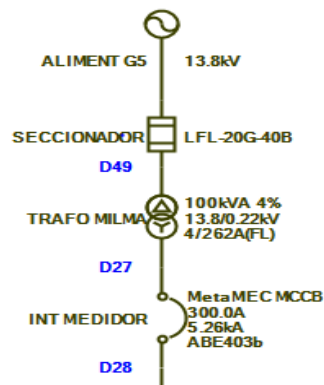
Si  $V_{paso\ de\ la\ malla} < V_{paso\ tolerable}$  el diseño cumple con las condiciones de seguridad.

Para nuestro diseño tomando en cuenta una persona de 70 kg  $V_{paso\ de\ la\ malla} = 183.84 \text{ [V]} < V_{paso\ tolerable} = 2497.14 \text{ [V]}$  cumple con las condiciones de diseño recomendadas por la norma IEEE-80.

### 16.13. Corriente de cortocircuito máxima de la planta (MILMA LAC)

Las corrientes de cortocircuito pueden generarse por distintos factores o eventos que se pueden producir en la instalación donde la impedancia tiende a cero aumentando la corriente la misma que tiene mayor aporte el secundario del transformador.

**Figura 13:** Corriente de cortocircuito en el tablero general.

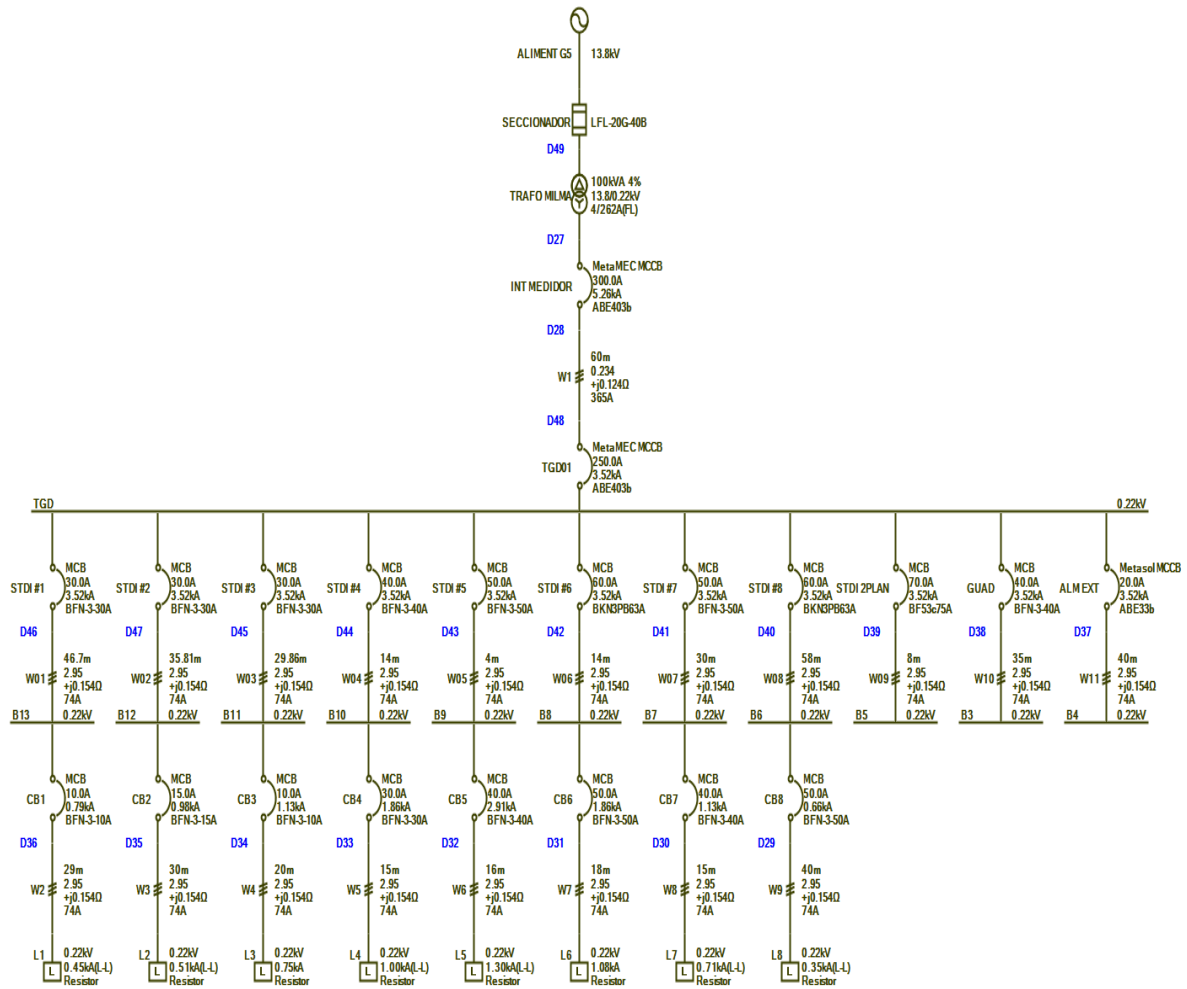


**Fuente.** [Autores]

Para este cálculo se toma el procedimiento de la norma IEC 60076-5, además datos complementarios aportados por red book IEEE dando las tablas de relaciones de resistencia e impedancias típicas del transformador y de la red de distribución y la potencia de cortocircuito.

**16.14. Protecciones termomagnéticas**

**Figura 14:** Simulación de los termomagnéticos.

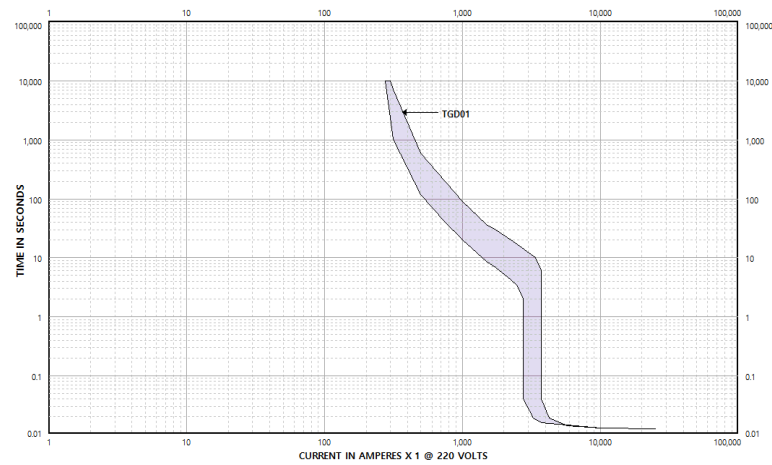


Fuente. [Autores]

**16.15. Curvas de disparo de los termomagnéticos**

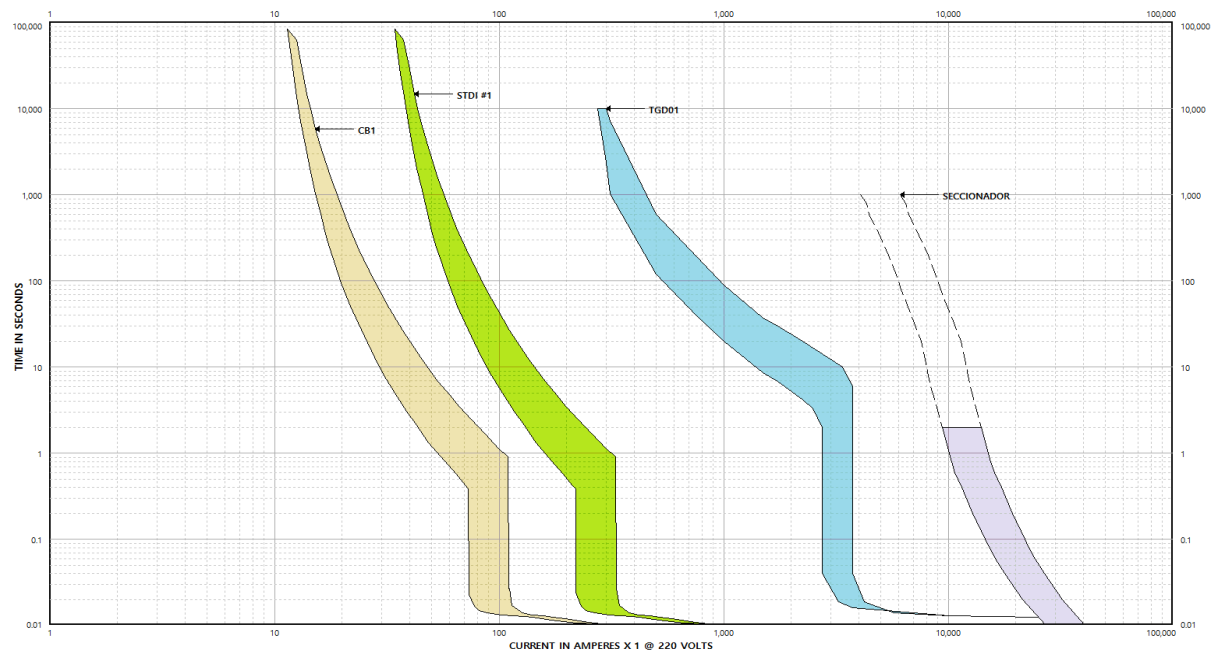
Para la coordinación de las protecciones de los tableros de distribución interno se utilizó el software LSPS patrocinado por LS Electric, el mismo que también se puede dimensionar los conductores para los distintos circuitos de diseño de la fábrica. Cabe mencionar que el programa coordina las protecciones en cascada tomando en cuenta desde el tablero general de distribución.

**Figura 15:** Curva de disparo del termomagnético principal.



**Fuente.** [Autores]

**Figura 16:** Coordinación de las protecciones planta (MILMA LAC).




**Fuente.** [Autores]

### 16.16. Cálculo de la capacidad planta (MILMA LAC)

En la Figura 17 se puede apreciar el cálculo de la demanda de la planta (MILMA LAC) este cálculo se realizó mediante el requerimiento del usuario, utilizando el formato de cálculo de la empresa regional EMELNORTE donde tomamos en cuenta la potencia de cada artefacto eléctrico dándonos como resultado la carga instalada, y esta al multiplicar por un factor de

frecuencia de uso nos da como resultado la carga instalada representativa a la vez multiplicamos por el factor de simultaneidad encontramos la demanda máxima unitaria siendo estos datos los más importantes para el cálculo de capacidad para abastecer a la carga.

**Tabla 26:** Cálculo de la capacidad de la planta Milma Lac.


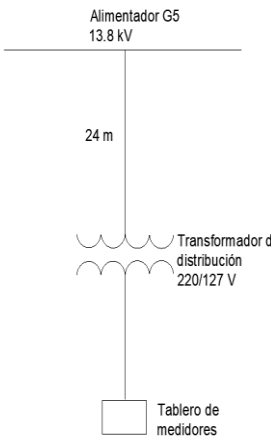
EMPRESA ELÉCTRICA REGIONAL NORTE S.A. EMELNORTE				CÁLCULO DE LA DEMANDA PLANTA MILMA LAC S.A. DEMANDA PROYECTADA		HOJA DE : Demanda Milma Lac FECHA mar-21						
NOMBRE DEL PROYECTO: Milma Lac S.A.				UBICACIÓN Carchi San Gabriel								
TIPO DE INSTALACIÓN: Industrial				FECHA: mar-21								
REGLÓN	APARATOS ELÉCTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUn (%)	CIR (W)	F8n (%)	DMU (%)	TIEMPO DIARIO ESTIMADO h	ENERGÍA CONSUMIDA ESTIMADA (kWh/Mes)	ENERGÍA TOTAL Kwh	
	DESCRIPCIÓN	POTENCIA EN (HP)	CANTIDAD									Pn(W)
Área de producción												
1	Pasteurizador	4	1	2984	2984	100	2984	20	596,8	4	716,16	11936
2	Bomba para suero	4	1	2984	2984	101	3013,84	21	632,9064	5	949,3596	14920
3	Moto reductor de tina batidora	1	2	746	1492	102	1521,84	22	334,8048	6	602,64864	4476
Área de hilado												
4	Motor cortadora	3	1	2238	2238	100	2238	20	447,6	4	537,12	8952
5	Motor molino para amazar	3	1	2238	2238	101	2260,38	21	474,6798	5	712,0197	11190
6	Motor hiladora MOZZARELLA	2	2	1492	2984	102	3043,68	22	669,6096	6	1205,29728	8952
7	Motor serpentín transportador	5	1	3730	3730	103	3841,9	23	883,637	7	1855,6377	26110
Calderos												
8	Caldero 1	2	1	1492	1492	100	1492	100	1492	24	10742,4	35808
9	Caldero 2	1,5	1	1119	1119	101	1130,19	101	1141,4919	25	8561,18925	27975
Bancos de hielo												
10	Banco de hielo	8	1	5968	5968	99	5908,32	99	5849,2368	23	40359,73392	137264
11	Banco de hielo	7	1	5222	5222	100	5222	100	5222	24	37598,4	125328
Área de frío												
12	Cuarto de maduración #1	4,5	1	3357	3357	100	3357	20	671,4	8	1611,36	26856
13	Cuarto de maduración #2	4,5	2	3357	6714	100	6714	35	2349,9	5	3524,85	16785
14	Cuarto de maduración #3	4,5	1	3357	3357	100	3357	10	335,7	1	100,71	3357
15	Cuarto frío producto terminando	3,5	1	2611	2611	101	2637,11	11	290,0821	2	174,04926	5222
Área Envasado												
16	Marmita para yogur	2	2	1492	2984	100	2984	35	1044,4	2	626,64	2984
Área de empaçado												
17	Motor lonjeadora	1,5	1	1119	1119	100	1119	35	391,65	24	2819,88	26856
18	Selladora al vacío	3	1	2238	2238	101	2260,38	36	813,7368	25	6103,026	55950
Área de recepción												
19	Cilo enfriadore de leche	2	1	1492	1492	98	1462,16	98	1432,9168	22	9457,25088	32824
20	Cilo enfriadore de leche #2	2	1	1492	1492	99	1477,08	99	1462,3092	23	10089,93348	34316
21	Descremadora de leche	7	1	5222	5222	100	5222	100	5222	24	37598,4	125328
22	Bomba descargadora de leche	3	1	2238	2238	101	2260,38	101	2282,9838	25	17122,3785	55950
23	Laboratorio	2	1	1492	1492	100	1492	100	1492	24	10742,4	35808
Iluminación												
24	Luminarias 54 W		245	54	13230	100	13230	30	3969	5	5953,5	270
25	Luminarias 225,5 W		14	225,5	3157	100	3157	10	315,7	6	568,26	1353
26	Luminarias 19 W		17	19	323	100	323	30	96,9	2	58,14	38
27	Tomas 127 V		99	200	19800	100	19800	40	7920	1	2376	200
28	Luminarias ornamentales 120 W		13	120	1560	100	1560	40	624	6	1123,2	720
<b>TOTAL=</b>				<b>60298,5</b>	<b>104837</b>		<b>105068,3</b>		<b>47835,445</b>		<b>213889,9442</b>	<b>837728</b>
FACTOR DE POTENCIA=		0,85		INDUSTRIAL		FACTOR DE DEMANDA=		0,46				
TIPO DE USUARIO=						FDM						
DMU (kVA)=		56,28										
N=		1										
FD=		1										
DD (kVA)=		56,28										

**Fuente:** [Autores]

La figura 27 representa el cálculo de la demanda proyectada de acuerdo a las necesidades de la producción dando como resultado una capacidad de 56,28 KVA tomando en cuenta las futuras cargas que se implementarán se tomó la decisión de implementar un transformador de 100 KVA.

## 17. AMPLIACIÓN DE LA RED PRIMARIA

**Tabla 27:** Caída de voltaje de la ampliación red primaria.

EMPRESA ELECTRICA			COMPUTO DE CAIDAS DE VOLTAJE				HOJA DE : CAÍDAS DE VOLTAJE			
REGIONAL NORTE S.A.			CIRCUITOS PRIMARIOS				FECHA: Marzo 2021			
EMELNORTE										
NOMBRE DEL PROYECTO:		MILMA LAC S.A.		TIPO DE INSTALACIÓN:		Aérea				
VOLTAGE PRIMARIO:		13,8 Kv		TIPO DE CONDUCTOR:		ACSR				
TIPO DE INSTALACIÓN:		Derivación		LIMITE DE CAIDA DE VOLTAJE:		1%				
TIPO DE CONDUCTOR:		1/0		No. DE FASES:		3 Fases				
ESQUEMA:										
										
DATOS				CARGA	CONDUCTOR				COMPUTO	
TRAMO		CENTRO DE TRASFORMACIÓN		TOTAL	No	CALIBRE	FDV		CAIDA DE VOLTAJE (%)	
DESIG.	L (Km)	No	KVA	KVA	FASES	AWG	KVA-m	KVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0-1	0,024	CT-01	100	100	3	1/0	2469	2,4	0,001	0,001
CAÍDAS DE VOLTAJE=										0,001

**Fuente.** [Autores]

En la figura 26 se puede apreciar el cálculo de la caída de voltaje de la red primaria que alimentara el sistema eléctrico el mismo que se basa en las normativas de la empresa EMEL NORTE cumpliendo con los requisitos de diseño.

### 17.1. Tasa de crecimiento de la demanda

Demanda Actual 75KVA

Demanda Projectada 100 KVA

$$r = \sqrt[8]{\frac{100 \text{ KVA}}{75 \text{ KVA}}} - 1 = 0,036614$$

$$r = 0,03661464 * 100 = 3,66\%$$

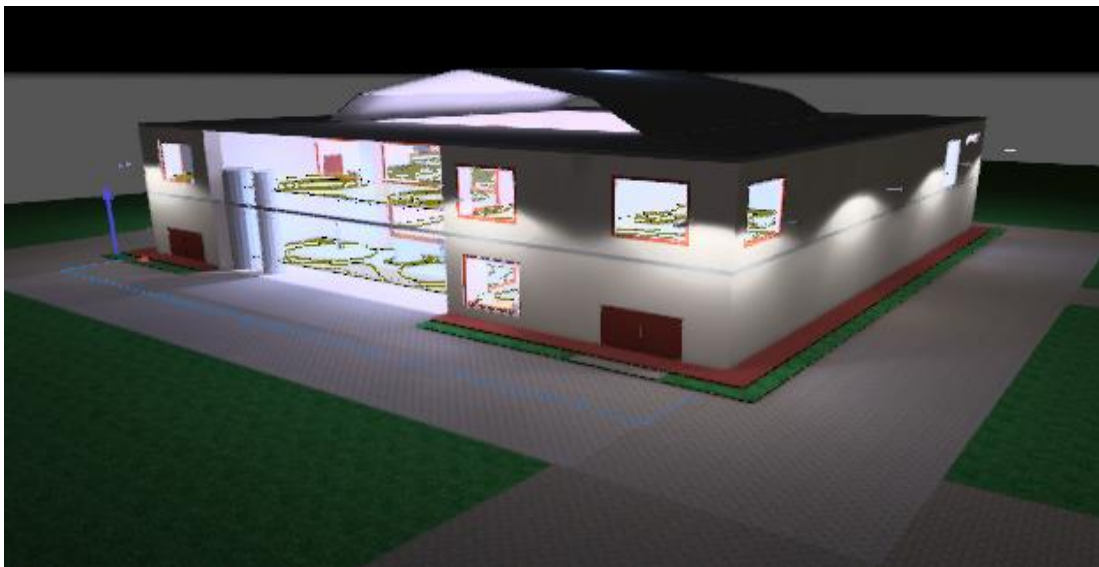
Demanda en 8 Años con tasa de crecimiento de 3,66% anual.

$$D_8 = D_0 \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad (70)$$

$$D_8 = 75 \times \left(1 + \frac{3,66}{100}\right)^8 = 99.98 \text{ KVA}$$

## 18. CÁLCULO LUMINOTÉCNICO

**Figura 17:** Alumbrado exterior.



**Fuente:** [Autores].

En la zona de producción tenemos una iluminación de 472 lx tomando en cuenta que la cantidad permitida en nuestro país 300 lx estando por encima de la cantidad media y debajo de la cantidad máxima, realizamos la selección exacta del número de materiales. En la imagen 12 se constata el alumbrado de la zona de producción.

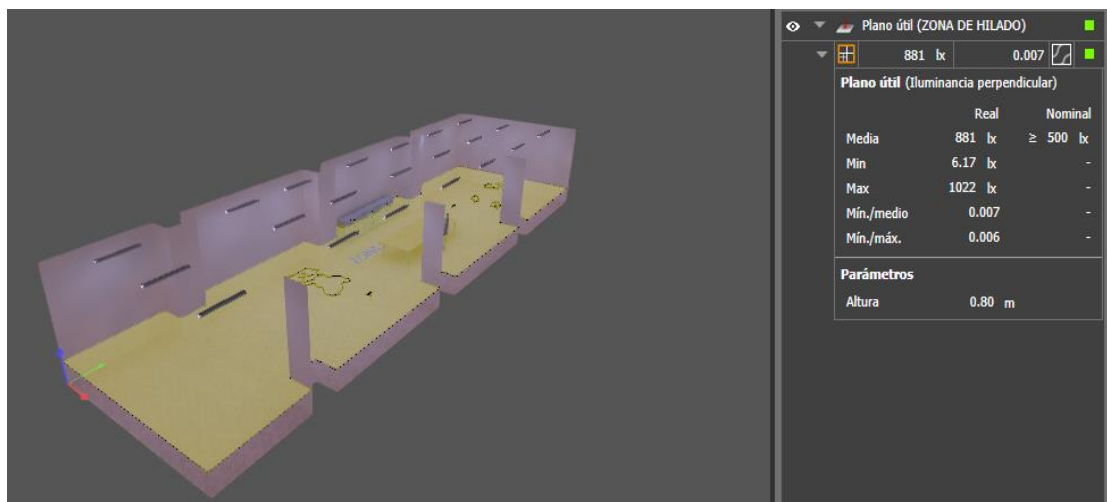
**Figura 18:** Alumbrado en el área de producción.



**Fuente:** [Autores].

En la zona de hilado tenemos una iluminación de 881 lx tomando en cuenta que la cantidad permitida es de 500 lx estando por encima de la cantidad media y debajo de la cantidad máxima, realizamos la selección exacta del número de materiales. En la siguiente imagen se contará el alumbrado de la zona de hilado.

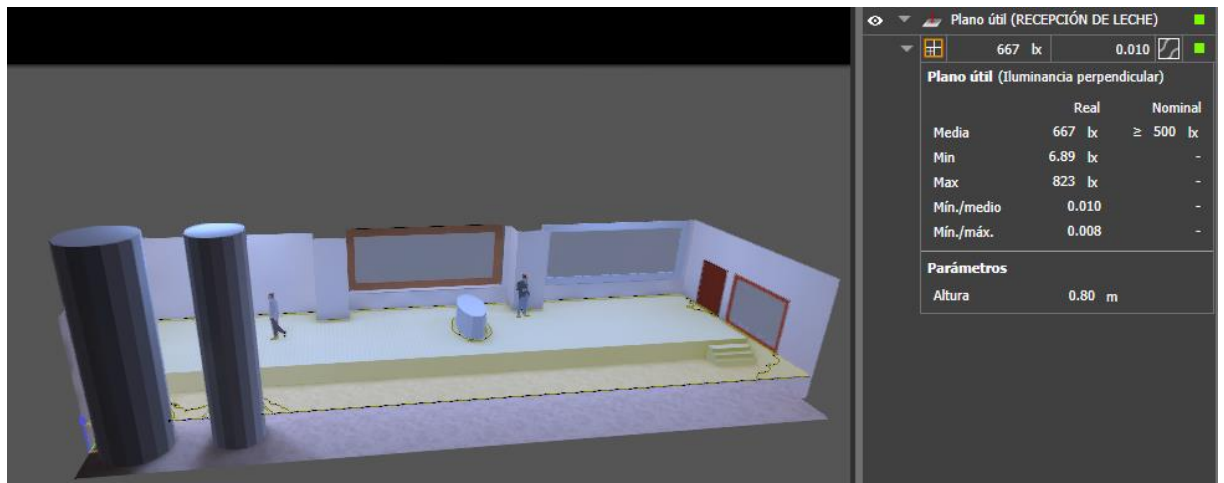
**Figura 19:** Alumbrado en el área de hilado.



**Fuente:** [Autores]

En la zona de recepción tenemos una iluminación de 667 lx tomando en cuenta que la cantidad permitida es de 500 lx estando por encima de la cantidad media y debajo de la cantidad máxima, realizamos la selección exacta del número de materiales. En la siguiente imagen se contara el alumbrado del área de recepción de leche.

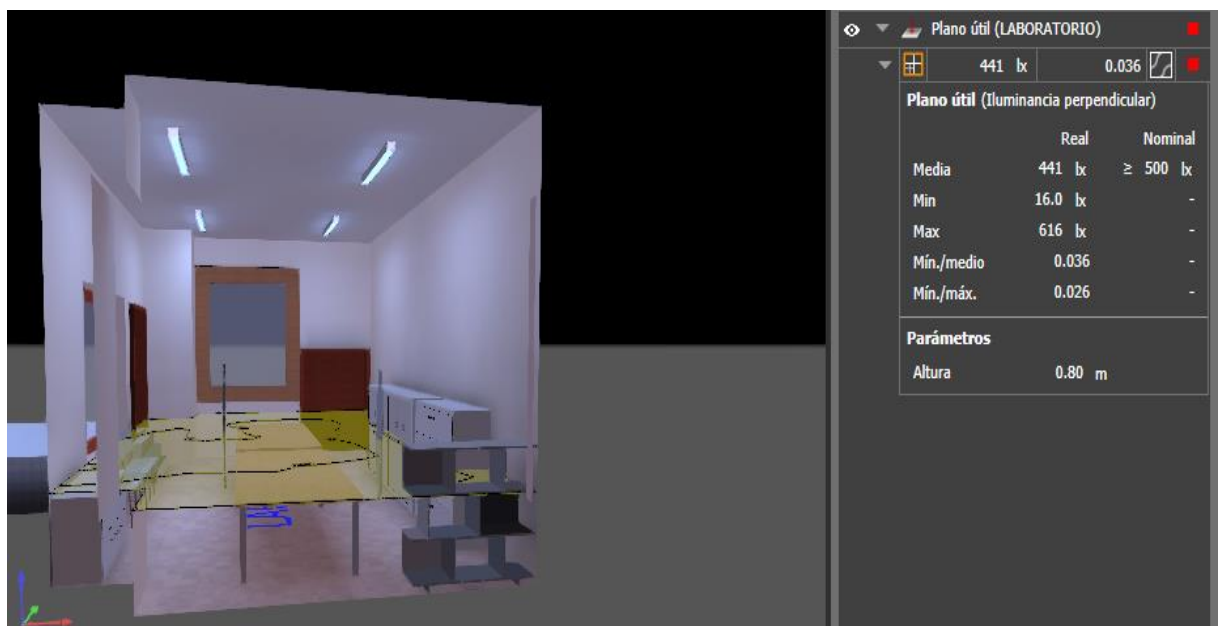
**Figura 20:** Alumbrado en el área de recepción.



**Fuente:** [Autores]

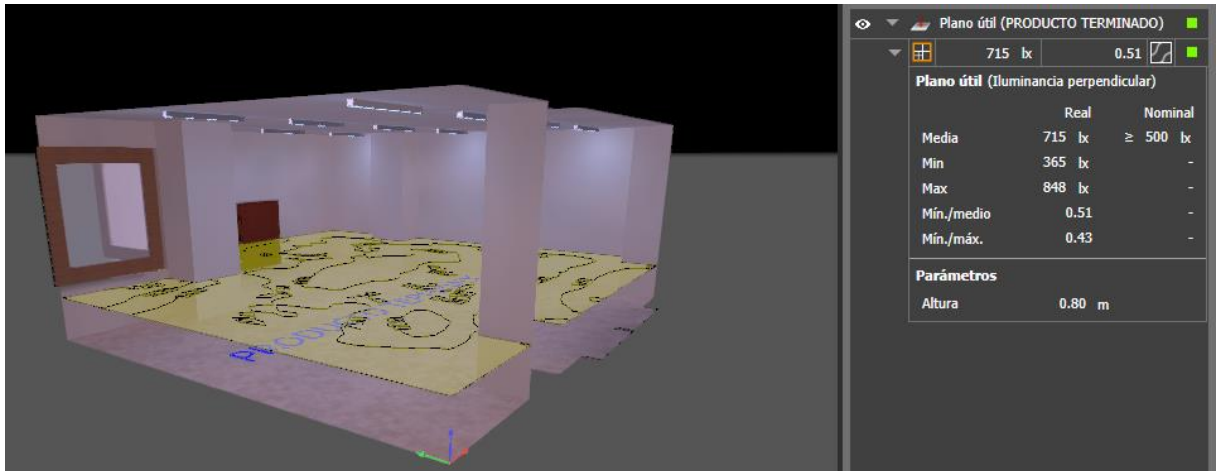
En la siguiente ilustración se determina la cantidad exacta de aparatos de alumbrado para el laboratorio teniendo el límite mínimo de 300 lux en el Ecuador, en la siguiente imagen se muestra la cantidad de lux para el área.

**Figura 21:** Alumbrado en el área de laboratorio.



**Fuente:** [Autores]

**Figura 22:** Alumbrado en el área de producto terminado.



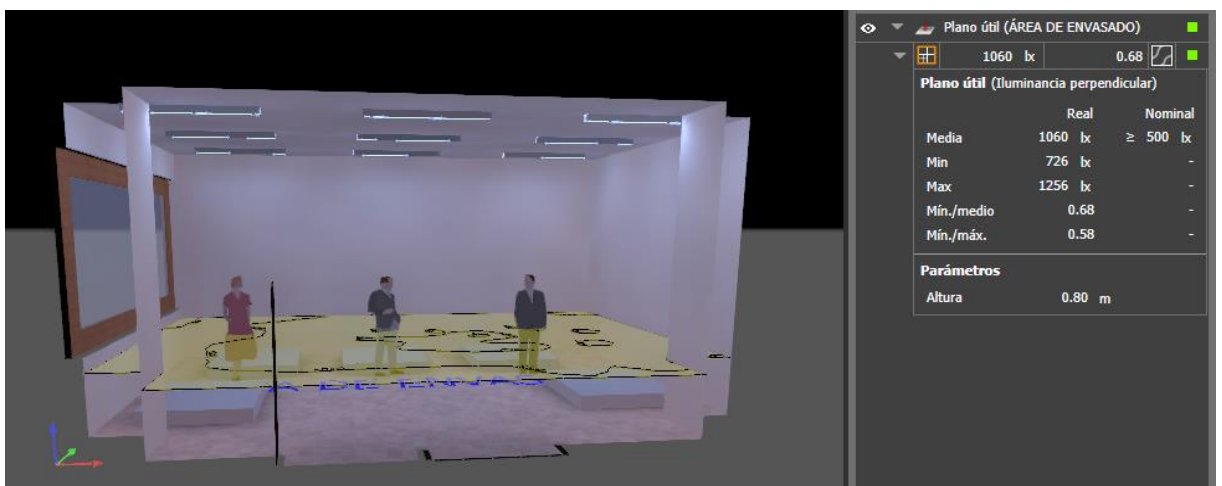
**Fuente:** [Autores]

**Figura 20:** Alumbrado en el área de empacado.



**Fuente:** [Autores]

**Figura 21:** Alumbrado en el área de envasado.



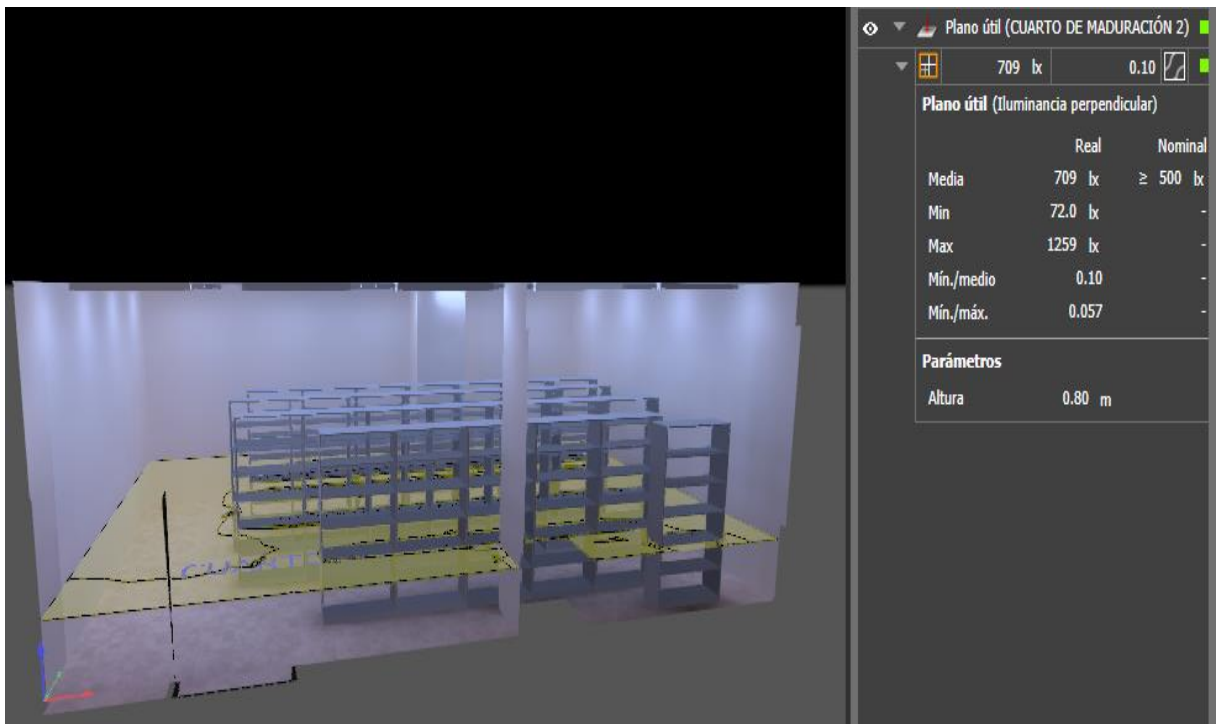
**Fuente:** [Autores]

**Figura 22:** Alumbrado en el área 1 de maduración.



**Fuente:** [Autores]

**Figura 23:** Alumbrado en el área 2 de maduración.



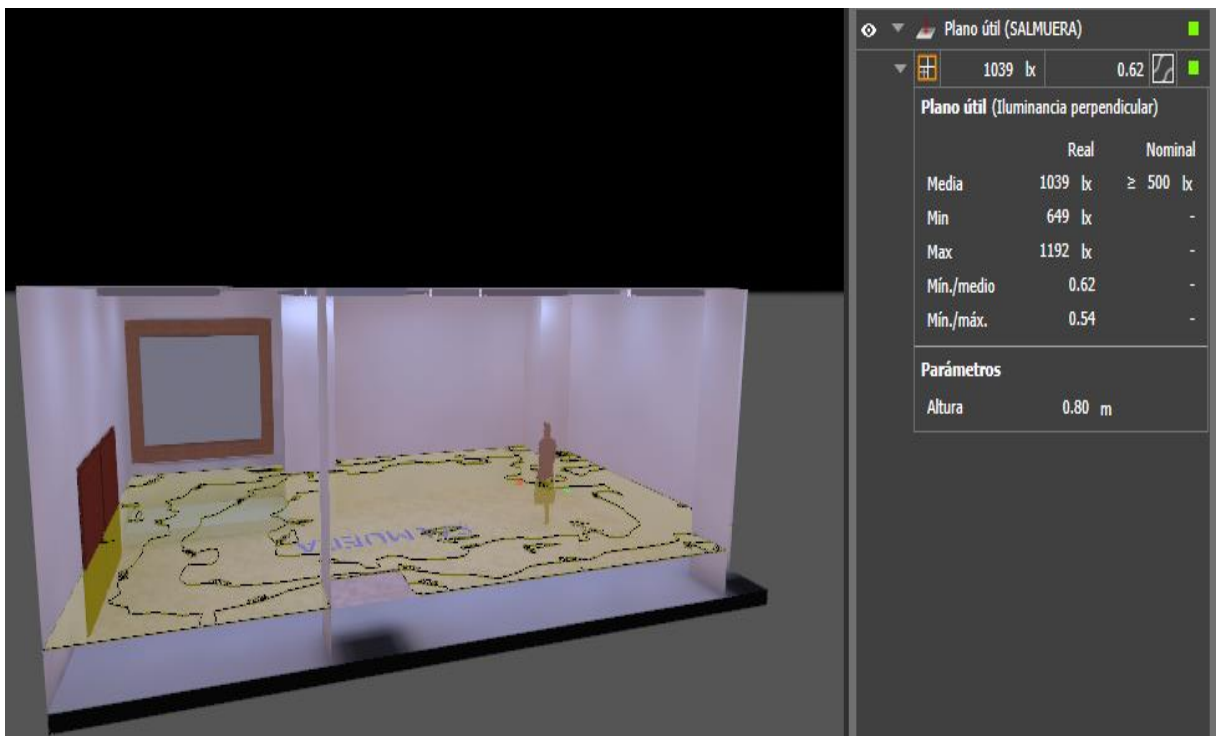
**Fuente:** [Autores]

**Figura 24:** Alumbrado en el área 3 de maduración.



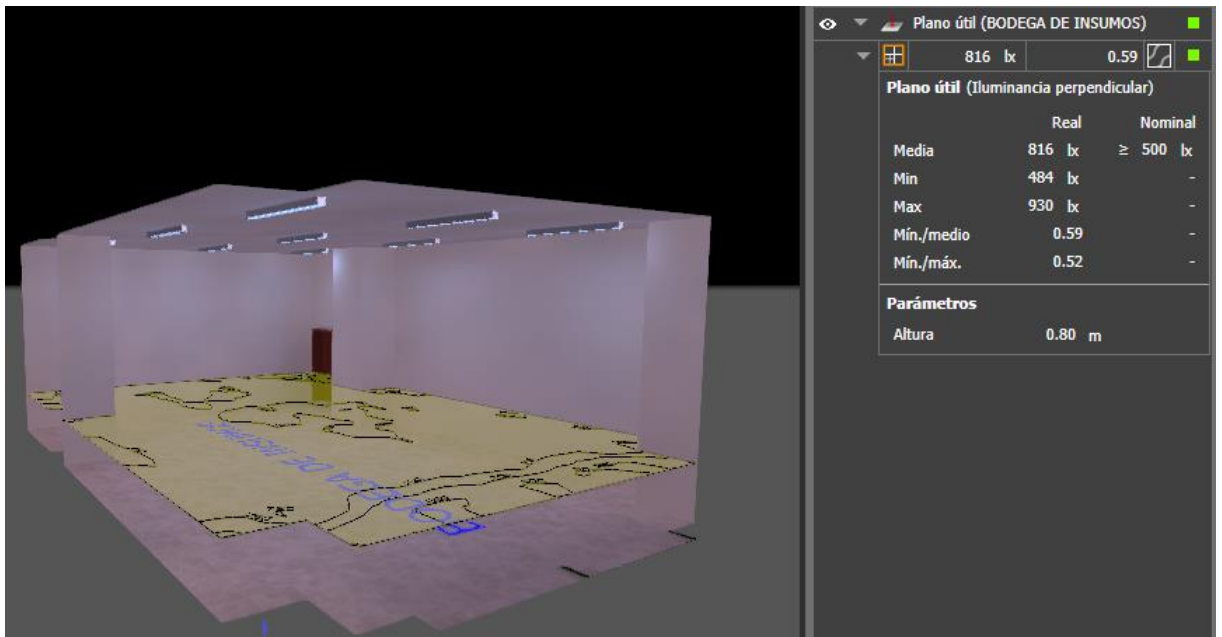
**Fuente:** [Autores]

**Figura 25:** Alumbrado en el área de salmuera.



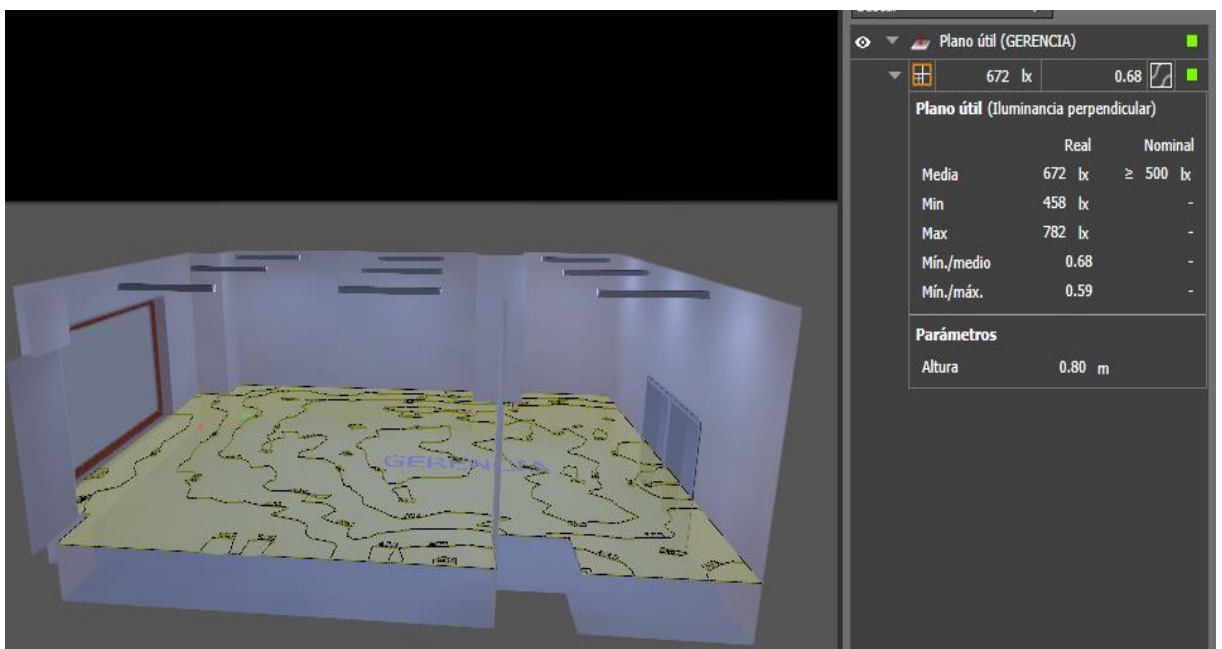
**Fuente:** [Autores]

**Figura 26:** Alumbrado en el área de insumos.



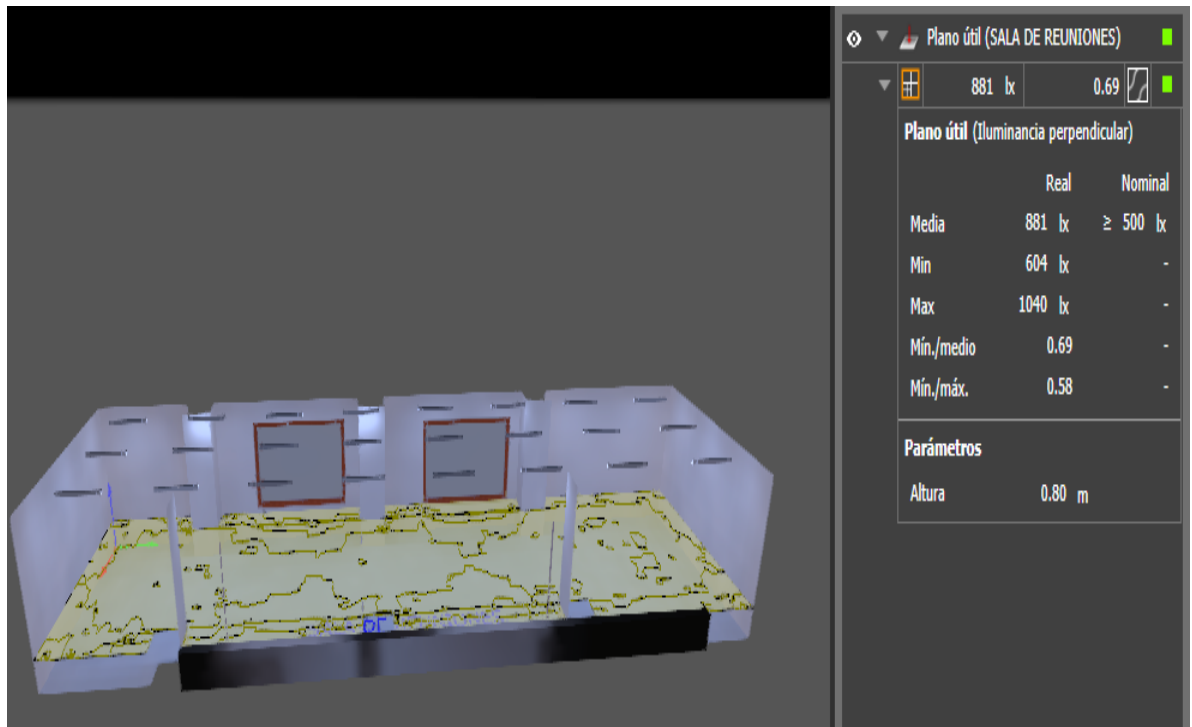
**Fuente:** [Autores].

**Figura 27:** Alumbrado en el área de gerencia.



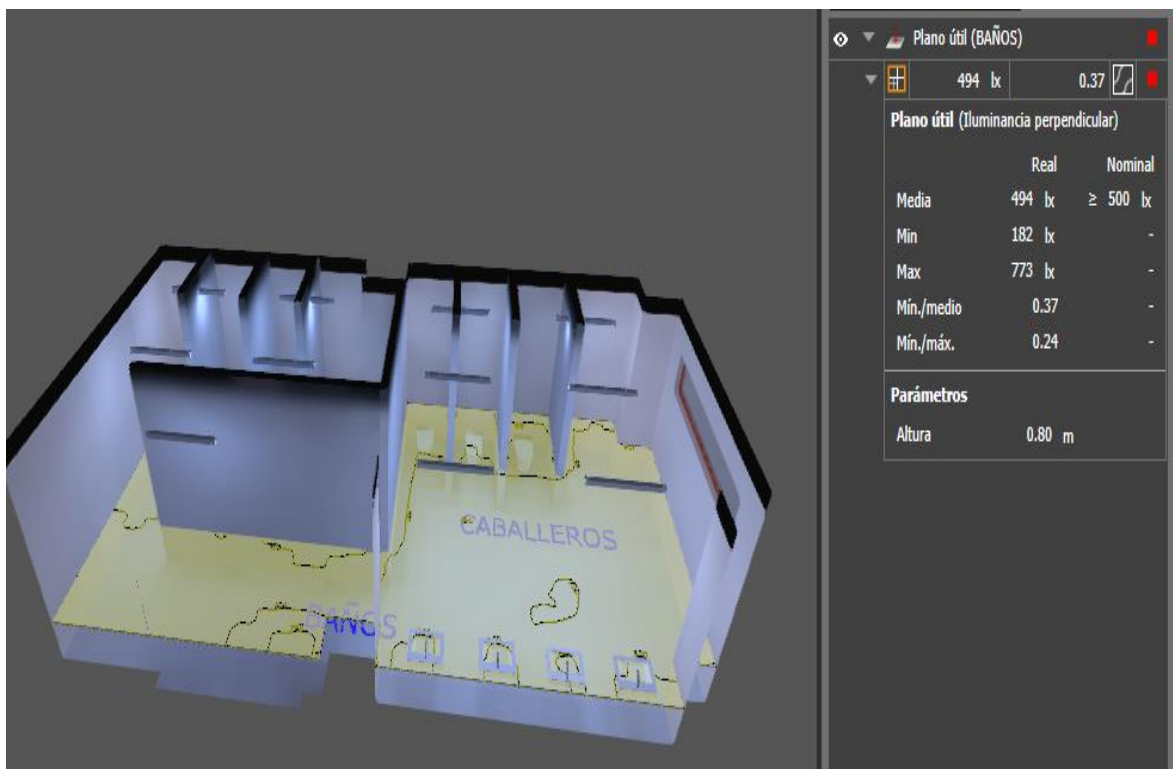
**Fuente:** [Autores].

**Figura 28:** Alumbrado en el área de reuniones.



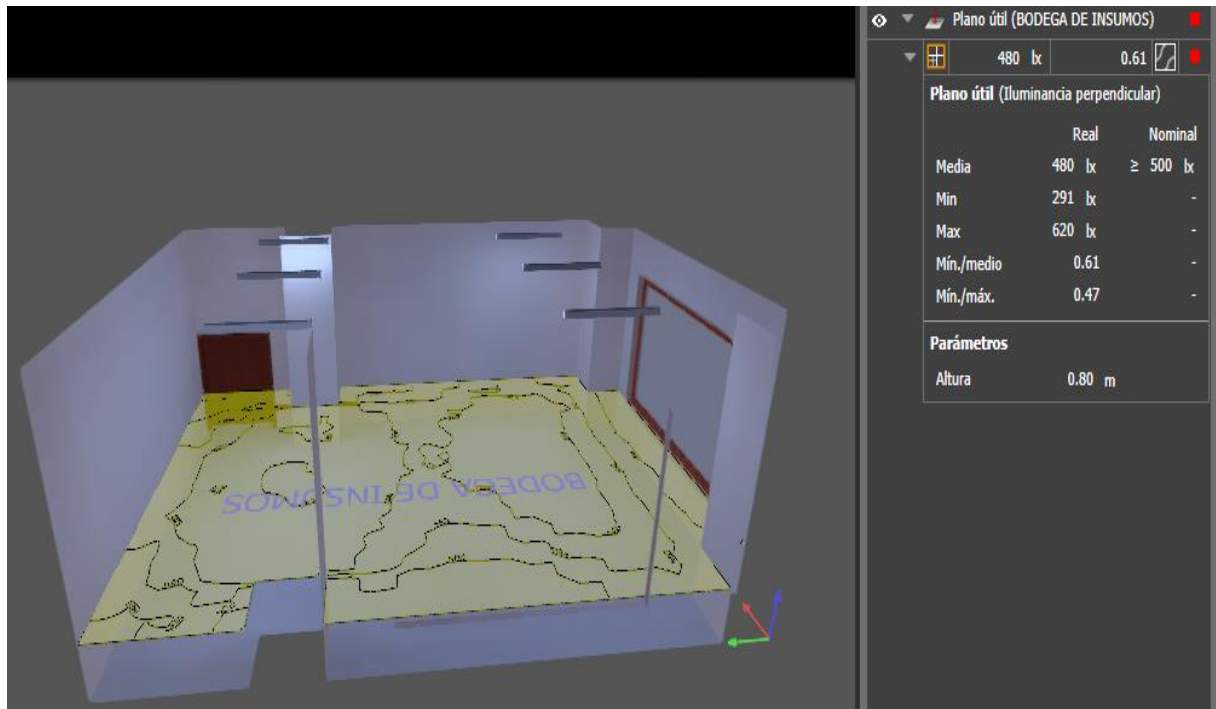
**Fuente:** [Autores]

**Figura 29:** Alumbrado en el área de baños.



**Fuente:** [Autores].

**Figura 30:** Alumbrado en el área de insumos segunda planta.



**Fuente:** [Autores].

La imagen determina el número de apartados de alumbrado para la bodega de insumos de la planta

## 19. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Los costos de inversión tienen que ver tanto con los costos de los equipos de protección y respectiva instalación, como el costo que representa el diseño como tal. En este caso específico, nos interesa conocer los precios de los equipos y la instalación de los mismos.

Es importante saber que los precios de los materiales varían debido a la gran demanda que produce el mercado nacional e internacional, por esta razón los precios presentados serán referenciales.

La información de precios, fue obtenida a través de proveedores locales de materiales eléctricos: RAYOS DE LUZ, CABLEC, etc.

En la partida a podremos observar los precios de los materiales esenciales para la elaboración de la extensión de red y materiales afines.

**Tabla 27:** presupuesto de postes y accesorios.

PRESUPUESTO MILMA				
Características	Unidad	Cantidad	P/ Unitario ( \$ )	P/Total ( \$ )
<b>Partida: A Postes y accesorios</b>				
Cruceta metálica 2,5 m	u	5	\$ 25,00	\$ 125,00
Caja para derivación de acometidas.	u	1	\$ 220,65	\$ 220,65
Tablero de protección de baja tensión para montaje en poste (2)	u	1	\$ 366,00	\$ 366,00
Diagonal metálica en varilla tipo 1	u	5	\$ 72,32	\$ 361,60
Grapa tipo grillete para cable de 3/8"	u	6	\$ 1,65	\$ 9,90
Guardacabo tipo 3 para cable de 3/8"	u	2	\$ 4,50	\$ 9,00
Tensor de acometidas	u	4	\$ 7,80	\$ 31,20
Tensor	u	1	\$ 14,60	\$ 14,60
Hebilla de acero inoxidable 5/8"	u	5	\$ 5,00	\$ 25,00
Metros de cinta de acero inoxidable 5/8 x 0,03"	m	3	\$ 12,00	\$ 36,00
Perno de ojo tipo 2 (5/8" x 254 mm)	u	1	\$ 5,00	\$ 5,00
Percha porta aislador de un puesto	u	2	\$ 6,65	\$ 13,30
Cortacircuito de cañuela 100 A 15 kV	u	3	\$ 108,00	\$ 324,00
Conector de compresión en ranuras paralelas tipo 3 (8)	u	2	\$ 3,60	\$ 7,20
Conector cuña con estribo 4/0 -2 AWG (9)	u	3	\$ 3,80	\$ 11,40
Espárrago de 16 x 508 mm (5/8" x 20")	u	4	\$ 4,00	\$ 16,00
Tornillo de carruaje 5/8" x 1 1/2"	u	3	\$ 4,00	\$ 12,00
Tornillo de acero galvanizado de 5/8 x 5"	u	5	\$ 3,00	\$ 15,00
Tornillo de bronce para borna terminal	u	8	\$ 8,00	\$ 64,00
Abrazadera de una salida tipo 2, 140 mm (10)	u	1	\$ 5,60	\$ 5,60
Abrazadera de dos salidas tipo 3, 180 mm (11)	u	4	\$ 7,00	\$ 28,00
Abrazadera en U tipo 1, 150 mm (12)	u	2	\$ 4,00	\$ 8,00
Abrazadera en U tipo 2, 180 mm (12)	u	3	\$ 5,00	\$ 15,00
Descargador o Pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn, con módulo de desconexión.	u	3	\$ 75,00	\$ 225,00
Micelaneos	u	1	\$ 75,00	\$ 75,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.948,45</b>

**Fuente:** [Autores]

Para la determinación de los conductores y accesorios determinados para este proyecto, la información de precios, fue obtenida a través de proveedores locales de materiales eléctricos: CERELCTRIC, RAYOS DE LUZ, CABLEC, etc. La tabla 4 nos muestra los costos aproximados de los conductores y accesorios.

**Tabla 28:** presupuesto de conductores y accesorios.

<b>Conductores y accesorios</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario (\$)</b>	<b>P/Total (\$)</b>
Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	u	6	\$ 12,00	\$ 72,00
Aislador Line Post Compuesto Cruceta Metálica 13.8kV	u	3	\$ 15,00	\$ 45,00
Conductor ACSR 1/0 7 hilos 3,119mm	m	52	\$ 1,20	\$ 754,00
Guardacabo tipo 3 para cable de 3/8"	u	2	\$ 4,50	\$ 9,00
Metros cable de acero galvanizado 3/8"	m	5	\$ 16,80	\$ 84,00
Metros de cable GSCC009/007 Neutro Auto soportado Al 2x50+54,6 mm <sup>2</sup> .	m	6	\$ 12,00	\$ 72,00
Preformado Terminal Cond. #1/0	u	8	\$ 4,00	\$ 32,00
Juego de puntas terminales para cable 2/0-250 MCM tipo exterior 15kV	KIT	3	\$ 35,00	\$ 105,00
			<b>Total</b>	<b>\$ 1.173,00</b>

**Fuente:** [Autores].

### **COSTO DE LOS TRANSFORMADORES Y ACCESORIOS.**

Hay varias alternativas en cuanto se refiere a la implementación de transformadores y sus accesorios sus costos están considerados en consultas directas a RAYOS DE LUZ y otros proveedores de esta línea en el mercado, el precio puede variar de acuerdo a la marca y características de los mismos la tabla 5 nos muestra los precios del transformador y accesorios.

**Tabla 29:** precios del transformador y accesorios.

<b>Transformador y accesorios</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario (\$)</b>	<b>P/Total (\$)</b>
Transformador de SSAA 100 kVA 13800/208/120 V	u	1	\$ 5.000,00	\$ 5.000,00
DPS 13,8 kV 10 Ka	u	3	\$ 127,65	\$ 382,95
Base portafusible NH de 600 V	u	3	\$ 14,00	\$ 42,00
Conductor de Cu, desnudo, cableado, semiduro, 2 AWG	m	15	\$ 3,90	\$ 58,50
Cable de Cobre Aislado 2/0 19 hilos AWG	m	9	\$ 9,65	\$ 86,85
Conector WEJTAP 1/0 a Cu #2 51725 BA	u	4	\$ 3,80	\$ 15,20
Conector WEJTAP 1/0- Cu 1/0	u	1	\$ 4,00	\$ 4,00
Conector cuña estribo calibre No. 1/0	u	3	\$ 13,00	\$ 39,00
Caja de hierro tool para soporte y protección de 2 ó 3 bases portafusibles en BT (capaceta) para instalación en poste.	u	1	\$ 30,00	\$ 30,00
Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al	u	3	\$ 12,00	\$ 36,00
Perno cadmiado 3/8 * 1 1/2	u	6	\$ 3,00	\$ 18,00
Seccionador fusible unipolar, tipo abierto, clase	u	3	\$ 137,65	\$ 412,95
Fusible dual (4)	u	3	\$ 40,00	\$ 120,00
			<b>Total</b>	<b>\$ 6.245,45</b>

**Fuente:** [Autores].

Evaluación del costo para la instalación de la malla de puesta a tierra del transformador y la fábrica. Realizadas las mediciones de los sistemas de puesta a tierra existentes y tomando en cuenta el valor del sistema de la puesta a tierra del transformador se procedió a la realización del diseño para la construcción y determinación de los materiales para la misma. La tabla 6 nos indica los precios de los materiales para la elaboración de la malla a tierra.

**Tabla 30:** Materiales para la malla a tierra.

<b>Materiales para malla a tierra</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario (\$ )</b>	<b>P/Total (\$ )</b>
Conductor de cobre desnudo 2/0 AWG	m	25	\$ 5,60	\$ 140,00
Suelda exotérmica # 65 cable-cable T	u	6	\$ 10,97	\$ 65,84
Suelda exotérmica cable-cable cruz	u	2	\$ 7,20	\$ 14,40
Conector de conductor de cobre a barra ref. Burndy GBM	u	2	\$ 5,60	\$ 11,20
Malla, chicotes y conexiones para pararrayos y puntas franklin	u	3	\$ 75,00	\$ 225,00
Varillas de puesta a tierra Cooperweld 2,44 m	u	8	\$ 15,02	\$ 120,12
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 576,56</b>
			<b>Total apartado: A</b>	<b>\$ 9.943,46</b>

**Fuente:** [Autores]

En la partida B tendremos la determinación de los costos para la acometida y materiales afines.

En la determinación de los conductores y accesorios determinados para esta partida, se obtuvo información, fue obtenida a través de proveedores de materiales eléctricos: CERELCTRIC, RAYOS DE LUZ, TRASCABLE, etc. La tabla 4 nos muestra los costos de los conductores de acometidas y medidor.

**Tabla 31:** Acometidas y medidores

<b>PARTIDA: B Acometidas y medidores</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario (\$ )</b>	<b>P/Total (\$ )</b>
Cable TTU 2/0, 2000 V, AWG	m	243	\$ 12,00	\$ 2.916,00
Cable TTU 1/0, 1000 V, AWG	m	81	\$ 9,80	\$ 793,80
Cable #8 AWG 7HILOS THHN	m	285	\$ 1,20	\$ 342,00
Cable #6 AWG 7HILOS THHN	m	480	\$ 2,98	\$ 1.430,40
Cable #4 AWG 7HILOS THHN	m	248	\$ 4,80	\$ 1.190,40
Tablero general de medidores	u	1	\$ 370,00	\$ 370,00
Medidor trifasico	u	1	\$ 165,00	\$ 165,00
Tablero general y de barras de Cu de 225A-800A (200x100x60)cm	u	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Tablero trifasico 16 polos QOL-412-125A	u	9	\$ 120,00	\$ 1.080,00
Tablero trifasico 8 polos QOL-200-75A	u	3	\$ 75,00	\$ 225,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 9.712,60</b>

**Fuente:** [Autores].

Las protecciones termomagnéticas son diseñadas para proteger los circuitos y cargas eléctricas de cortocircuitos o sobrecargas están compuestos por dos componentes muy importantes los cuales son un electroimán y una lámina bimetálica conectada en serie estos dos elementos se complementan y determinan la protección eléctrica, existen varios fabricantes donde los clasifican por clases y costos estos dependen de la calidad del producto.

Una vez determinada las protecciones del proyecto se evalúa y define los costos de los breakers en general a utilizar en este proyecto. La tabla 32 se puede observar los costos de las protecciones.

**Tabla 32:** breakers

<b>Breakers</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario ( \$ )</b>	<b>P/Total ( \$ )</b>
Breaker de caja moldeada de 3*200-400A	u	1	\$ 528,00	\$ 528,00
Breaker de caja moldeada de 3*175-300A	u	1	\$ 528,00	\$ 528,00
Breaker de riel din 3P-50A	u	6	\$ 54,00	\$ 324,00
Breaker de riel din 2P-50A	u	6	\$ 32,00	\$ 192,00
Breaker enchufable 3P-40A	u	4	\$ 26,00	\$ 104,00
Breaker enchufable 2P-40A	u	4	\$ 18,00	\$ 72,00
Breaker enchufable 3P-32A	u	2	\$ 19,00	\$ 38,00
Breaker enchufable 2P-32A	u	12	\$ 14,00	\$ 168,00
Breaker enchufable 2P-20A	u	5	\$ 12,00	\$ 60,00
Breaker enchufable 1P-20A	u	19	\$ 5,60	\$ 106,40
Breaker enchufable 1P-15A	u	34	\$ 5,00	\$ 170,00
			<b>Total</b>	<b>\$ 2.290,40</b>
			<b>Total apartado: A</b>	<b>\$ 12.003,00</b>

**Fuente:** [Autores].

**Tabla 33:** Alumbrado público.

<b>PARTIDA C: Alumbrado publico</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario ( \$ )</b>	<b>P/Total ( \$ )</b>
Lamparas para exteriores tipo cobra de 250w-220v IP65	m	13	\$ 230,00	\$ 2.990,00
Cable concéntrico retardante a la flama, 75 °C, 600 VAC, 3x12 AWG	m	217	\$ 2,20	\$ 477,40
Mangera negra 1,1/2"	m	217	\$ 0,35	\$ 75,95
Alambra galvanizado #16	u	10	\$ 1,00	\$ 10,00
			<b>Total</b>	<b>\$ 3.543,35</b>
			<b>Total apartado: C</b>	<b>\$ 3.543,35</b>

**Fuente:** [Autores]

**Tabla 34:** Materiales generales

<b>PARTIDA :D Materiales generales</b>				
<b>Características</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P/ Unitario ( \$ )</b>	<b>P/Total ( \$ )</b>
Pulsadores metalicos verdes 22mm	u	2	\$ 11,50	\$ 23,00
Pulsadores metalicos rojo 22mm	u	2	\$ 11,50	\$ 23,00
Luces piloto led verde 22mm	u	10	\$ 16,00	\$ 160,00
Luces piloto led rojo 22mm	u	2	\$ 11,00	\$ 22,00
Interruptores simples 15A	u	1	\$ 2,20	\$ 2,20
Interruptores dobles 15A	u	1	\$ 2,90	\$ 2,90
Conmutador simple	u	1	\$ 2,90	\$ 2,90
Lamparas led cuadrada de 54w	u	84	\$ 25,00	\$ 2.100,00
Lamparas autoprotegidas con protector acrilico 54w	u	179	\$ 34,00	\$ 6.086,00
Toma corriente 127v-15A	u	85	\$ 2,20	\$ 187,00
Toma corriente inustrial 220v	u	23	\$ 8,00	\$ 184,00
Lampara de emergencia 220v	u	31	\$ 39,00	\$ 1.209,00
Luminarias led 200W A 220V	u	14	\$ 180,00	\$ 2.520,00
Luminarias led 19W A 127V	u	10	\$ 1,50	\$ 15,00
Sensor de precencia 20m radio a 127v	u	10	\$ 23,00	\$ 230,00
Tubo pvc 1 1/2" 3m	u	5	\$ 5,20	\$ 25,99
Codos tubo galvanizado 3 pulgadas 6 m	u	1	\$ 29,04	\$ 29,04
Tubo contuid 1/2" 3m	u	60	\$ 0,75	\$ 45,00
Tubo contuid 3/4" 3m	u	36	\$ 5,91	\$ 212,76
Tubo contuid 1" 3m	u	25	\$ 8,46	\$ 211,50
Tubo contuid 2" 3m	u	5	\$ 18,70	\$ 93,50
Unines contuid 1/2" ACERO	u	1	\$ 0,24	\$ 0,24
Accesorios tubería de 1/2"	u	67	\$ 1,25	\$ 83,75
Accesorios tubería de 3/4"	u	24	\$ 2,25	\$ 54,00
Tubo galvanizado de 3" (para bajante de media tension)	m	2	\$ 73,00	\$ 146,00
Tubos PVC de 4" corrugada para canalizacion eléctrica	m	6	\$ 8,82	\$ 52,92
Caja de paso para AP 40x40x40 cm	u	4	\$ 99,91	\$ 399,65
Caja de paso para BT 80x80x80 cm	u	1	\$ 139,13	\$ 139,13
Tubo EMT DE 1/2"	u	157	\$ 3,17	\$ 497,46
Tubo EMT DE 3/4"	u	35	\$ 4,72	\$ 165,26
Tubo EMT DE 1"	u	15	\$ 7,94	\$ 119,09
Union EMT DE 1/2"	u	200	\$ 0,30	\$ 60,00
Conector EMT DE 1/2"	u	256	\$ 0,30	\$ 76,80
Union EMT DE 3/4"	u	15	\$ 0,40	\$ 6,00
Conector EMT DE 3/4"	u	25	\$ 0,40	\$ 10,00
Union EMT DE 1"	u	10	\$ 0,60	\$ 6,00
Conector EMT DE 1"	u	16	\$ 0,60	\$ 9,60
Micelaneos	U	1	\$ 350,00	\$ 350,00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12.792,99</b>

**Fuente:** [Autores]

La norma IEC nos permite determinar con precisión el espacio de la bandejas a utilizar de acuerdo al número de conductores, en la tabla 11 nos muestra el costos de las bandejas y canalizaciones necesarias.

**Tabla 35:** bandejas y canalizaciones

<b>Bandejas y canalizaciones</b>				
Características	Unidad	Cantidad	P/ Unitario (\$)	P/Total (\$)
Bandeja tipo escalerilla 20*10x240 cm	u	25	28,75	\$ 718,75
Bandeja tipo escalerilla 30*10x240 cm	u	50	30	\$ 1.500,00
Bandeja tipo escalerilla 15*10x240 cm	u	18	23	\$ 414,00
PA accesorios de unión y fijación (estimado 30 % adicional)	u	10	12,00	\$ 120,00
			Total	\$ 2.632,75
			Total apartado: D	\$ 15.425,74

**Fuente:** [Autores].

Este apartado permite visualizar el análisis y determinación de costos de mano de obra para este proyecto.

**Tabla 36:** montaje y pruebas de equipos

<b>APARTADO E: Montaje y pruebas de equipos</b>				
Características	Unidad	Cantidad	P/ Unitario (\$)	P/Total (\$)
Montaje y extencion de red 13.8kV	u	1	\$ 1.205,80	\$ 1.205,80
Tendido de cables de fuerza y de control	m	4720	\$ 1,66	\$ 7.818,68
Conexionado y pruebas cables de fuerza y control	m	1000	\$ 3,18	\$ 3.181,50
Montaje de malla de puesta a tierra	Global	1	\$ 1.200,00	\$ 1.200,00
Pruebas funcionales y puesta en servicio	u	1	\$ 2.000,00	\$ 2.000,00
			Total apartado: E	\$ 15.405,98

**Fuente:** [Autores].

Precio total del proyecto

Tabla 37: Precio total del proyecto

<b>SUBTOTAL: 1</b>	<b>\$ 56.321,52</b>
<b>DIRECCION TECNICA 5%</b>	<b>\$ 2.816,08</b>
<b>TRANSPORTE 5%</b>	<b>\$ 2.816,08</b>
<b>DISEÑO 5%</b>	<b>\$ 2.816,08</b>
<b>OTROS</b>	<b>\$ 1.800,00</b>
<b>APROBACION</b>	<b>\$ 250,00</b>
<b>SUBTOTAL: 2</b>	<b>\$ 66.819,7</b>
<b>IVA 12%</b>	<b>\$ 8.018,37</b>
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 85.336</b>

Fuente: [Autores]

Análisis económico mediante la aplicación del VAN y el TIR

Tabla 38: tablas de Van y el Tir.

Flujo de ingresos		Flujos de Egresos	
	A		B
Año	Valor	Año	Valor
1	340.032,00	1	230.000,00
2	374.035,20	2	253.000,00
3	411.438,72	3	278.300,00
4	452.582,59	4	306.130,00
5	497.840,85	5	336.743,00
6	547.624,94	6	370.417,30
7	602.387,43	7	407.459,03
8	662.626,17	8	448.204,93
9	728.888,79	9	493.025,43
10	801.777,67	10	542.327,97
<b>SUMA</b>	<b>5.419.234,36</b>	<b>SUMA</b>	<b>3.665.607,66</b>

Flujo de efectivo neto	
	A-B
Año	Valor
IO	-85.336,35
1	110.032,00
2	121.035,20
3	133.138,72
4	146.452,59
5	161.097,85
6	177.207,64
7	194.928,40
8	214.421,24
9	235.863,36
10	259.449,70

<b>VAN</b>	<b>\$ 1.000.291</b>
<b>TIR</b>	<b>1,39</b>

N=10 Año	10
I=10%	10%
IO=	valor de inversion inicial

Fuente: [Autores]

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con la inversión de este proyecto. Cuando la tasa interna de retorno indica que es mayor a la tasa de inversión inicial se determina como viable al proyecto.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+K)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+K)} + \frac{F_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+K)^n} \quad (71)$$

$F_t$  = son los flujos de dinero en cada periodo  $t$

$I_0$  = inversión realiza en el momento inicial ( $t=0$ )

$n$  = número de periodos de tiempo

$k$  = tiempo de descuento o tipo de interés exigido a la inversión

## 20. CONCLUSIONES

- Las fuentes científicas permitieron llevar a cabo este proyecto guiándonos de una forma adecuada con respecto al cálculo matemático en el diseño del nuevo sistema eléctrico tomando en cuenta algunas consideraciones para tener un diseño que cumpla con los parámetros técnicos recomendados por las normas nacionales e internacionales.
- Los parámetros de diseño eléctrico de la nueva red son los voltajes adecuados en los extremos de los conductores al igual que la corriente y potencia que abastecerá de energía eléctrica a la carga conectada a la misma en el nuevo diseño se realizó un levantamiento de cargas en la actualidad que permitió dimensionar en nuevo sistema eléctrico con una capacidad de 100 KVA que abastecerá cargas futuras.
- El diseño de malla a tierra cumple una expectativa máxima por normativa que es una resistencia menor a  $5 \Omega$  el cual garantiza la seguridad a los equipos eléctricos y electrónicos de la planta (MILMA LAC).

- Para la determinación del presupuesto tomamos en cuenta los equipos y materiales técnicos y económicamente recomendados acorde al sitio y financiamiento de la empresa.
- En este proyecto se señalan los aspectos básicos que exige la empresa distribuidora EMELNORTE en la planificación y diseño bajo normas internas que no afecten al sistema de distribución.

## **21. RECOMENDACIONES**

- Realizar las respectivas mediciones de la resistividad del terreno antes que se empiece con la construcción de la malla a tierra con el fin de verificar posibles cambios en la resistividad del terreno ya que la resistividad puede cambiar por factores climáticos.
- Realizar un mantenimiento adecuado al sistema eléctrico verificando el buen funcionamiento de cada uno de los componentes de protección como también el estado de los conductores.
- No sobrecargar los circuitos ya dimensionados o establecidos para la carga planificada.
- Dimensionar los futuros circuitos de una forma adecuada aplicando la norma vigente en Ecuador o apoyándose en normativas internacionales que garanticen el funcionamiento y seguridad de operación del sistema eléctrico.
- Es importante realizar continuamente una revisión del sistema a tierra para evitar fugas de corriente que pueden causar costos elevados en la tarifa mensual.

## **22. BIBLIOGRAFÍA**

- [1] D. Rosero, «Estudio de coordinación de protecciones y el Rosal EMELNORTE,» Escuela Politecnica Nacional, Quito, 2019.
- [2] L. Parra, «Diseño de instalaciones eléctricas para un centro tipo de diagnóstico médico por imágenes,» Universidad Salesiana , Quito, 2015.
- [3] E. SA, «Normas para el cálculo y diseño de sistemas de distribución,» Ambato, 2004.
- [4] EMELNORTE, «Planificación de distribución,» Ibarra, 2002.
- [5] A. Gerrero, «Instalaciones eléctricas en las edificaciones,» Mc Graw Hill, 2015.

- [6] S. R. Castaño, *Redes de Distribución de Energía, Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2004.*
- [7] F. Cremades, «Proyecto de instalación en eléctrica en una fabrica de puertas de madera ubicada en el P.I de Catarroja.,» Universidad de Valencia, Valencia, 2014.
- [8] W. Osorio Patiño y C. A. Culma Ramírez, «Manual para la operación de subestaciones eléctricas con niveles de tensión 115 kV, 33 kV, 13,2 kV,» Universidad de Pereira, Pereira, 2017.
- [9] N. 2050, «Codigo eléctrico Colombiano,» ICONTEC, Bogotá, 1998.
- [10] M. Ramon, *Calculo de Lineas y redes Eléctricas, Barcelona: Universidad Politecnica de Catalunya, SL, 2002.*
- [11] J. J. Grainger y J. Stevenson, *Análisis de sistemas de Potencia, Mexico: McGRAW, 1996.*
- [12] G. 50, «Transformadores de distribución sumergidos en líquido refrigerante, guía de cargabilidad.,» ICONTEC, Bogotá, 1997.
- [13] NEC, «Normativa ecuatoriana de construcciones electromecánicas,» 2013.
- [14] J. M. Salinas, «Diseño de las instalaciones eléctricas de una nave industrial destinada a la transformación de plásticos.,» Madrid, 2009.
- [15] J. Sanches, «Estudio para la coordinación de protecciones mediante selectividad lógica para los centros de fuerza de la central molino,» Universidad Salesiana , Cuenca, 2012.
- [16] ELECTROCABLES, «Catálogo de productos y sus dimensionamientos,» Guayaquil, 2018.
- [17] J. Soto, «Análisis de redes de distribución y coordinación de protecciones,» Pereira , 2016.
- [18] A. E. d. normalización, «Capitulo de puesta a tierra,» de *Reglamento de baja tensión*, Madrid, p. 432.
- [19] D. Carlos, *Consideraciones en el diseño de sistemas de redes de tierra, México: Instituto Politécnico Nacional, 2010.*
- [20] C. Mayorga, «Diseño de una malla de puesta a tierra en un galpon de la fabrica Inplastico,» Latacunga, 2018.
- [21] J. A. Herrera y O. Castro Hernandez, «Cálculo de la malla de puesta a tierra de una subestación,» Scientia et Technica , Pereira, 2003.
- [22] J. S. Ramírez Castaño y E. P. Cano Plata, «Sistemas de puesta a tierra diseñado con IEEE-80 y evaluado con MEF,» Universidad de Colombia , Manizales, 2010.

- [23] P. Gómez, «Diseño y construcción de puestas a tierra para el colegio gualaceo,» Universidad Salesiana , Cuenca, 2010.
- [24] RCONEL, «Resolución 074/17,» Quito, 2017.
- [25] S. Díaz, «Coordinación del sistema de protecciones del alimentador 124 de la empresa eléctrica Azógues,» Universidad Saleciana, Cuenca, 2010.
- [26] G. Fernandez, Metodología de la investigación, Mexico: Universidad de Londres, 2015.
- [27] G. Barié, «Derecho indigena y medios alternativos de resolución de conflictos,» *URVIO*, p. 114, 2008.

## 23. ANEXOS

### Anexo 1

#### Calibres de los conductores AWG-Kcmil

AWG				Kcmil			
Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal mm <sup>2</sup>	Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal Mm <sup>2</sup>	Calibre del conductor	Área de sección transversal nominal mm <sup>2</sup>
-	-	-	-	250	127	750	380
-	-	-	-	300	152	800	405
20	0.519	4	21.2	350	177	900	456
18	0.823	3	26.7	400	203	1000	507
16	1.31	2	33.6	450	228	1200	608
14	2.08	1	42.4	500	253	1250	633
12	3.31	1/0	53.5	550	279	1500	760
10	5.26	2/0	67.4	600	304	1750	887
8	8.37	3/0	85.0	650	329	2000	1010
6	13.3	4/0	107	700	355	-	-

**Fuente:** (Norma Técnica Ecuatoriana 2004)

### Ampacidad de los conductores

CALIBR							CALIBR
E							E
TEMPERATURA MÁXIMA DEL CONDUCTOR							
	60°C 140°F	75°C 167°F	90°C 194°F	60°C 140°F	75°C 167°F	90°C 194°F	
	TIPO TW UF	TIPO RFW THHW THW XHHW	TIPO RHH THHN XHH XHHW	TIPO TW UF	TIPO RHW THHW THW XHHW	TIPO RHH THHN XHH XHHW	
	COBRE (AMPERIOS)			ALUMINIO (AMPERIOS)			
18	.....	.....	14	.....	.....	.....	.....
16	.....	.....	18	.....	.....	.....	.....
14	15	20	25	.....	.....	.....	.....
12	20	25	30	15	20	25	12
10	30	35	40	25	30	35	10
8	40	50	55	35	40	45	8
6	55	65	75	40	50	55	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	115	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	145	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	195	230	260	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400

### Conductividad de los metales

CUNDUCTIVIDAD DEL MATERIAL	$\sigma$	$\sigma$	$\sigma$
TEMPERATURA	20°C	70°C	90°C
COBRE	56	48	44
ALUMINIO	35	30	28

Tabla de capacidad de las llaves termo magnéticas.

CAPASIDAD DE TERMOMAGNETICOS							
POLOS	AMPERIOS	VOLTAJE		POLOS	AMPERIOS	VOLTAJE	
1	10	120/240	VCA	2	10	120/240	VCA
1	15	120/240	VCA	2	15	120/240	VCA
1	20	120/240	VCA	2	20	120/240	VCA
1	30	120/240	VCA	2	30	120/240	VCA
1	40	120/240	VCA	2	40	120/240	VCA
1	50	120/240	VCA	2	50	120/240	VCA
1	60	120/240	VCA	2	60	120/240	VCA
1	70	120/240	VCA	2	70	120/240	VCA
<b>TRIFÁSICOS</b>				2	90	120/240	VCA
3	10	120/240	VCA	2	100	120/240	VCA
3	15	120/240	VCA	2	125	120/240	VCA
3	20	120/240	VCA	<b>TRIFÁSICOS</b>			
3	30	120/240	VCA	3	15	600	VCA
3	40	120/240	VCA	3	20	600	VCA
3	50	120/240	VCA	3	30	600	VCA
3	60	120/240	VCA	3	40	600	VCA
3	70	120/240	VCA	3	50	600	VCA
3	80	120/240	VCA	3	60	600	VCA
3	90	120/240	VCA	3	70	600	VCA
3	100	120/240	VCA	3	80	600	VCA
				3	90	600	VCA
				3	100	600	VCA

				3	125	600	VCA
				3	150	600	VCA
				3	175	600	VCA
				3	200	600	VCA
				3	225	600	VCA
				3	250	600	VCA
				3	300	600	VCA

## Anexo 2

Datos para el cálculo de corriente de corto circuito

Datos de porcentaje en pu de acuerdo a al voltaje de red

**Table 1 – Recognized minimum values of short-circuit impedance for transformers with two separate windings**

Short-circuit impedance at rated current	
Rated power kVA	Minimum short-circuit impedance %
Up to 630	4,0
631 to 1 250	5,0
1 251 to 2 500	6,0
2 501 to 6 300	7,0
6 301 to 25 000	8,0
25 001 to 40 000	10,0
40 001 to 63 000	11,0
63 001 to 100 000	12,5
Above 100 000	>12,5

NOTE 1 Values for rated power greater than 100 000 kVA are generally subjected to agreement between manufacturer and purchaser.

NOTE 2 In case of single-phase units connected to form a three-phase bank, the value of rated power applies to three-phase bank rating.

**Potencia de cortocircuito de la red**

**Table 2 – Short-circuit apparent power of the system**

Highest voltage for equipment, $U_m$ kV	Short-circuit apparent power	
	MVA	
	Current European practice	Current North American practice
7,2; 12; 17,5 and 24	500	500
36	1 000	1 500
52 and 72,5	3 000	5 000
100 and 123	6 000	15 000
145 and 170	10 000	15 000
245	20 000	25 000
300	30 000	30 000
362	35 000	35 000
420	40 000	40 000
525	60 000	60 000
765	83 500	83 500

NOTE If not specified, a value between 1 and 3 should be considered for the ratio of zero-sequence to positive-sequence impedance of the system.

### Datos de corto circuito para la red

**Table 1.2-2. Reactance X for E/X Amperes**

System Component	Reactance X Used for		Typical Values and Range on Component Base	
	Short Circuit Duty	Close and Latch (Momentary)	% Reactance	X/R Ratio
2-Pole Turbo Generator	X	X	9 (7 – 14)	80 (40 – 120)
4-Pole Turbo Generator	X	X	15 (12 – 17)	80 (40 – 120)
Hydro Generator with Damper Wedges and Synchronous Condensers	X	X	20 (13 – 32)	30 (10 – 60)
Hydro Generator without Damper Windings	.75X	.75X	16 (16 – 50)	30 (10 – 60)
All Synchronous Motors	1.5X	1.0X	20 (13 – 35)	30 (10 – 60)
Ind. Motors Above 1000 hp, 1800 Rpm and Above 250 hp, 3600 Rpm	1.5X	1.0X	17 (15 – 25)	30 (15 – 40)
All Other Induction Motors 50 hp and Above	3.0X	1.2X	17 (15 – 25)	15 (2 – 40)
Ind. Motors Below 50 hp and All Single-Phase Motors	Neglect	Neglect	—	—
Distribution System from Remote Transformers	X	X	As Specified or Calculated	15 (5 – 15)
Current Limiting Reactors	X	X	As Specified or Calculated	80 (40 – 120)

#### Transformers

OA to 10 MVA, 69 kV	X	X	8.0	18 (7 – 24)
OA to 10 MVA, above 69 kV	X	X	8.0 to 10.5	18 (7 – 24)
FOA 12 to 30 MVA	X	X	Depends on Primary Windings BIL Rating	20 (7 – 30)
FOA 40 to 100 MVA	X	X		38 (32 – 44)

### Características para el transformador

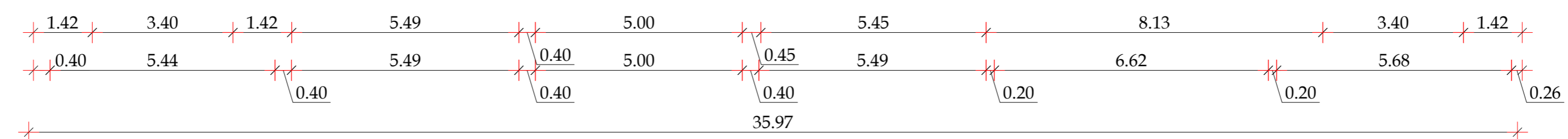
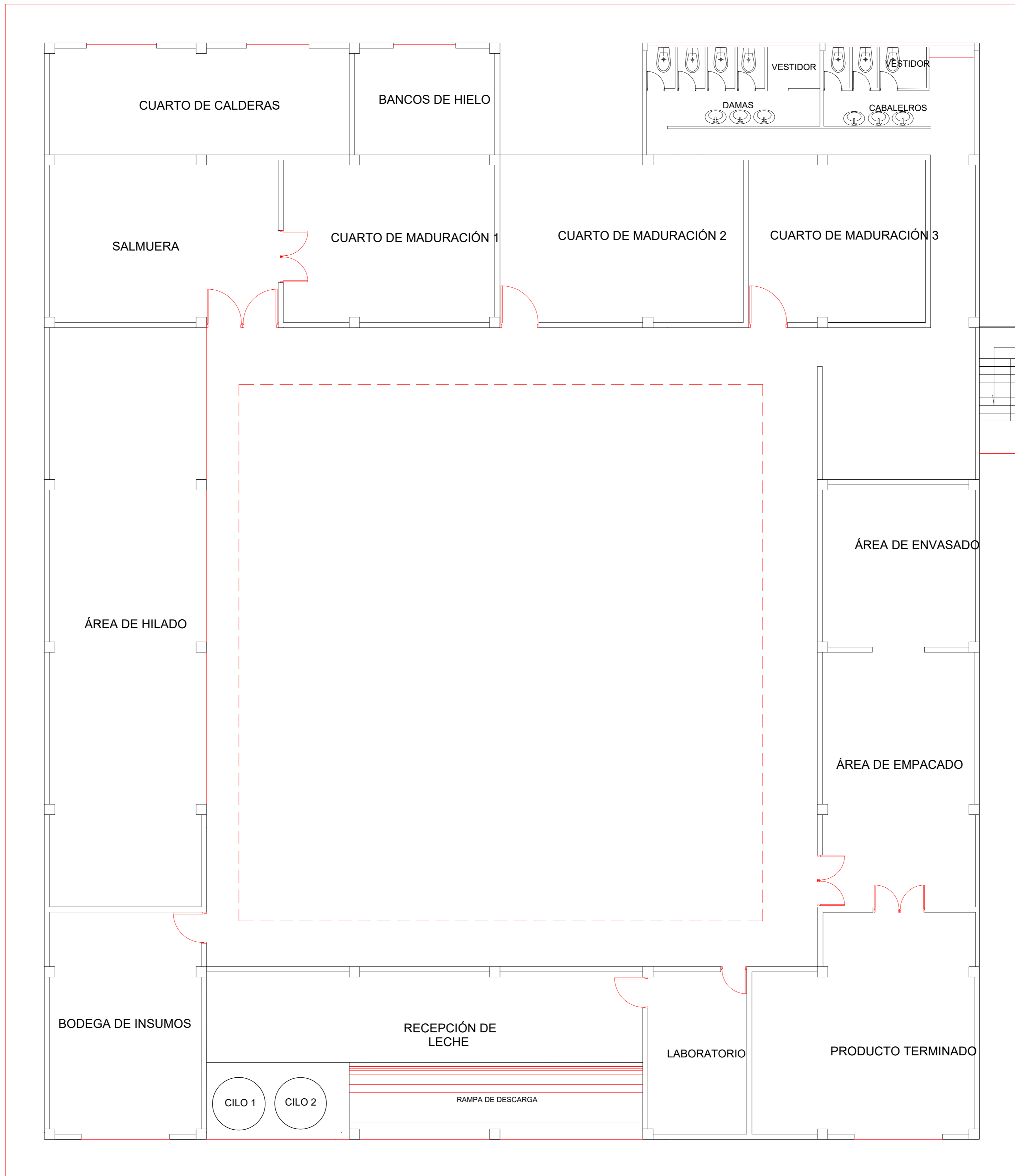
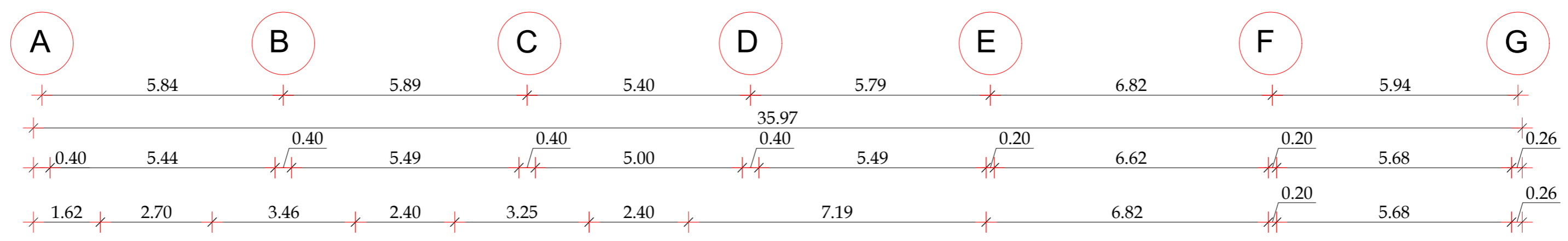
Trifásicos	Código			Potencia [kVA]	Clase [kV]	Perdidas		Z%	Dimensiones			Aceite [Lts.]	Peso [kg]
	CH [12 kV]	CGE [13,2 kV]	NAC [13,2 kV]			Pfe[W]	Pcu Nominal [W]		Alto [mm]	Ancho [mm]	Largo/Diámetro [mm]		
	-	-	3801008	10	15	60	330	4	875	660	465	40	170
3801072	3801250	3801065	15	15	90	430	4	930	700	460	50	200	
3801076	3801074	3801075	30	15	130	650	4	930	755	580	70	285	
3801042	3801255	3801040	45	15	190	790	4	920	855	580	90	355	
3801046	3801260	3801045	75	15	310	1370	4	935	1100	690	150	530	
3801092	3801270	3801090	100	15	340	1550	4	1000	1100	770	170	650	
3801097	3801265	3801095	150	15	460	2430	4	1070	1080	830	190	760	
3801102	3801106	3801099	200	15	570	3120	4	1065	1120	960	210	890	
3801115	3801275	3801080	300	15	740	3940	4	1225	1080	1030	285	1230	
3801160	3801161	3801165	500	15	920	6530	5	1335	1220	1290	445	1550	
Código 23 [kV]			Clase [kV]	Potencia [kVA]	Perdidas		Z%	Dimensiones			Aceite [Lts.]	Peso [kg]	
					Pfe[W]	Pcu Nominal [W]		Alto [mm]	Ancho [mm]	Largo/Diámetro [mm]			
3801118			15	25	95	440	4	1065	760	500	65	220	
3801128			30	25	140	640	4	1065	840	580	75	300	
3801119			45	25	220	770	4	1060	900	580	95	385	
3801129			75	25	330	1180	4	1070	1100	690	150	540	
3801113			100	25	400	1510	4	1130	1100	770	175	620	
3801140			150	25	540	2080	4	1200	1080	830	190	760	
3801145			200	25	640	2690	4	1200	1120	960	215	885	
3801155			300	25	850	3390	4	1360	1080	1030	285	1235	
3801170			500	25	1070	5850	5	1470	1220	1290	445	1550	

### Anexo 3

#### Constantes de materiales para puesta a tierra

Material	Conductividad (%)	Tm (°C)	K <sub>f</sub>
Cobre blando	100	1083	7
Cobre duro cuando se utiliza soldadura exotérmica	97	1084	7.06
Cobre duro cuando se utilizan conexiones mecánicas a presión	97	250	11.78
Alambre de acero recubierto de cobre	40	1084	10.45
Alambre de acero recubierto de cobre	30	1084	14.64
Varilla de acero recubierta de cobre	20	1084	14.64
Acero 1020	10.8	1510	15.95
Varilla de acero galvanizado	9.8	1400	14.72
Varilla de acero con baño de cinc	8.6	419	28.96
Acero inoxidable 304	2.4	1400	30.05

## 24. PLANOS ELÉCTRICOS DE LA PLANTA MILMA LAC



# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	SS CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2
Zonificación:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

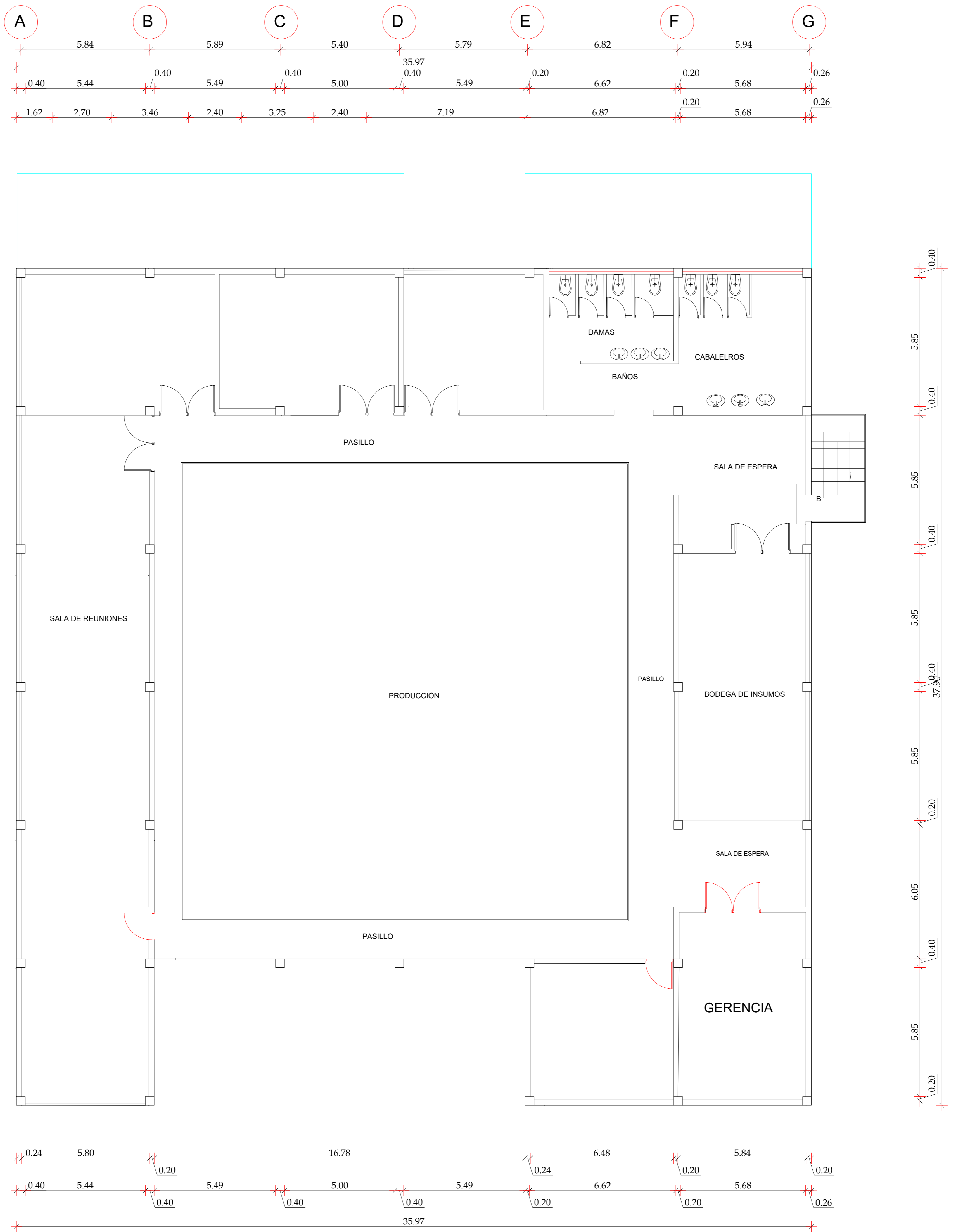
PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
-----------	-----------------------------------

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Teneda Reg. SenesyT: 1034-02-293252 C.I. 1710434497	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903

CONTENIDO:	PLANO PLANTA BAJA
------------	----------------------

ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021	LAMINA:	<b>1 DE 24</b>
DIBUJO:	Estudiantes				

SELLOS MUNICIPALES
--------------------

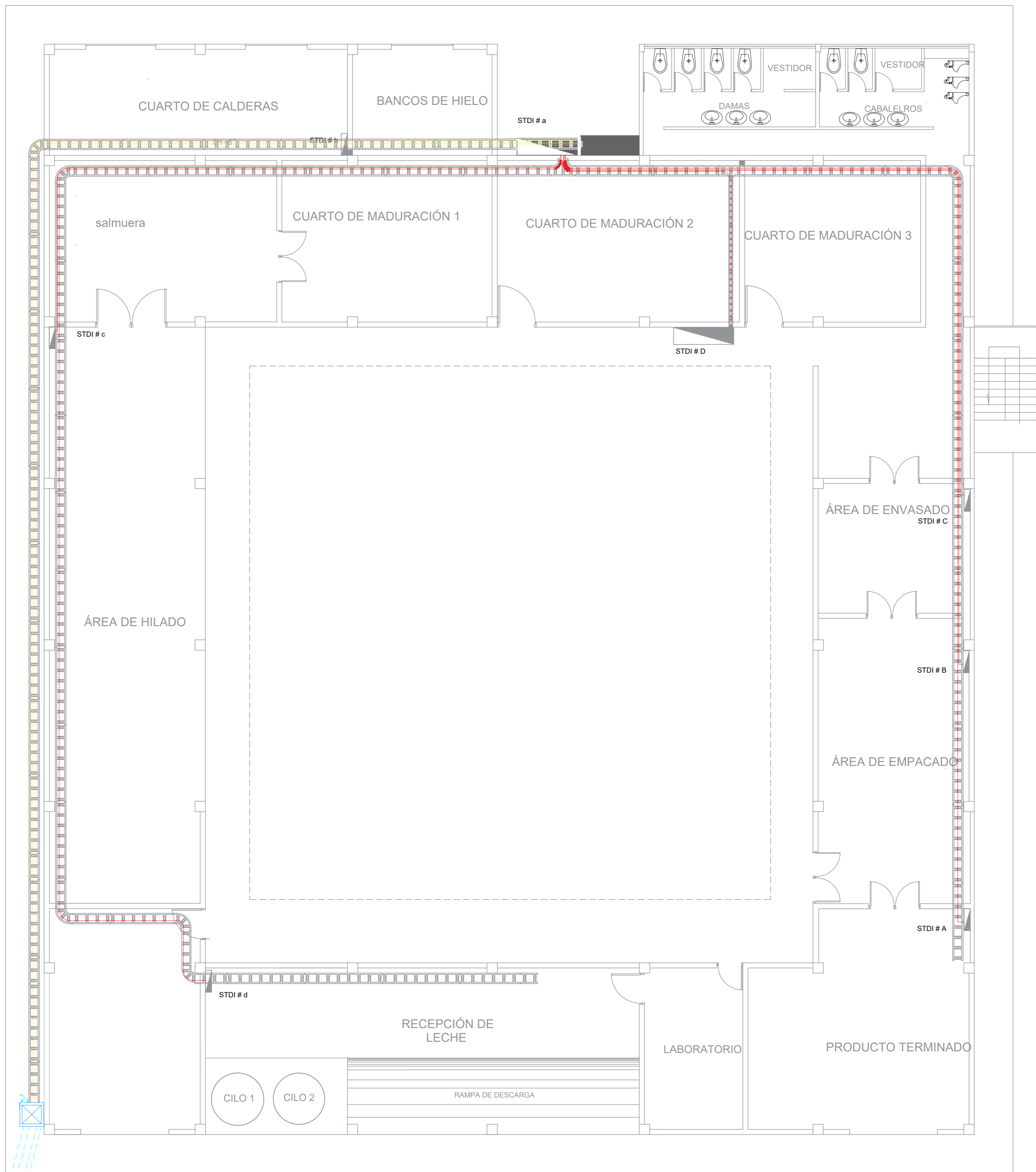


# PLANTA ALTA

ESCALA-----1:100

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s):	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2
Zonificación:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:		<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>	
RESPONSABLE TECNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenada Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434497		Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I.1726972903	
CONTENIDO:			
PLANO PLANTA ALTA			
ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021
DIBUJO:	Estudiantes	LAMINA:	<b>2 DE 24</b>
SELLOS MUNICIPALES			



1



# PLANTA BAJA

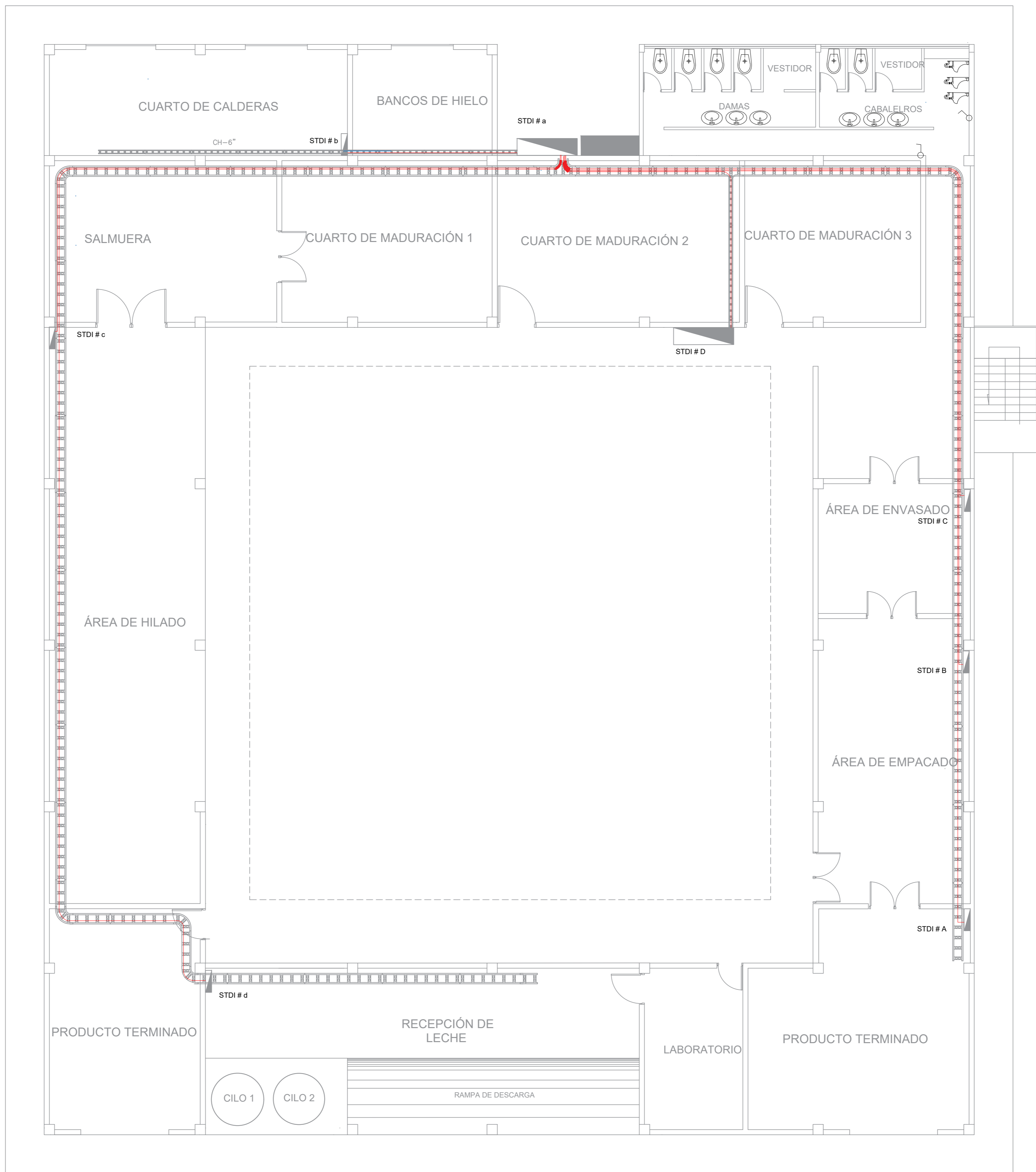
ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 50W/120V
	CIRCUITO DE ALUMBRADO 18W LED 18W/120V
	CIRCUITO DE FUERZA 12W + 12 AWG THHN .812"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 15W + 14 AWG THHN .812"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 12W + 14 AWG THHN .812"
	BUSE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	INDICADOR 1 Y 1/4" 110MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR 100A 1F/3C/0 20V CONCENTRICO 3/4"
	INTERRUPTOR 30A/15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR 15A 120V
	LUZ LED 120 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISIÓN - ELÉCTRICA 60x60x60 mm
	POZO 180 A 0.4 D x 0.4 D x 1.60 m + 0.75 m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s):	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2
Zonificación:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenada Reg. Senecyge: 1334-02-293252 C.I. 1710434457	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I.1725972903

CONTENIDO:		
PLANO ACOMETIDAS PRINCIPAL		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1:100	FEBRERO 2021	<b>3 DE 24</b>
DIBUJO: Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		

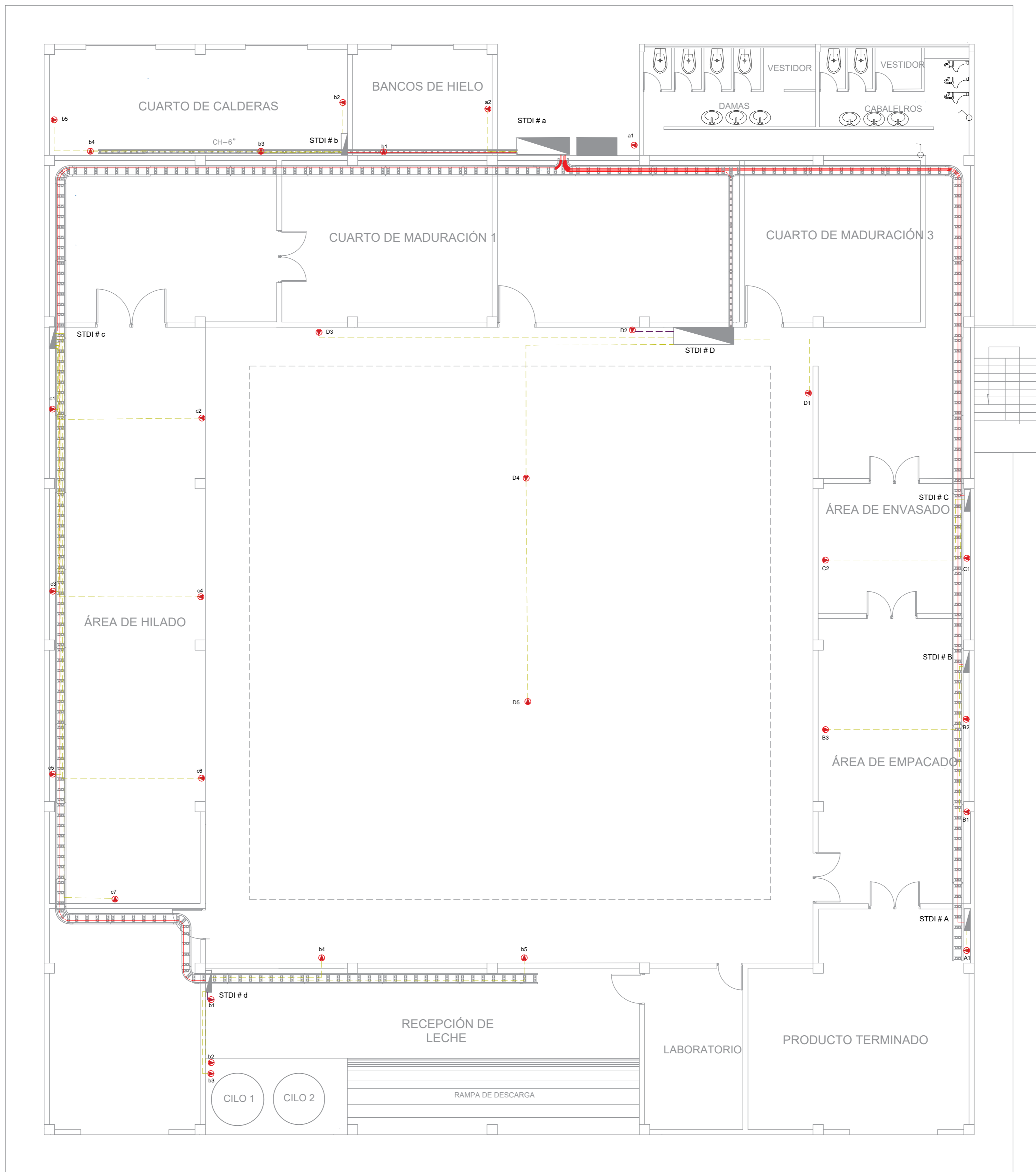


# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 56W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN 2414 AWG-THHN-B12"
	CIRCUITO DE FUERZA 2412 - 14 AWG-THHN-B12"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 246 - 10 AWG-THHN-B34"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2412 - 14 AWG-THHN-B12"
	SUBE Y BAJA TUBERÍA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS E Y N VAS 110MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBL NORTE
	CONTADOR DE ENERGÍA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 PÓLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA REFASCO 220V CONCÉNTRICO 3x10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	2S3
	CONMUTADOR 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	USZ 120 W ALUMBRADO PÚBLICO
	CAJA DE REVISIÓN - ELÉCTRICA Ø80x80 mm
	CR
	POZO IFO A. 64.0 m x 1.20m - 0.75 m
NOTAS:	

DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA			
Clave Catastral:	22617 01 001	No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI	Parroquia:	CARCHI
Área de terreno:	1763.9945 m2	Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Área de terreno levantamiento:	758.2890 m2	C.O.S. PB:	35 %
Zonificación:	A2 (A1002-35)	C.O.S. total:	70 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)		
PROYECTO:		EMPRESA: MILMALAC S.A.	
RESPONSABLE TECNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Vizcoque Tenada Reg. Senoche: 1834-02-293252 C.I. 1710434457		Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903	
CONTENIDO:			
PLANO ACOMETIDAS PLANTA BAJA STDI			
ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021
DIBUJO:	Estudiantes	LAMINA:	<b>4 DE 24</b>
SELLOS MUNICIPALES			



# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 127V
	LUMINARIA DE ALAMBRAO DE EMERGENCIA 127V
	LUMINARIA LED 54W/127V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 20A 14 AWG THHN-BY2"
	CIRCUITO DE FUEGO 20A 14 AWG THHN-BY2"
	CIRCUITO TAMA ESPECIAL 20A 14 AWG THHN-BY2"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 20A 14 AWG THHN-BY2"
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 3" Y 4" VMS 110MM
	ALARMADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 14 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALARMADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR 10MA. IRASICO 220V. CONCENRICO 3/0
	INTERRUPTOR SUPA 15A 127V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 127V
	CONNASADOR DOBLE 15A 127V
	CONNASADOR 15A 127V
	LUE LED 120 W ALAMBRAO PUBLICO
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 60x60x60 cm
	POZO 100 A 5.6 cm 1.40m - 0.73 m

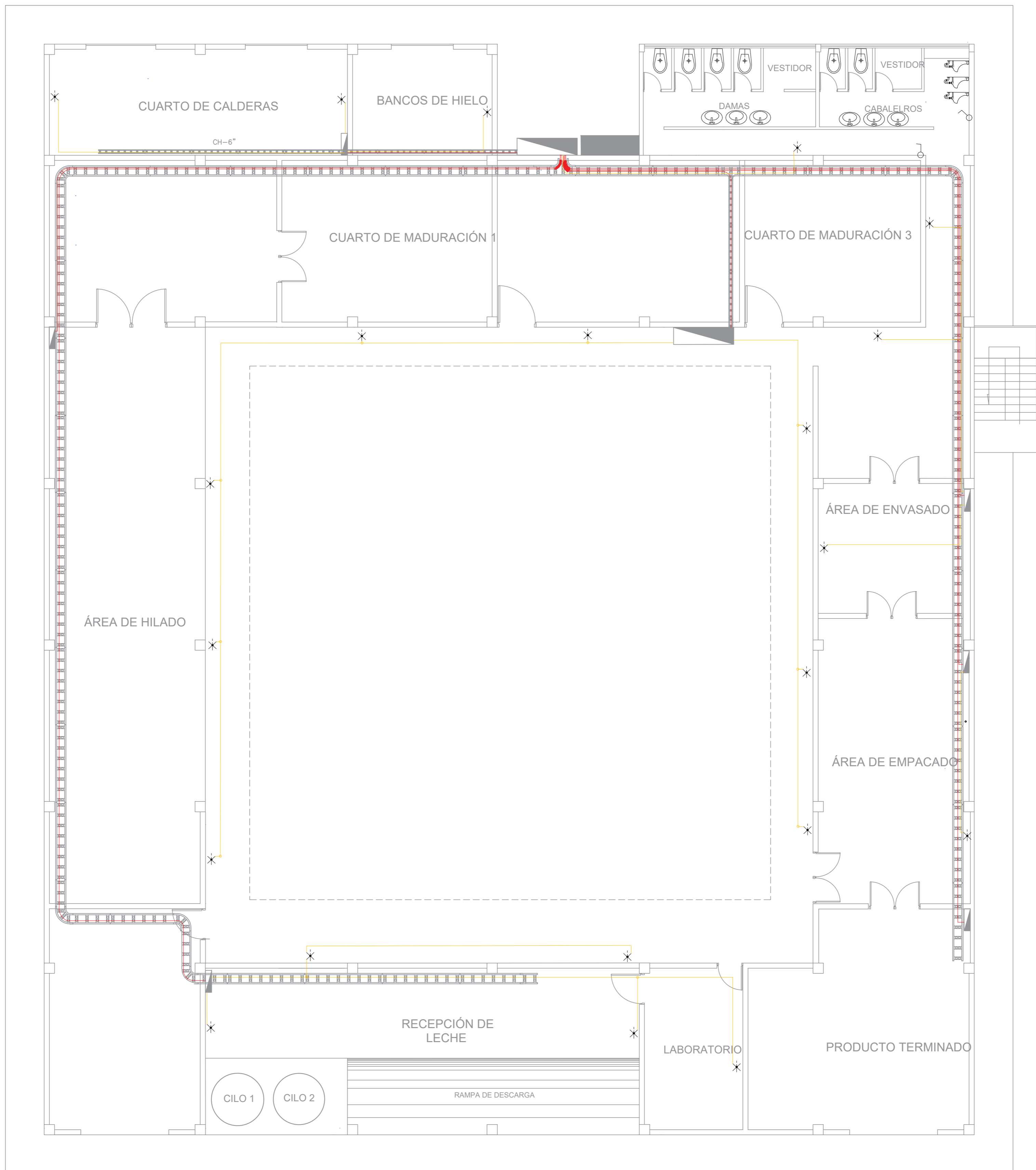
NOTAS:

DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA			
Clave Catastral:	22617 01 001	No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI	Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2	Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2		
Zonificación:	A2 (A1002-35)	C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:	
<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>	

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenada Reg. Senecop: 1534-C2-293252 C.I. 1710434497	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903

CONTENIDO:		
PLANO CIRCUITO 220V PLANTA BAJA		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1:100	FEBRERO 2021	<b>5 DE 24</b>
DIBUJO:		
Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		



# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALAMBRAO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 54W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN 2P+1N AWG-THHN-8112'
	CIRCUITO DE FUGADA 2P+1N AWG-THHN-8112'
	CIRCUITO TONA ESPECIAL 2P+1N AWG-THHN-8112'
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P+1N AWG-THHN-8112'
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 8" x 8" VIDA 118MM
	ALIMENTACION TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTACION TABLERO DE DISTRIBUCION/ENERGIA
	CONDUCTOR TONA 188/600 220V - CONCENRICO 3/0
	RESERVIOR DUAL 15A 120V
	RESERVIOR DUAL 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR 15A 120V
	LUZ LED 120 W ALAMBRAO PUBLICO
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 60x60x60 cm
	POZO 180 A 0.6 m x 0.6 m x 0.75 m
NOTAS:	

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s):	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2
Zonificación:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

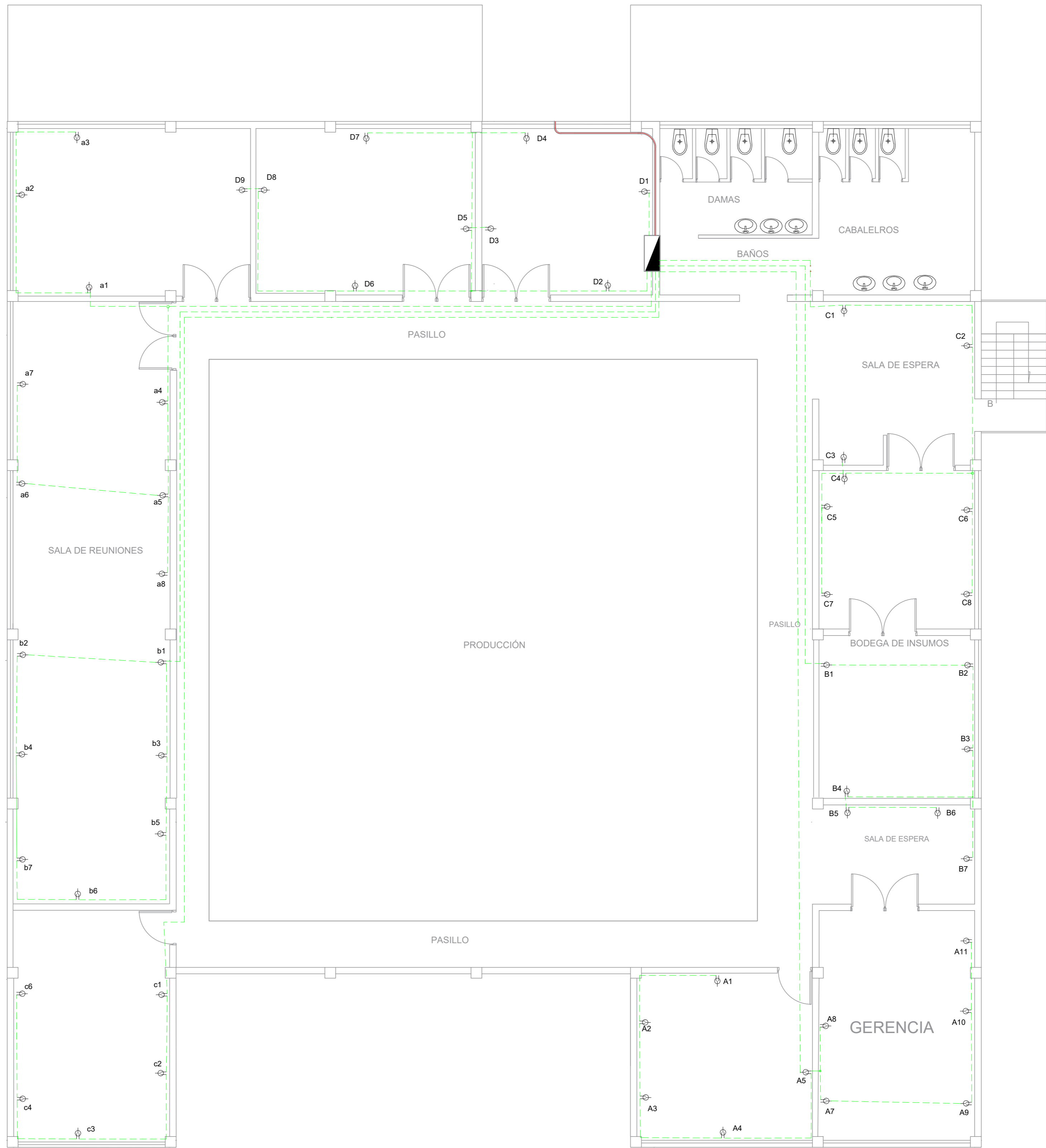
PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
-----------	-----------------------------------

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenedo Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434497	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I.1725972903

CONTENIDO:	PLANO ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA PLANTA BAJA
------------	--

ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021	LAMINA:	<b>8 DE 24</b>
DIBUJO:	Estudiantes				

SELLOS MUNICIPALES
--------------------



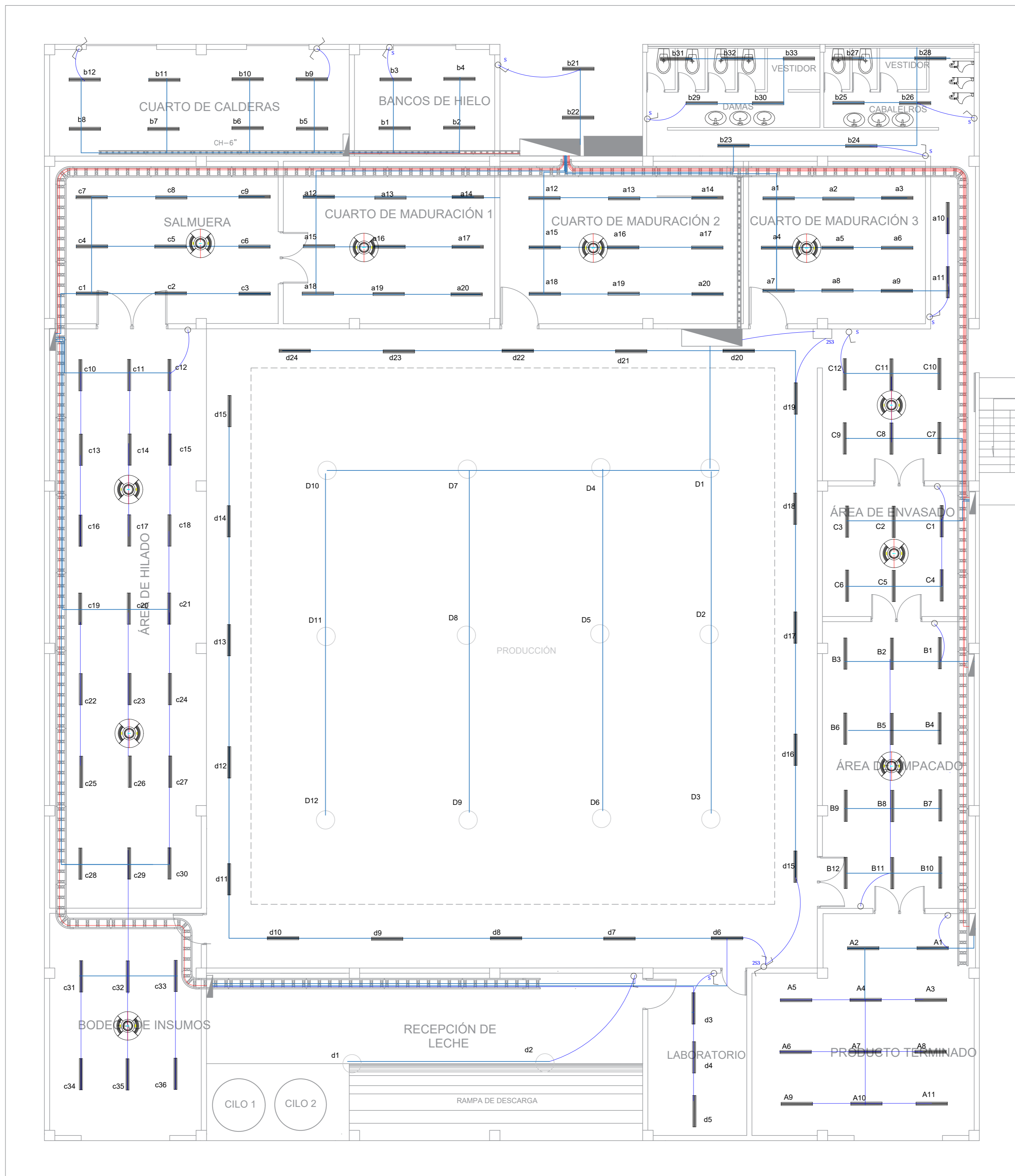
# PLANTA ALTA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ILUMINADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 50W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 2012 + 14 AWG THHN-B12"
	CIRCUITO DE FUERZA 2012 + 14 AWG THHN-B12"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 200 + 10 AWG THHN-B34"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2012 + 14 AWG THHN-B12"
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 8 Y 11 VAS 110MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - ENEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIFÁSICO 200V CONCENTRICO 3x10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR 15A 120V
	LUM LED 120W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISIÓN - ELÉCTRICA 60x60x60 cm
	POSTO IPO A 2.75m x 0.60m x 0.75m
NOTAS:	

DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietari@: JOSEP PUTUCULLUNGARA			
Clave Catastral:	22617 01 001	No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI	Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2	Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	758.2890 m2		
Zonificación:	A2 (A1002-35)	C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:		<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>	
RESPONSABLE TECNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Vázquez Tenada Reg. Senecy: 1228-02-292252 C.I. 1720634697		Sr. JOSEP PUTUCULLUNGARA CI-1725972903	
CONTENIDO:			
<b>PLANO CIRCUITO TOMAS 127V PLANTA ALTA</b>			
ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021
DIBUJO:	Estudiantes	LAMINA:	<b>9 DE 24</b>
SELLOS MUNICIPALES			



# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 5W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 2014 AWG THHN 8112"
	CIRCUITO DE FUERZA 2012 + 14 AWG THHN 8112"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 208 + 16 AWG THHN 8112"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2012 + 14 AWG THHN 8112"
	SUBE TABLA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS E Y N VAS 110MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 POLAR
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIFASICO 202V CONCENTRICO 3/10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR 15A 120V
	LLE OED 120 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 60x60x40 mm
	POSTO TIPO A 0.45 m * 0.40 m * 0.75 m

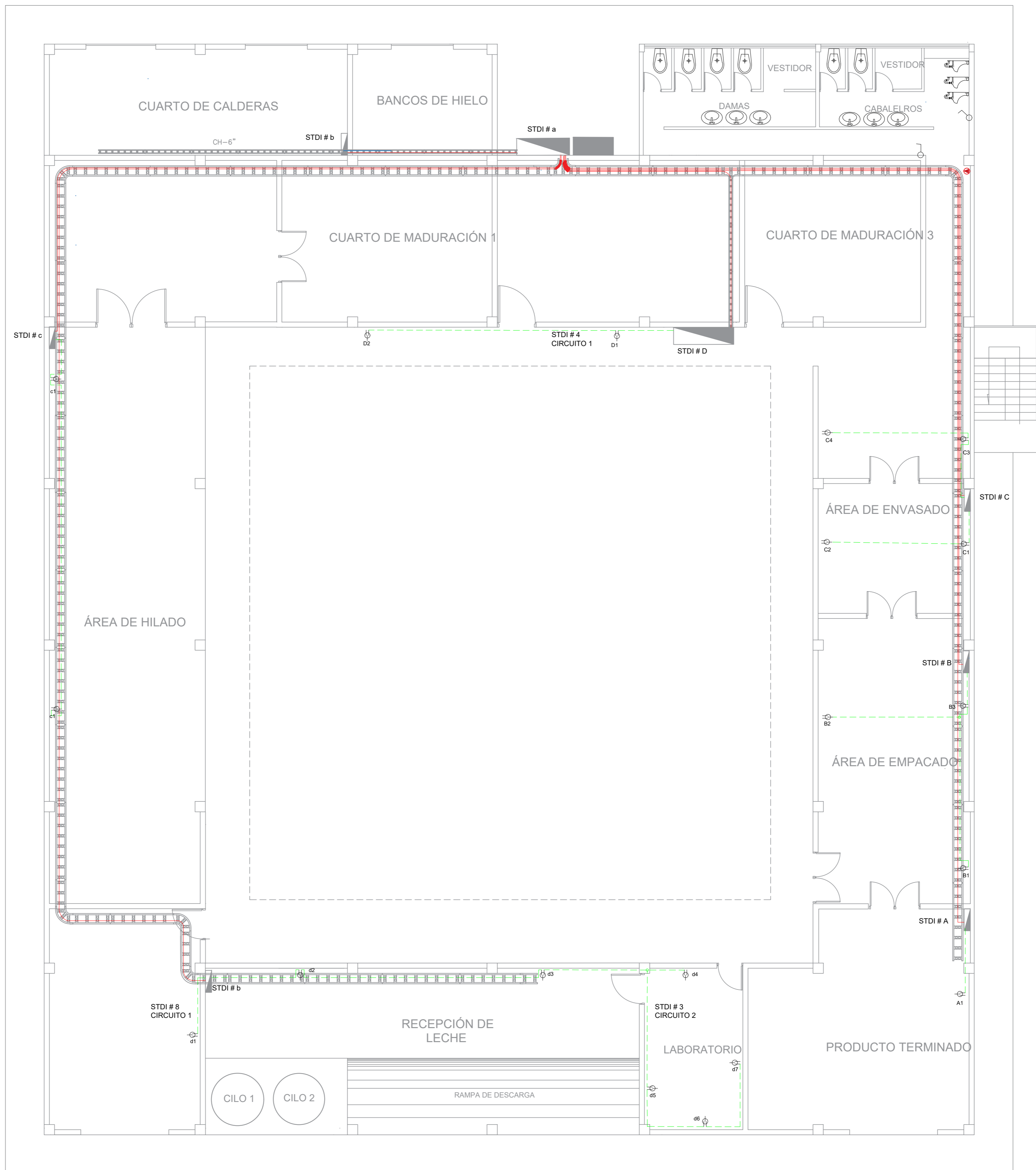
NOTAS:

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s): JOSEF PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
-----------	-------------------------------

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenedo Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710444997	Sr. JOSEF PUTUCULUNGARA C.I.1725972903

CONTENIDO:		
PLANO ILUMINACIÓN PLANTA BAJA		
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: 7 DE 24
DIBUJO: Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		



# PLANTA BAJA

ESCALA-----1:100

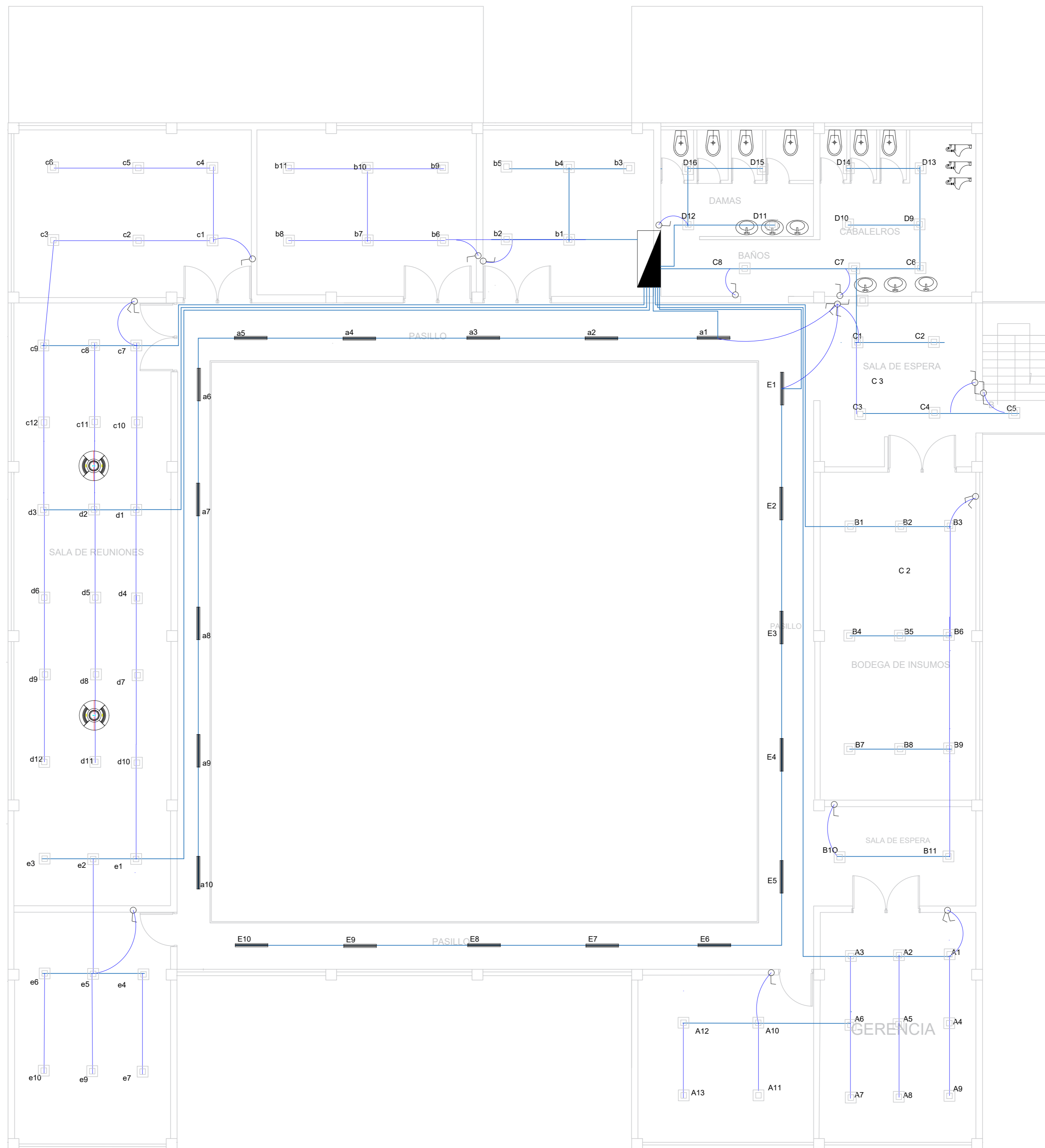
SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 10W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 127V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 127V
	LUMINARIA LED 5W/127V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 2x4 AWG-THHN-812"
	CIRCUITO DE FUERZA 2x4 + 14 AWG-THHN-812"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 2x4 + 14 AWG-THHN-812"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2x4 + 14 AWG-THHN-812"
	SUBE 1/2" SGA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 1/2" SGA 118MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 18 PULOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIFASICO 220V CONCENTRICO 3x10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 127V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 127V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 127V
	CONMUTADOR 15A 127V
	LUZ LED 120 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAA DE REVISION - ELECTRICA 60x60x60 cm
	POZO TIPO A: 0.40m x 0.60m x 0.75 m.
NOTAS:	

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

PROYECTO:	<b>EMPRESA:</b> <b>MILMALAC S.A.</b>
-----------	---

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Teneda Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434497	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I.1725972903

CONTENIDO:		
PLANO CIRCUITO 127V PLANTA BAJA		
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: <b>6 DE 24</b>
DIBUJO: Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		



# PLANTA ALTA

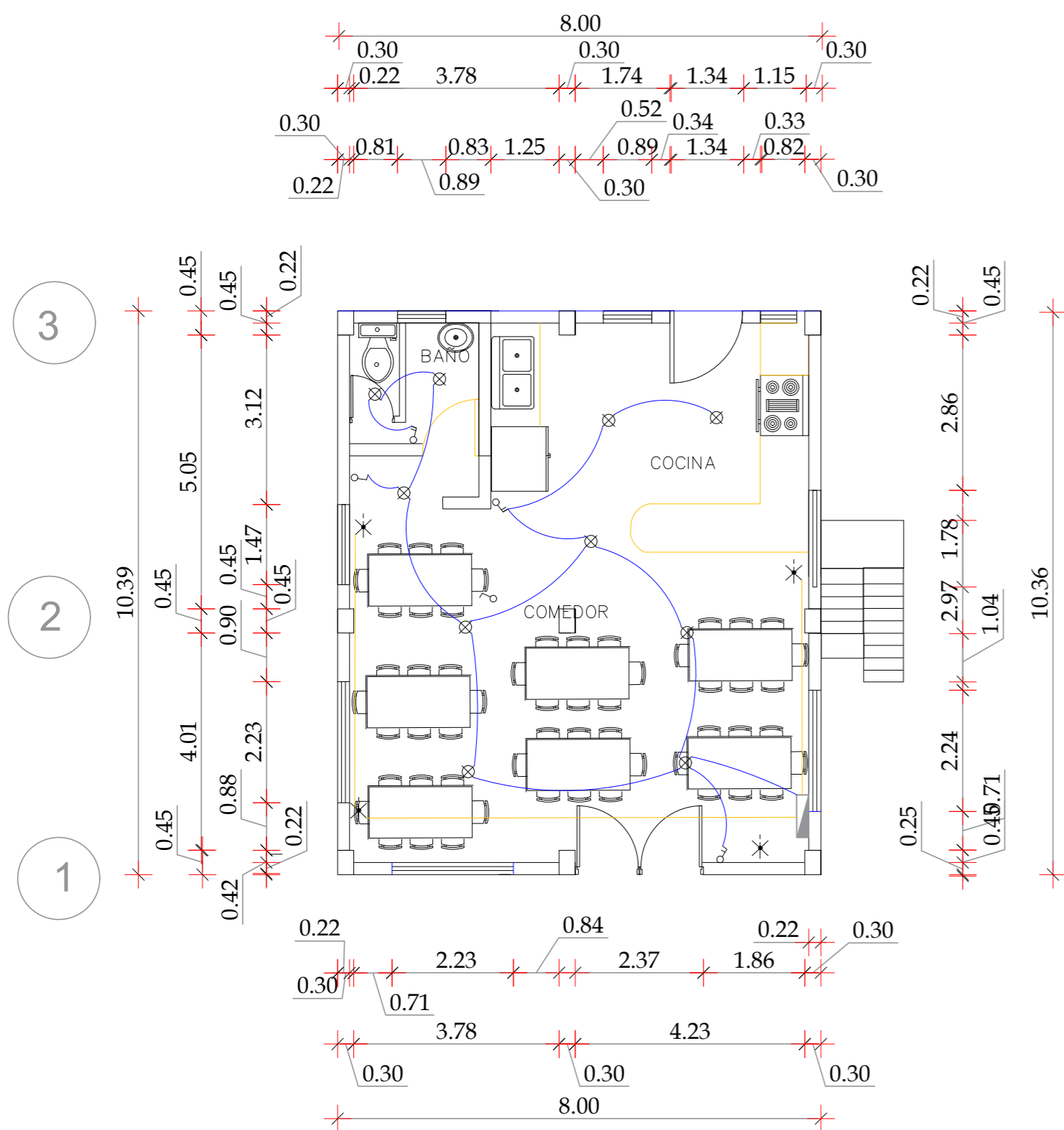
ESCALA-----1:100

## DATOS GENERALES - IRM

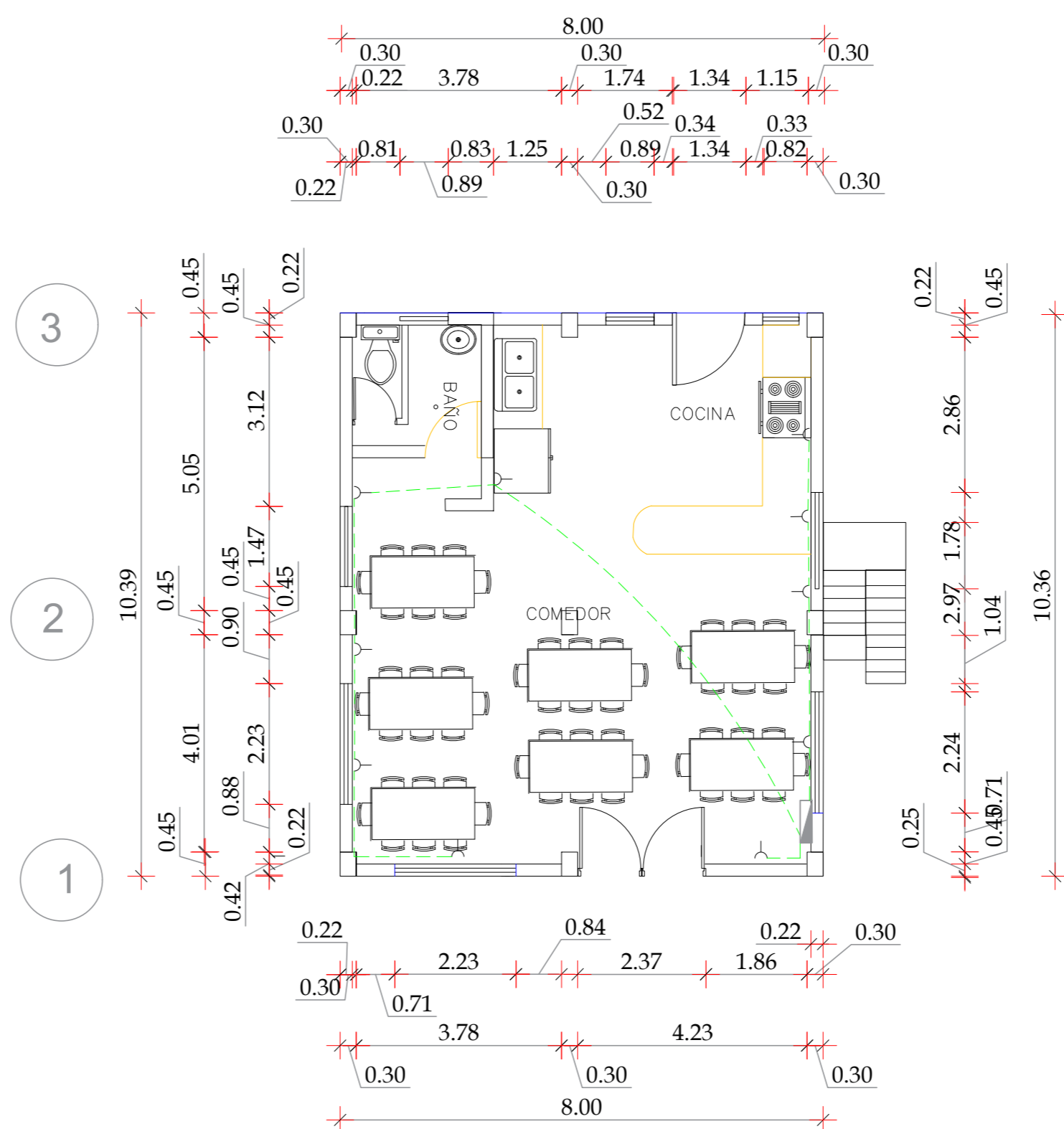
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 54W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 2P1A AWG-THHN-Ø12"
	CIRCUITO DE FUGION 2P2L-14 AWG-THHN-Ø12"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 2P2L-10 AWG-THHN-Ø24"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P1L-14 AWG-THHN-Ø12"
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS Y IV VADO TRAM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - ENEL NORTE
	CONTADOR DE EMERGENCIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 1E POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIANGULO 220V CONCÉNTRICO 3x10
	INTERRUPTOR 240V/15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 120V
	CONMUTADOR 15A 120V
	LUZ LED 120 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISION - ELÉCTRICA 60x60x60 mm
	POLO 8P0 A 2x Ø 1" x 2,00m - 1,25m
NOTAS:	

PROYECTO:		EMPRESA: MILMALAC S.A.	
RESPONSABLE TECNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Viqueza Tenorio Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434897		Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903	
CONTENIDO:			
PLANO CIRCUITO ILUMINACIÓN PLANTA ALTA			
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: <b>10 DE 24</b>	
DIBUJO: Estudiantes			
SELLOS MUNICIPALES			



PLANTA BAJA  
ESCALA: 1:100



PLANTA BAJA  
ESCALA: 1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 10W/120V
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 5W/120V
	CIRCUITO DE FUERZA 2P12 + 14 AWG-THHN-8112"
	CIRCUITO ESPECIAL 2P8 + 10 AWG-THHN-2514"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P12 + 14 AWG-THHN-8112"
	SURE Y BARRA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS E Y N VAS 10MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 18 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR TOMA REFABRICO 220V CONCÉNTRICO 3/10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	COMBATEDOR DOBLE 15A 120V
	CONVERTIDOR 15A 120V
	INTERRUPTOR 15A 120V
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA EMBELADO 60
	POZO TIPO A 0.60m x 0.60m x 0.75 m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@: JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Área de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Área de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

PROYECTO:	EMPRESA: MILMALAC S.A.
-----------	---------------------------

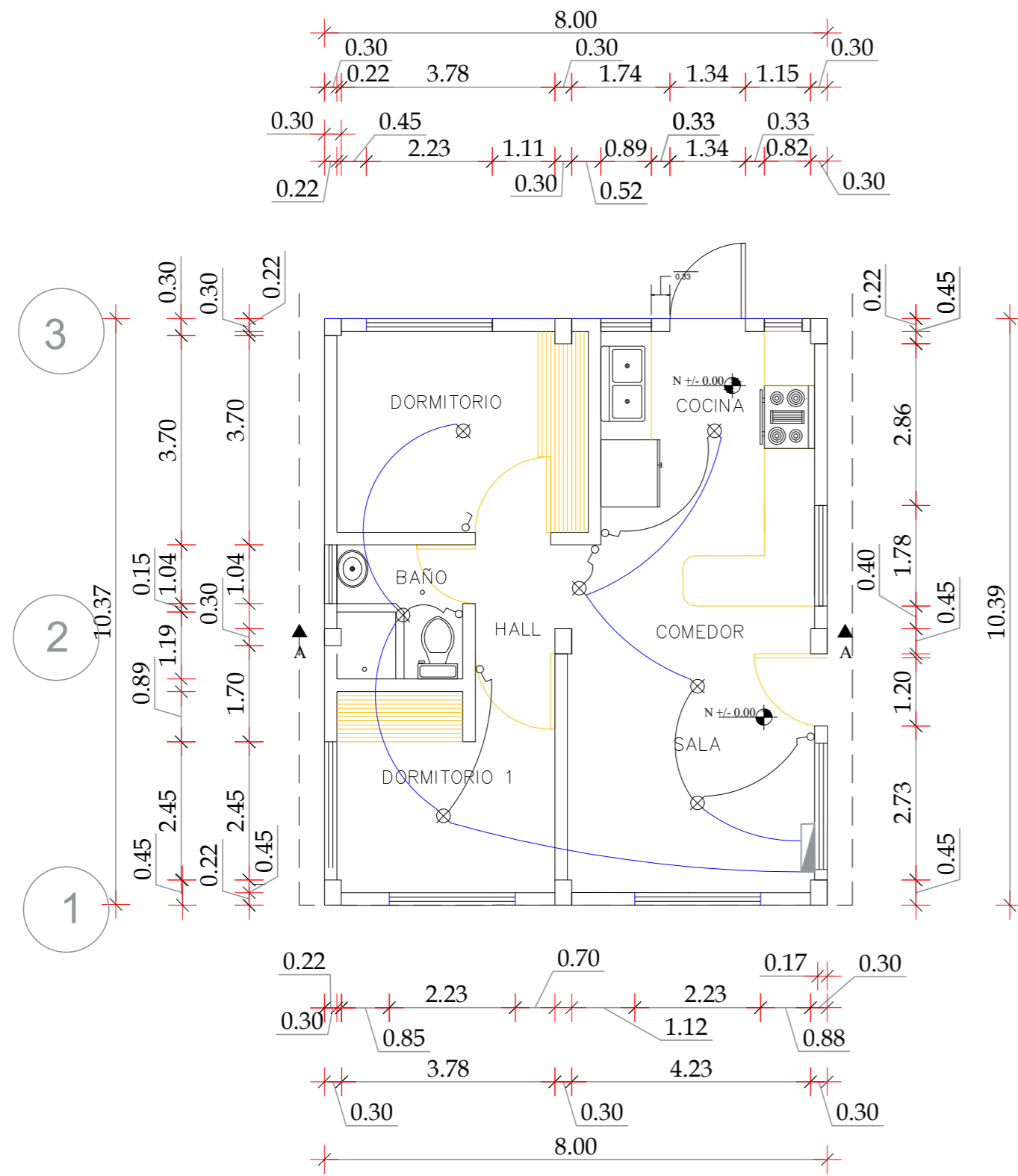
RESPONSABLE TECNICO: Ing. Franklin Hernán Viquez Tenorio Reg. Senecop: 1234-02-293252 C.I. 1710434497	PROPIETARIO: Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1729972903
--	--

CONTENIDO: PLANO CIRCUITO CASA DE GUARDIA Y COMEDOR	
---	--

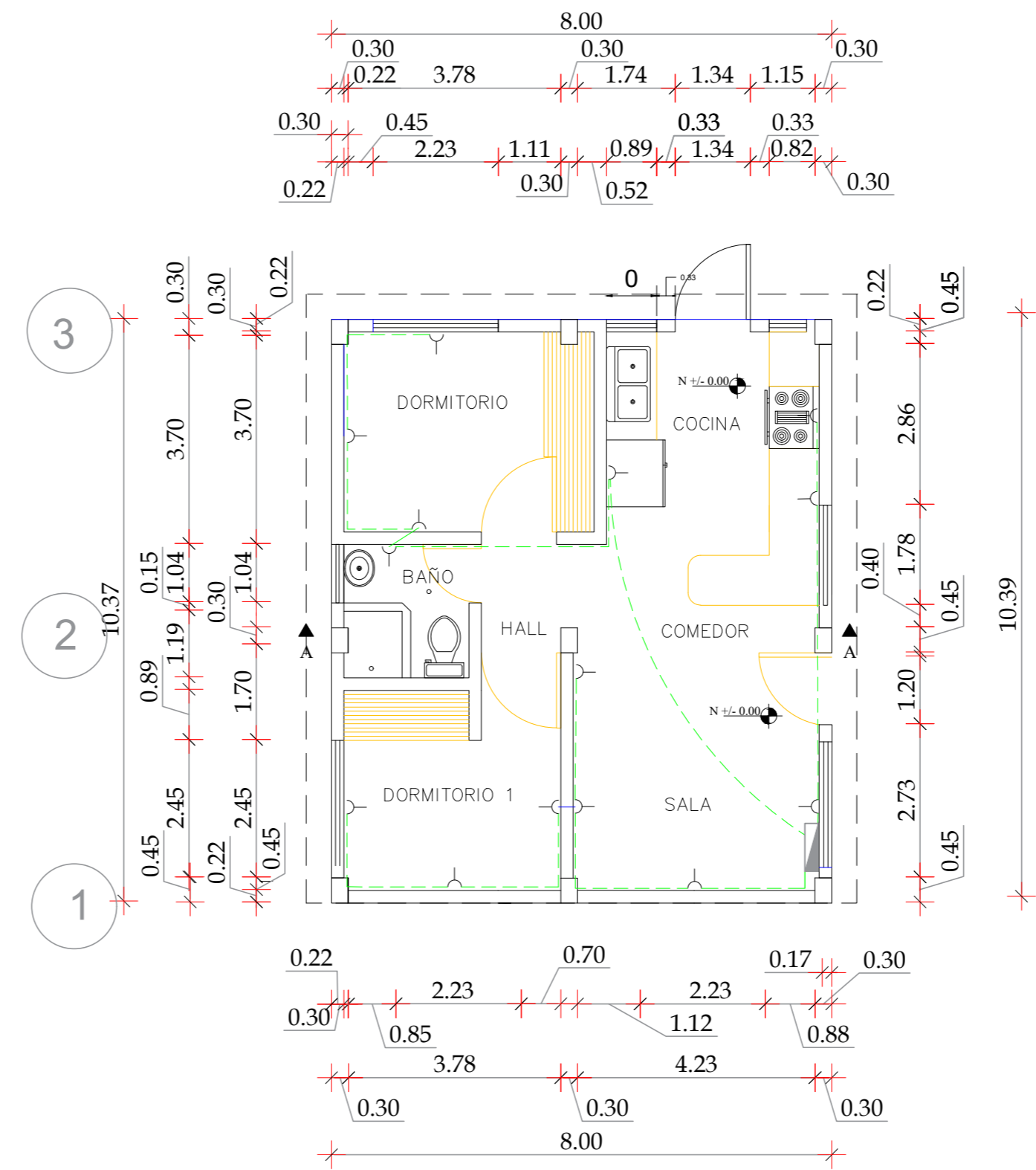
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: 17 DE 24
---------------	---------------------	------------------

DIBUJO: Estudiantes

SELLOS MUNICIPALES



PLANTA ALTA  
ESCALA:.....1:100



PLANTA ALTA  
ESCALA:.....1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 10W/120V
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 5W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 2x14 AWG THHN 811"
	CIRCUITO DE FUERZA 2x12 + 14 AWG THHN 811"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 2x8 + 10 AWG THHN 254"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2x12 + 14 AWG THHN 811"
	SURE Y BAA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS E Y N VAS 10MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 18 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR TOMA REFASCO 220V CONCÉNTRICO 3/10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	COMBATADOR DOBLE 15A 120V
	COMBATADOR 15A 120V
	INTERRUPTOR 15A 120V
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 60x60x60 mm
	POZO TIPO A 0.6m x 0.6m x 0.75 m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Área de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Área de terreno levantamiento:	758.2890 m2
Zonificación:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:	<b>EMPRESA:</b> <b>MILMALAC S.A.</b>
-----------	---

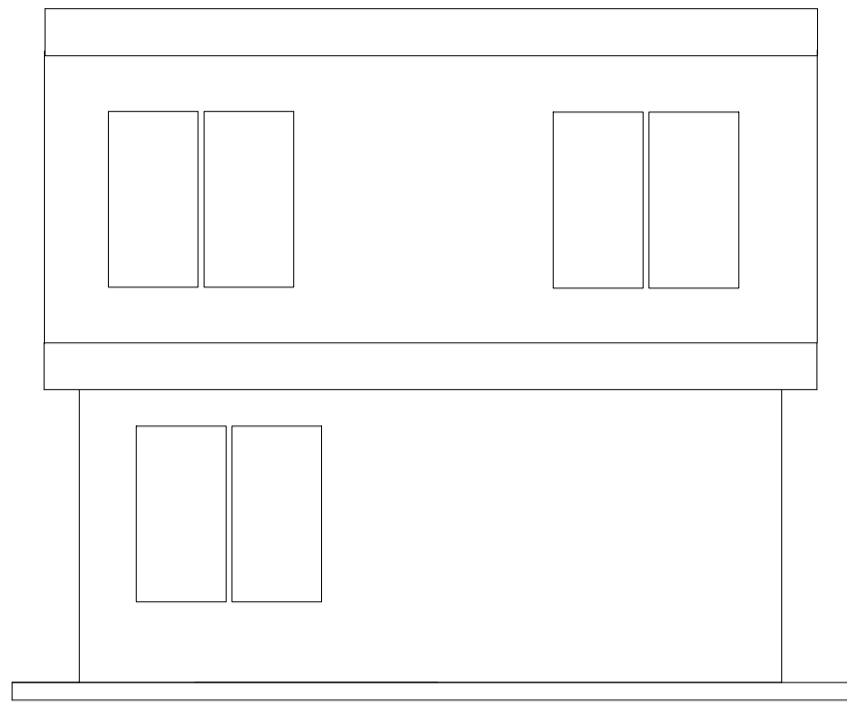
RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenorio Reg. Senecop: 1334-02-293252 C.I. 1710434497	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1729972903

CONTENIDO:	<b>PLANO</b> <b>CIRCUITO CASA DE GUARDIA Y COMEDOR</b>
------------	---

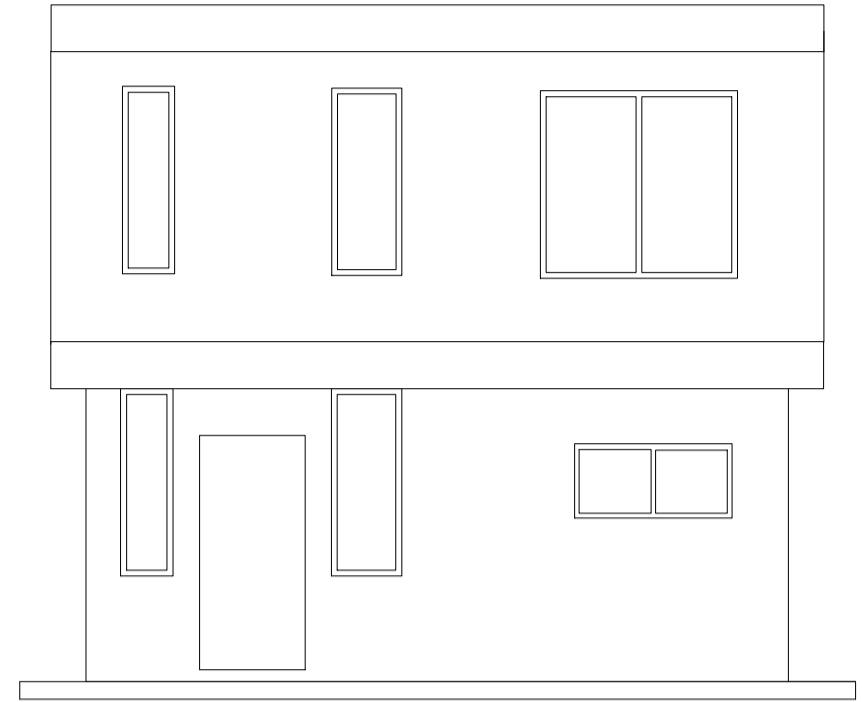
ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021	LAMINA:	<b>16 DE 24</b>
---------	-------	--------	--------------	---------	-----------------

DIBUJO: Estudiantes

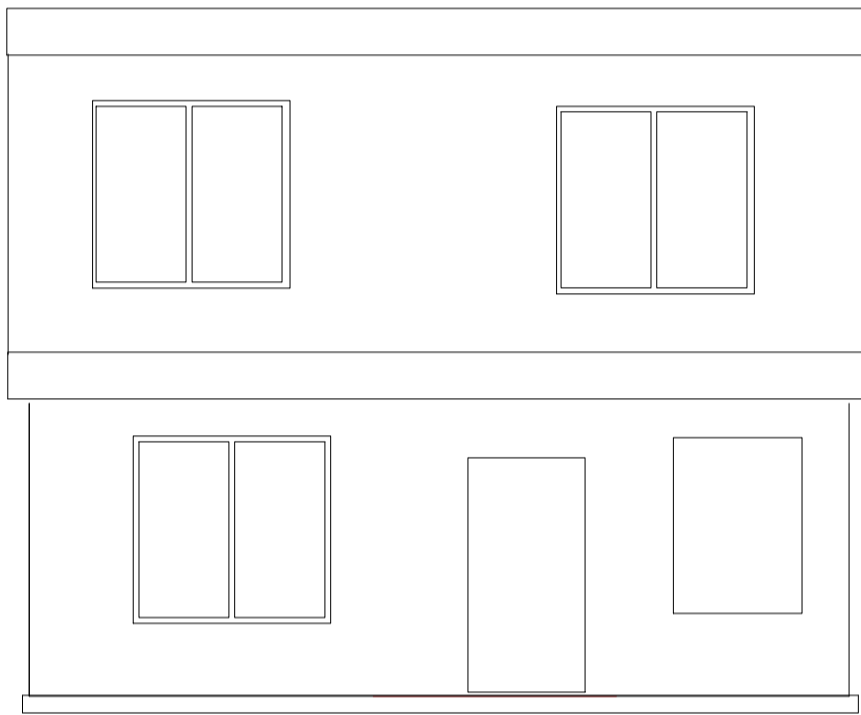
SELLOS MUNICIPALES



FACHADA LATERAL  
ESCALA-----1 : 50



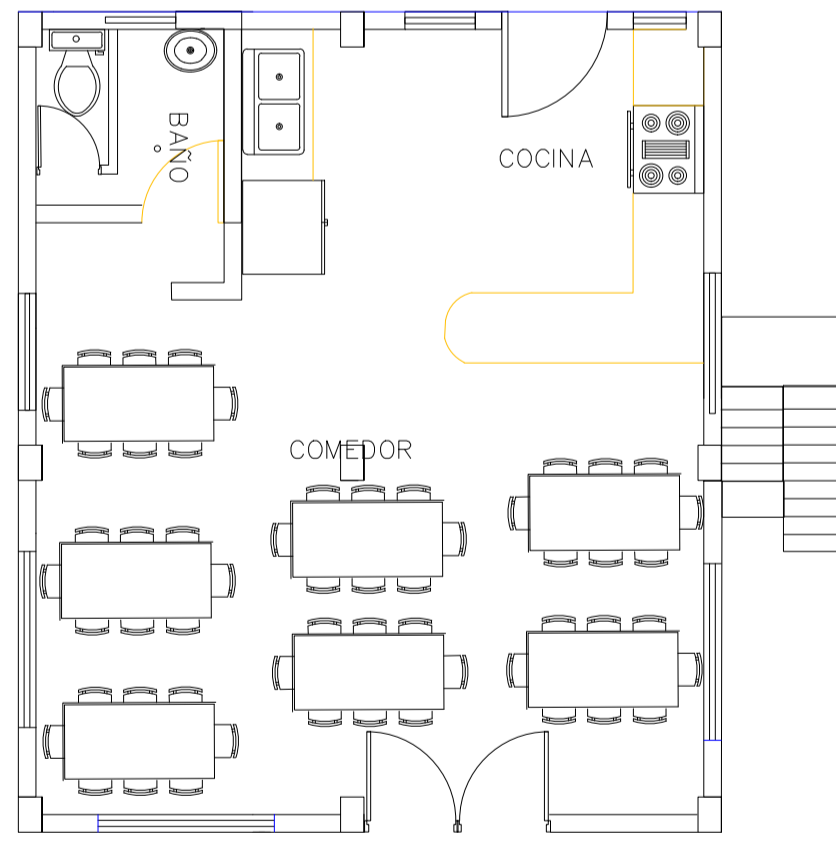
FACHADA POSTERIOR  
ESCALA-----1: 50



FACHADA FRONTAL  
ESCALA-----1 : 50



PLANTA ALTA  
ESCALA-----1:100

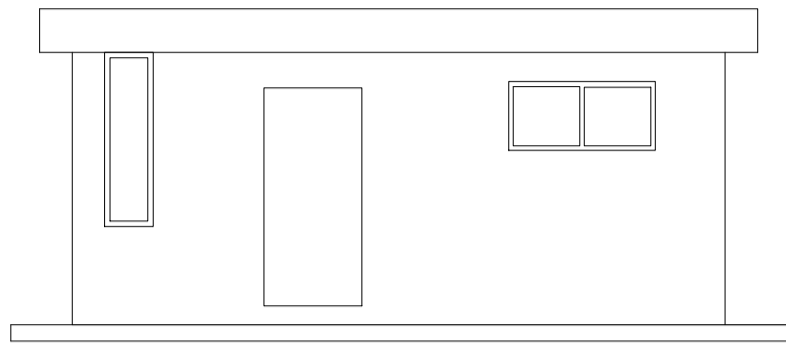


PLANTA BAJA  
ESCALA-----1:100

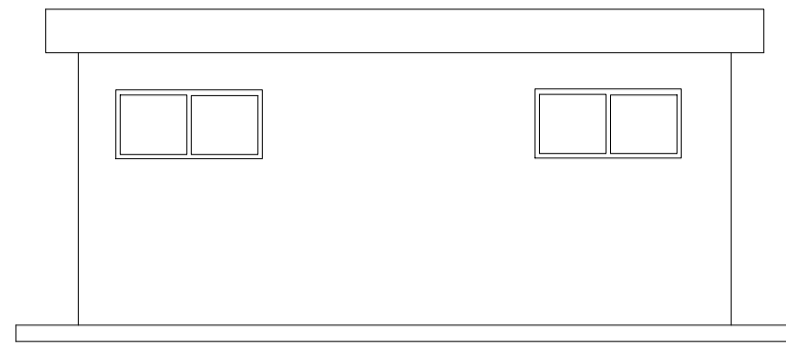
SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 127V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 127V
	LUMINARIA LED 5W/127V
	CIRCUITO DE ALUMBRADO 2P+1N 10A/10A/0.10P
	CIRCUITO DE FUERZA 2P+2 +10 A/10A/TH/0.10P
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 2P+2 +10 A/10A/TH/0.10P
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P+2 +14 A/10A/TH/0.10P
	USE 1/2 BAL. TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 3 F V VAS 10MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIA ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EN EL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIFASICO 220V CONCÉNTRICO 3x10
	INTERRUPTOR 2P+2 15A 127V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 127V
	CONMUTADOR DOBLE 15A 127V
	CONMUTADOR 15A 127V
	LIT LED 125 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISIÓN - ELECTRICA 80x80x60 mm
	POZO SFO A 0.6 x 0.6 x 1.65m - 1.675 m
NOTAS	

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@: JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Área de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Área de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

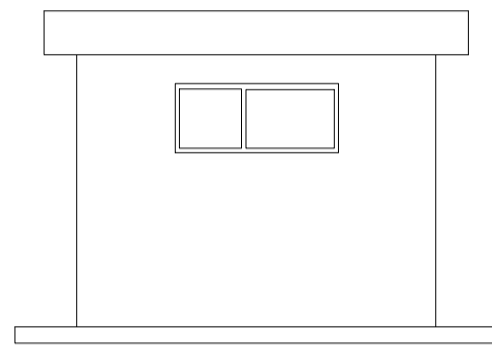
PROYECTO:		<b>EMPRESA:</b> <b>MILMALAC S.A.</b>	
RESPONSABLE TECNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Viquez Tenada Reg. Profesional: 1034-02-283252 C.I. 171048497		Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA O.I. 1725972803	
CONTENIDO: <b>PLANO CASA DE GUARDIA</b>			
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: <b>19 DE 24</b>	
DIBUJO: Estudiantes			
SELLOS MUNICIPALES			



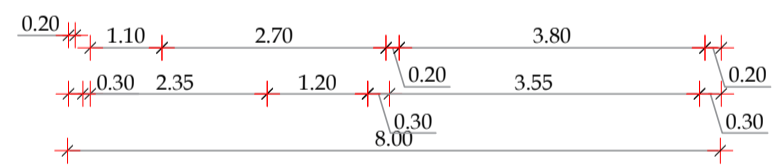
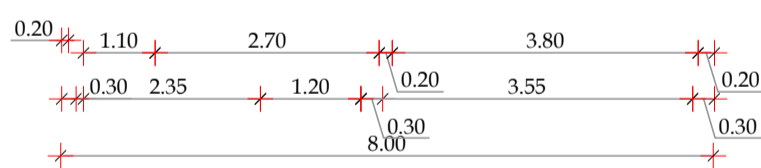
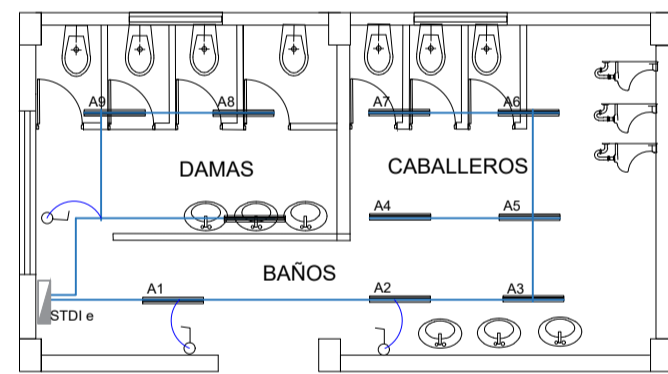
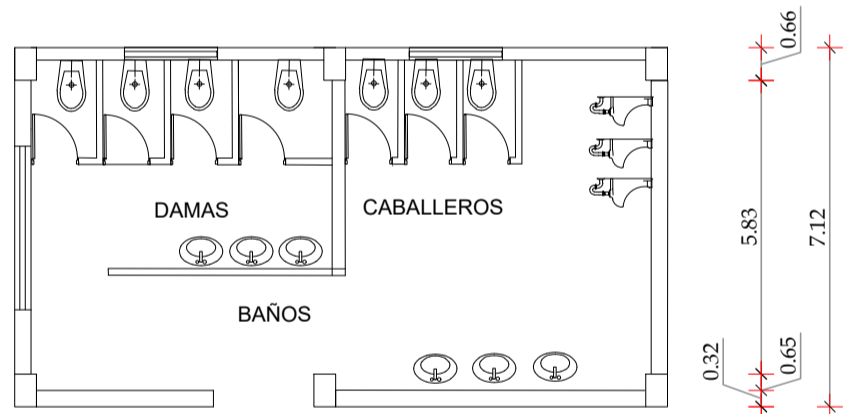
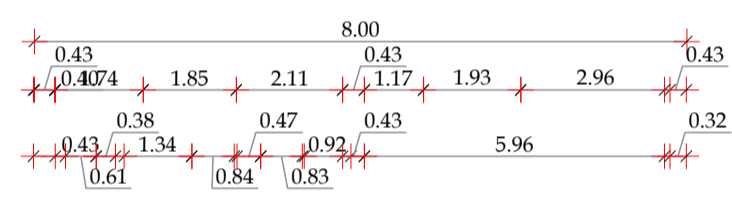
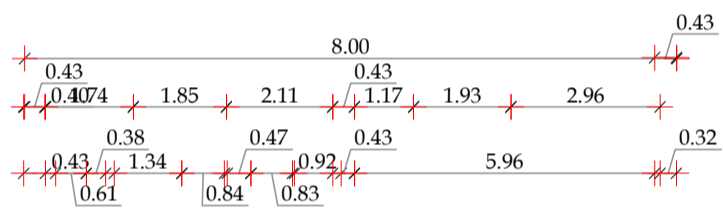
VISTA FRONTAL  
ESCALA-----1:100



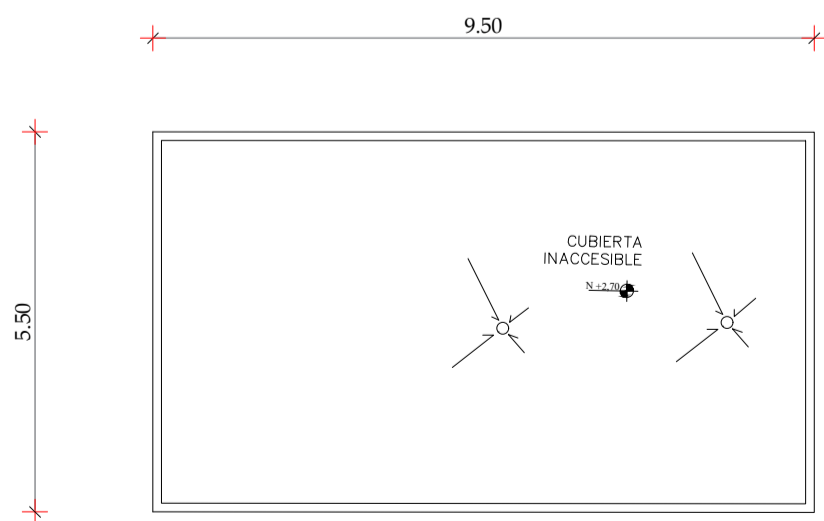
VISTA TRASERA  
ESCALA-----1:100



VISTA LATERAL  
ESCALA-----1:100



PLANTA BAJA  
ESCALA-----1:100



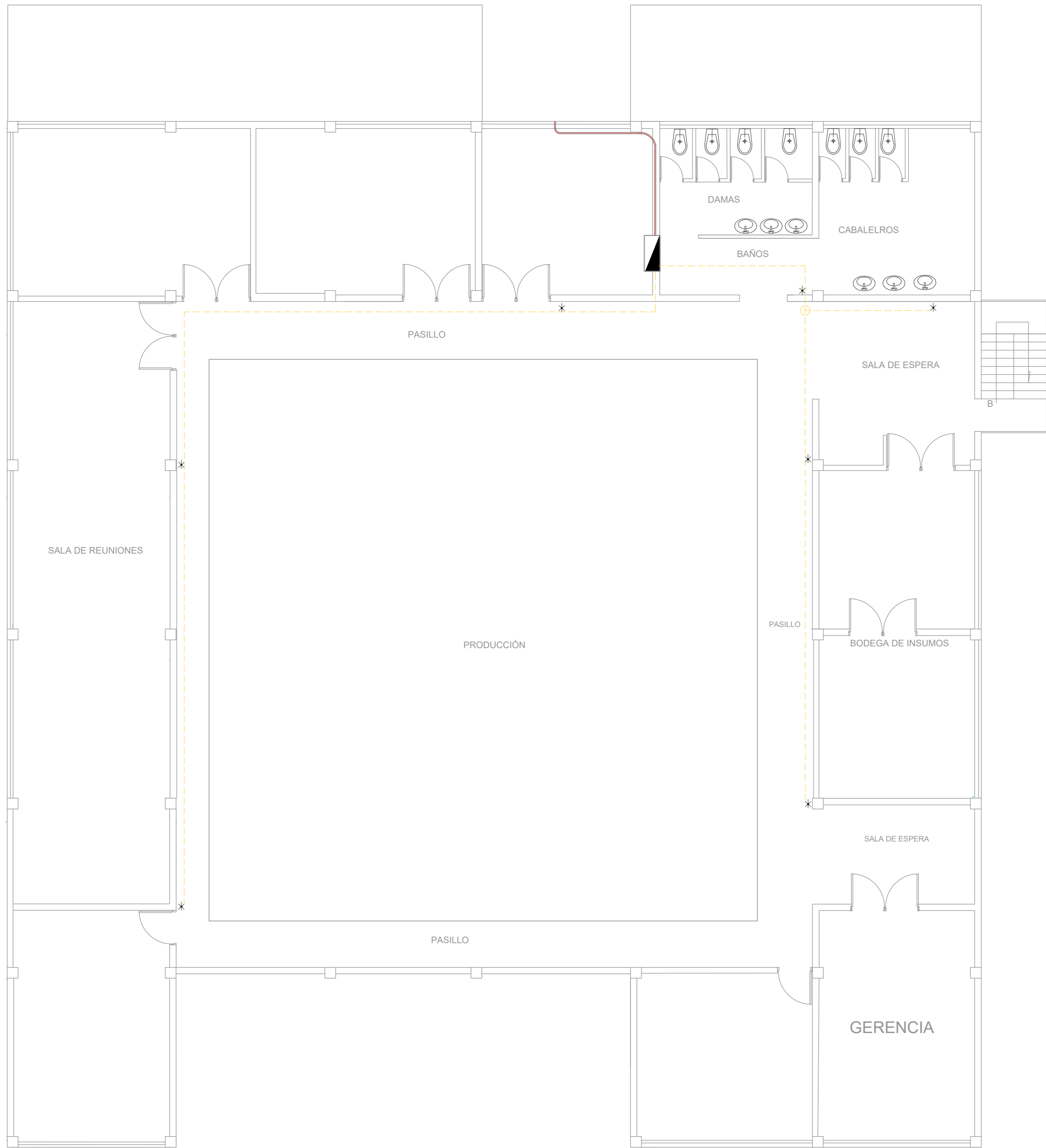
SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 18W/120V
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 30W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 30W/180V/120V/210"
	CIRCUITO DE FUERZA 240V - 14 AWG/120V/210"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 240V - 10 AWG/120V/210"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 240V - 14 AWG/120V/210"
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS Y Y VIVAS 10MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	(LUMINARIA ORNAMENTALES)
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR TOMA BRASCO 200V CONCENTRICO 3/10
	INTERRUPTOR 300W 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONMAYADOR DOBLE 15A 120V
	CONMAYADOR 15A 120V
	USE LED 120 W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 80x80x60 mm
	PODO TPO A 54x41x20mm - 1.575m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:	JOSEP PUTUCULUNGARA
Clave Catastral:	22617 01 001
No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI
Parroquia:	CARCHI
Area de terreno:	1763.9945 m2
Calle:	SS CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento:	759.2890 m2
Zonificacion:	A2 (A1002-35)
C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)
C.O.S. total:	70 %

PROYECTO:	EMPRESA: MILMALAC S.A.
-----------	---------------------------

RESPONSABLE TECNICO:	PROPIETARIO:
Ing. Franklin Herdan Viquez Tenorio Reg. Servicio: 103462 263253 C.I. 1710434697	Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1726972903

CONTENIDO:		
PLANO ILUMINACION BAÑOS GENERALES		
ESCALA:	FECHA:	LAMINA:
1:100	FEBRERO 2021	18 DE 24
DIBUJO: Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		



# PLANTA ALTA

ESCALA-----1:100

SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 19W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 120V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 50W/120V
	CIRCUITO DE LUMINARIAS DE EMERGENCIA 2P12 + 14 AWG 1949L 012"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P12 + 14 AWG 1949L 012"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 2P12 + 14 AWG 1949L 034"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 2P12 + 14 AWG 1949L 012"
	SURE Y SAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS Y VLVULAS 1/2"
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICIÓN Y PROTECCIÓN GENERAL
	LUMINARIAS ORNAMENTALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EMBEL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN - 3 FASES 16 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCIÓN INTERNA
	CONDUCTOR TOMA 220V CONCENTRICO 3x10
	INTERRUPTOR SIMPLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 20A 120V
	COMANDADOR 15A 120V
	LUZ LED 120W ALUMBRADO PUBLICO
	CAJA DE REVISIÓN - ELECTRICA 60x60x60 cm
	POZO 300x300 - 0.60m x 0.25m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
-----------	-----------------------------------

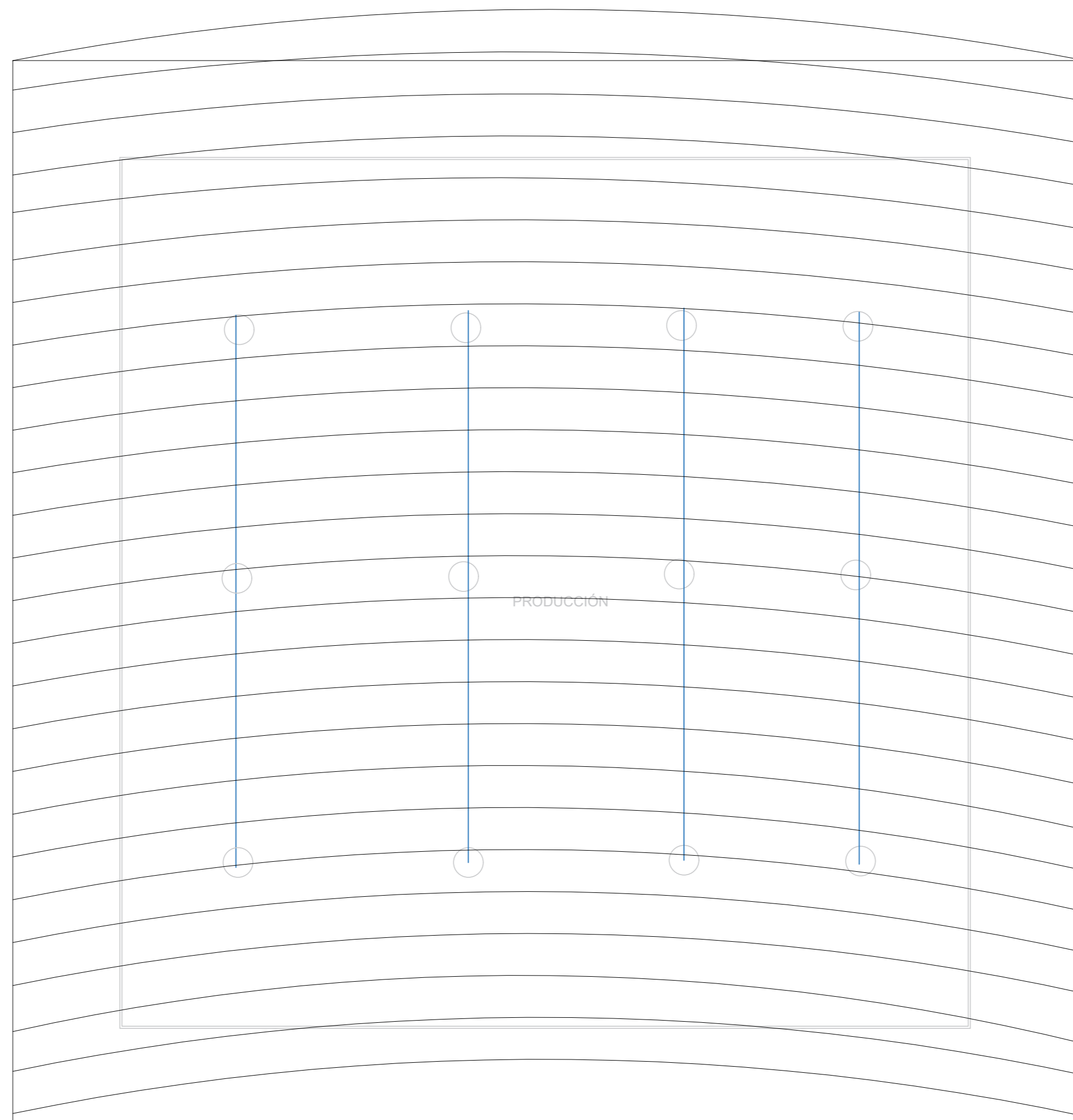
RESPONSABLE TECNICO: Ing. Franklin Hernán Viquez Tenedo Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434497	PROPIETARIO: Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903
---	--

CONTENIDO: <b>PLANO LUMINARIAS DE EMERGENCIA PLANTA ALTA</b>		
---	--	--

ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: <b>11 DE 24</b>
DIBUJO: Estudiantes		

SELLOS MUNICIPALES		
--------------------	--	--





28.00

28.00

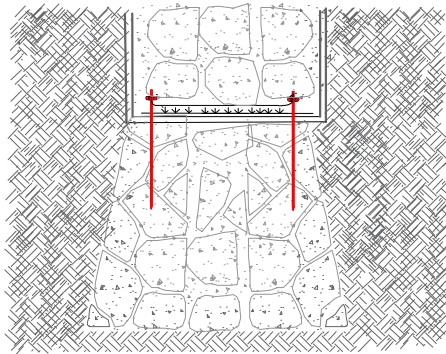
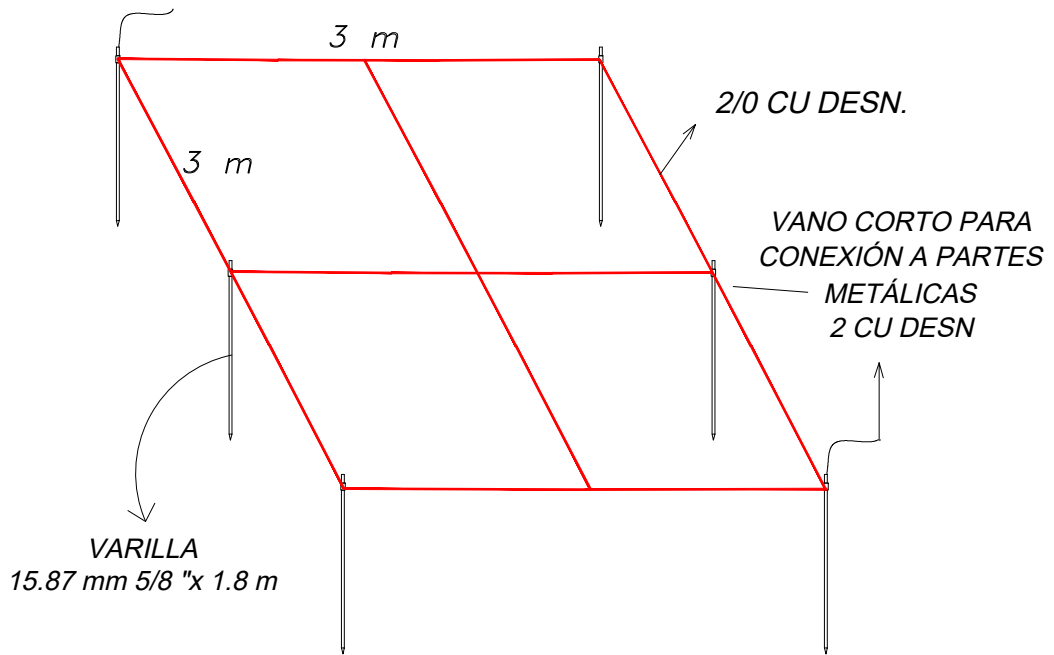
SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA LED 100W/120V
	TOMACORRIENTE DOBLE POLARIZADO 100V
	LUMINARIA DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA 120V
	LUMINARIA LED 400W/120V
	CIRCUITO DE ILUMINACION 24W AWG THHN .8142"
	CIRCUITO DE FUERZA 240V - 14 AWG THHN .8142"
	CIRCUITO TOMA ESPECIAL 240V - 10 AWG THHN .8342"
	CIRCUITO DE EMERGENCIA 240V - 14 AWG THHN .8142"
	SUBE Y BAJA TUBERIA
	A TABLERO GENERAL DE MEDIDORES
	DUCTOS 1/2" V VAS 1/2MM
	ALIMENTADOR TABLERO DE MEDICION Y PROTECCION GENERAL
	LUMINARIA CONVENCIONALES
	TABLERO DE MEDIDORES - EN EL NORTE
	CONTADOR DE ENERGIA
	TABLERO DE DISTRIBUCION - 3 FASES 14 POLOS
	TABLERO GENERAL - 3 FASES
	ALIMENTADOR TABLERO DE DISTRIBUCION INTERNA
	CONDUCTOR TOMA TRIFASICO 20KV - CONCENTRICO 3x10
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	INTERRUPTOR DOBLE 15A 120V
	CONVENSADOR 15A 120V
	CONVENSADOR 15A 120V
	LUZ LED 220 W ALUMBRADO PRODUCCION Y RECEPCION
	CAJA DE REVISION - ELECTRICA 600x600x60 mm
	POZO BPO A 0.5 m x 0.5 m x 0.75 m

DATOS GENERALES - IRM	
Nombre Propietari@:(s): JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763.9945 m2	Calle: S5 CA 13 / OE3A
Area de terreno levantamiento: 758.2890 m2	
Zonificación: A2 (A1002-35)	C.O.S. PB: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

PROYECTO:	EMPRESA: MILMALAC S.A.
-----------	------------------------

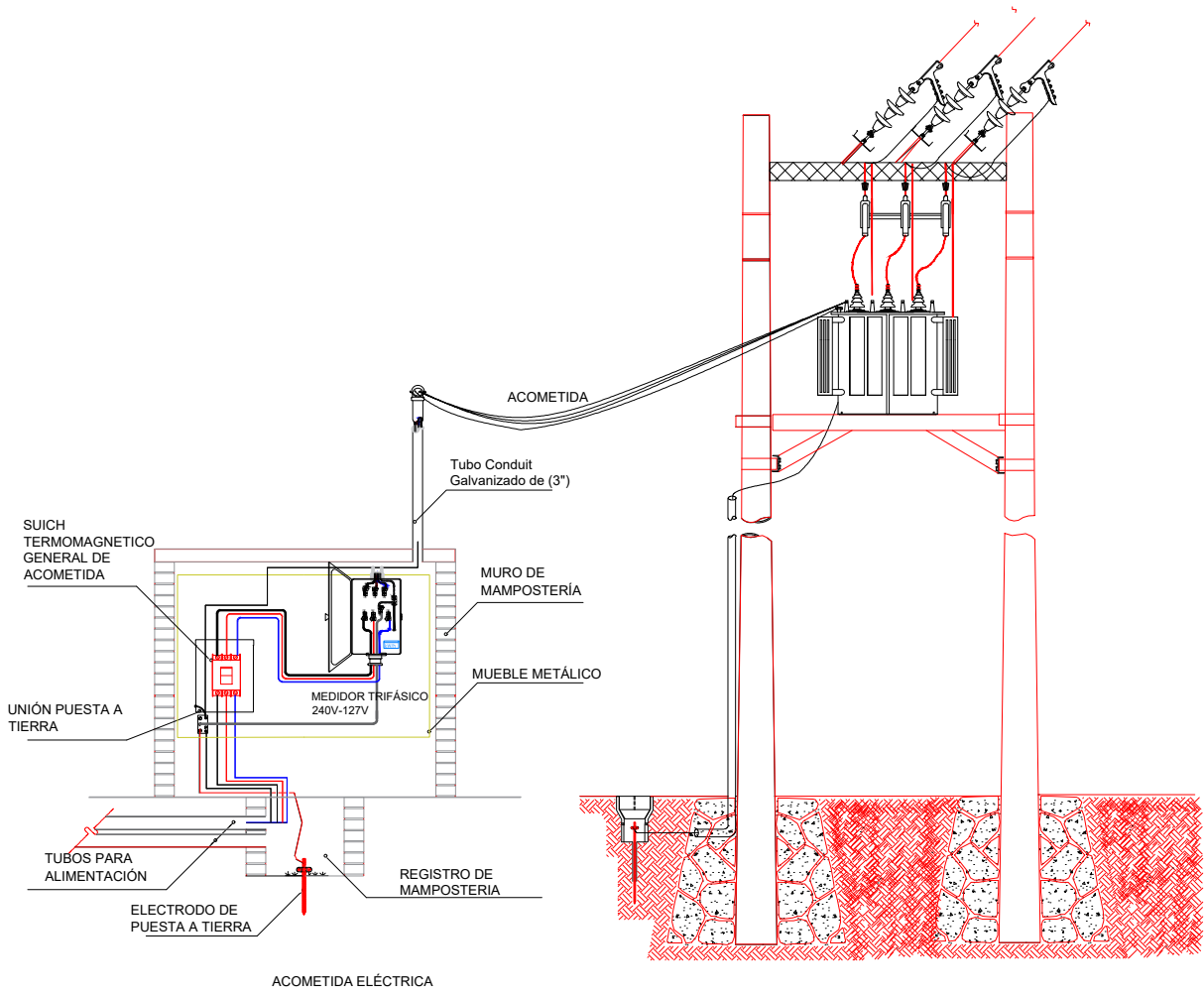
RESPONSABLE TECNICO: Ing. Franklin Heredia Villegas Tenorio Reg. Senecyt: 1034-02-293252 C.I. 1710434897	PROPIETARIO: Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972903
---	--

CONTENIDO:		
PLANO TECHO PLANTA ALTA		
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: 12 DE 24
DIBUJO: Estudiantes		
SELLOS MUNICIPALES		



DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietario/IR: JOSEF PUTUCULUNGARA			
Clase Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608		
Comuna Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI		
Área de terreno: 1783.9945 m2	Calle: SS CA 13 / OESA		
Área de terreno levantamiento: 758.2890 m2			
Calificación: A2 (A1962-35)	C.O.S. PB: 35 %		
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %		
RESPONSABLE TECNICO:		PROYECTO:	
Ing. Freddy Heredia Maguier Durán R.M. Registro: 2014-04-010002 C.O. 120466000		EMPRESA: MILMALAC S.A.	
PROPIETARIO:			
Sr. JOSEF PUTUCULUNGARA C.I. 10287920			
CONTENIDO:			
PLANO DETALLE MALLA A TIERRA DE LA PLANTA			
ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	FOLIO: 14 DE 24	
DIBUJO: Estudiantes			
SELLOS MUNICIPALES			

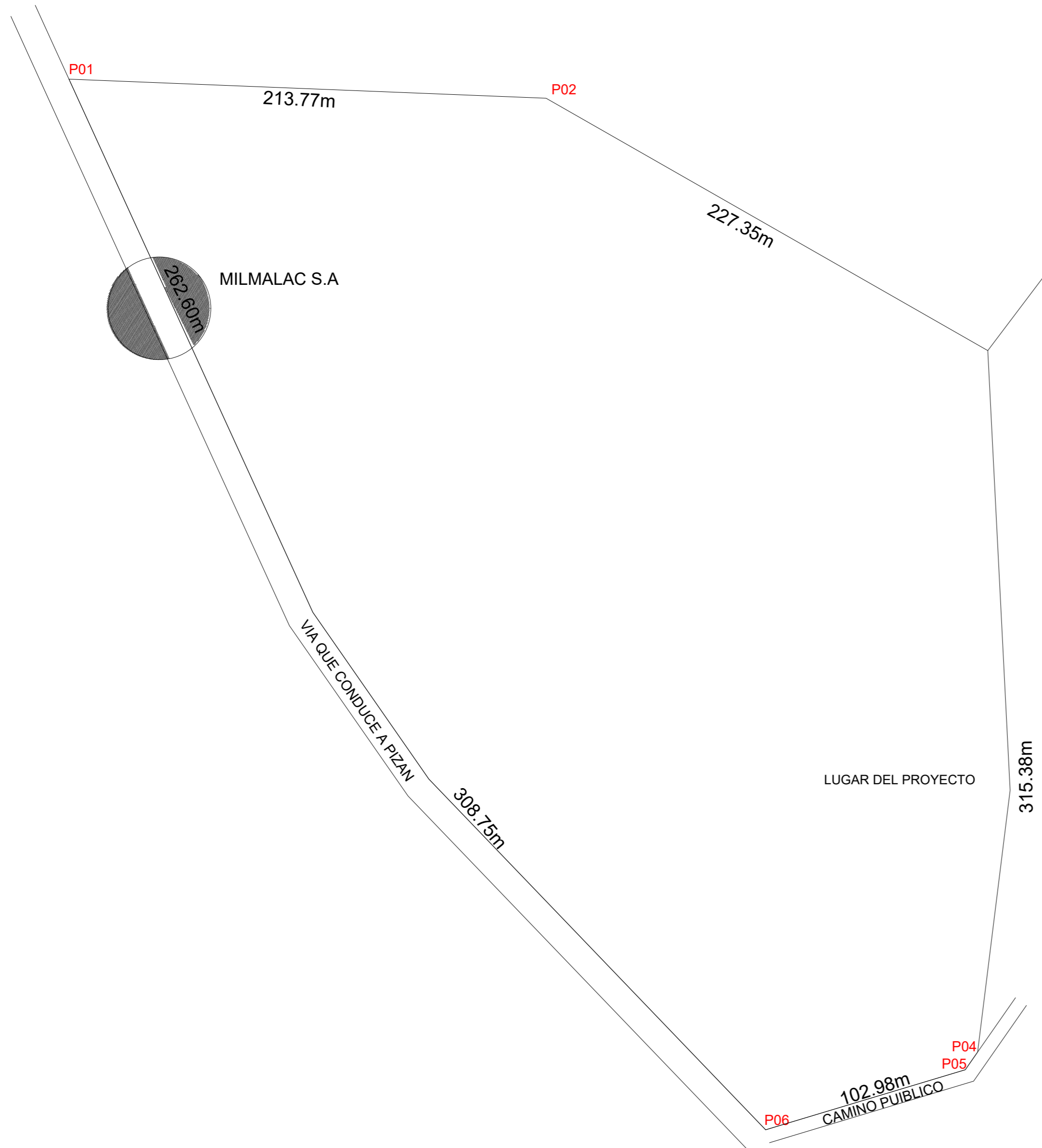




ACOMETIDA ELÉCTRICA

DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietario(s): JOSEF PUTUCULINGARA			
Clave Catastral:	22617 01 001	No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI	Parroquia:	CARCHI
Área de terreno:	1763,9945 m2	Calle:	SS CA 13 / OESA
Área de terreno levantamiento:	756,2990 m2		
Zonificación:	A2 (A1002-25)	C.O.S. PB:	35 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total:	70 %
RESPONSABLE TÉCNICO:		PROYECTO:	
Ing. Franklin Valencia Magueta Toral Reg. Servicio: 304-03-01012 C.I. 172666666		EMPRESA: MILMALAC S.A.	
RESPONSABLE PROYECTO:		PROPIETARIO:	
Sr. JOSEF PUTUCULINGARA C.I. 172666666			
CONTENIDO:			
PLANO TIPO DE ESTRUCTURA Y TRANSFORMADOR			
ESCALA:	1:100	FECHA:	FEBRERO 2021
DESUO:	Estudiantes	LÁMINA:	21 DE 24
SELLOS MUNICIPALES			

# PLANO DE UBICACIÓN

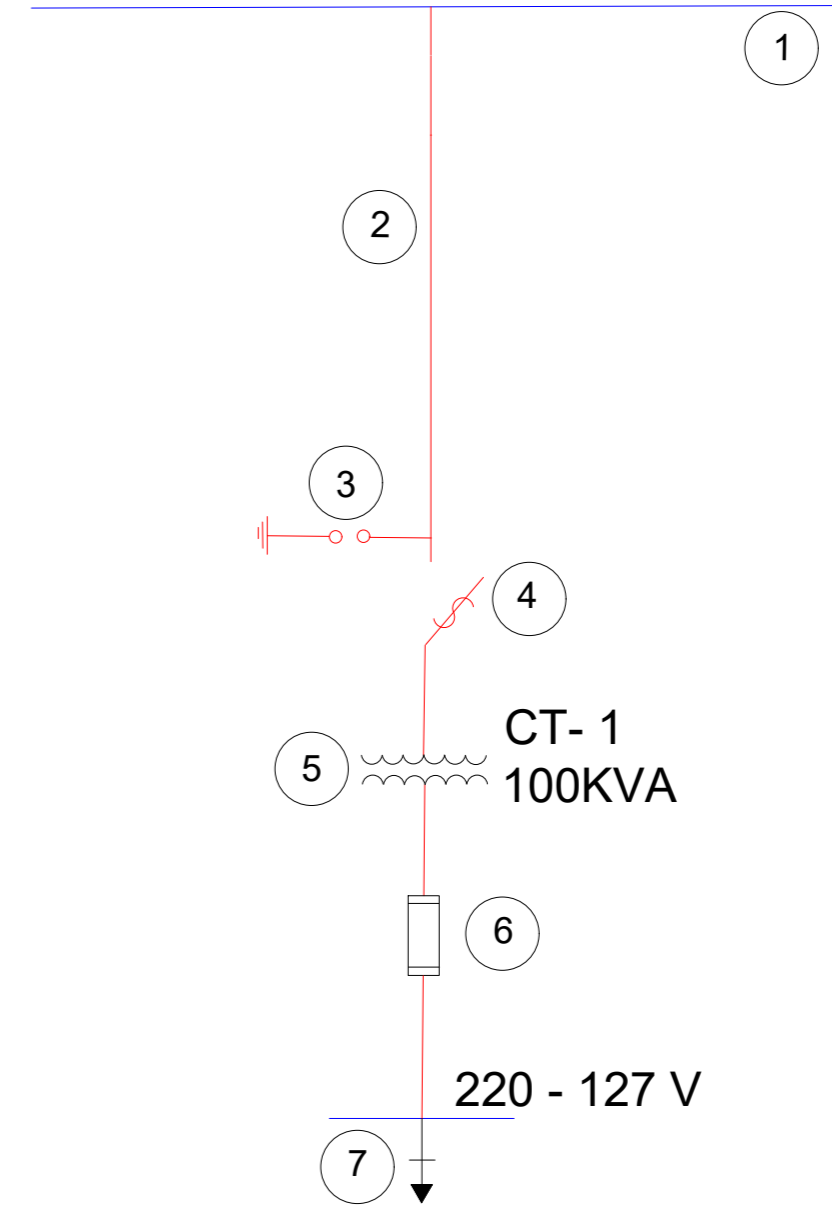


## LEYENDA

- ① RED DE MEDIO VOLTAJE EXISTENTE.
- ② RED DE MEDIO VOLTAJE PROYECTADO.
- ③ PARARRAYO 10KV CON SEÑALIZACION DE FALLA.
- ④ SECCIONADOR PORTAFUSIBLE - PROTECCION MV TRANSFORMADOR.
- ⑤ CENTRO DE TRANSFORMACION.
- ⑥ FUSIBLES NH - PROTECCION BV DE TRANSFORMACION.
- ⑦ CARGAS PROYECTADAS.

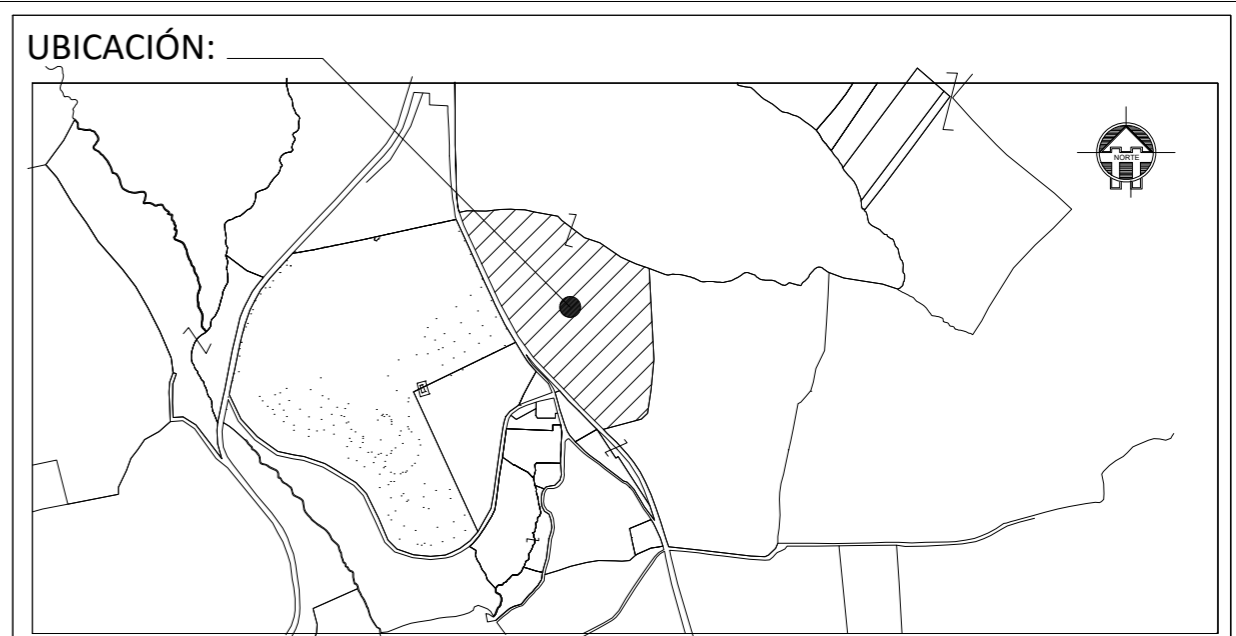
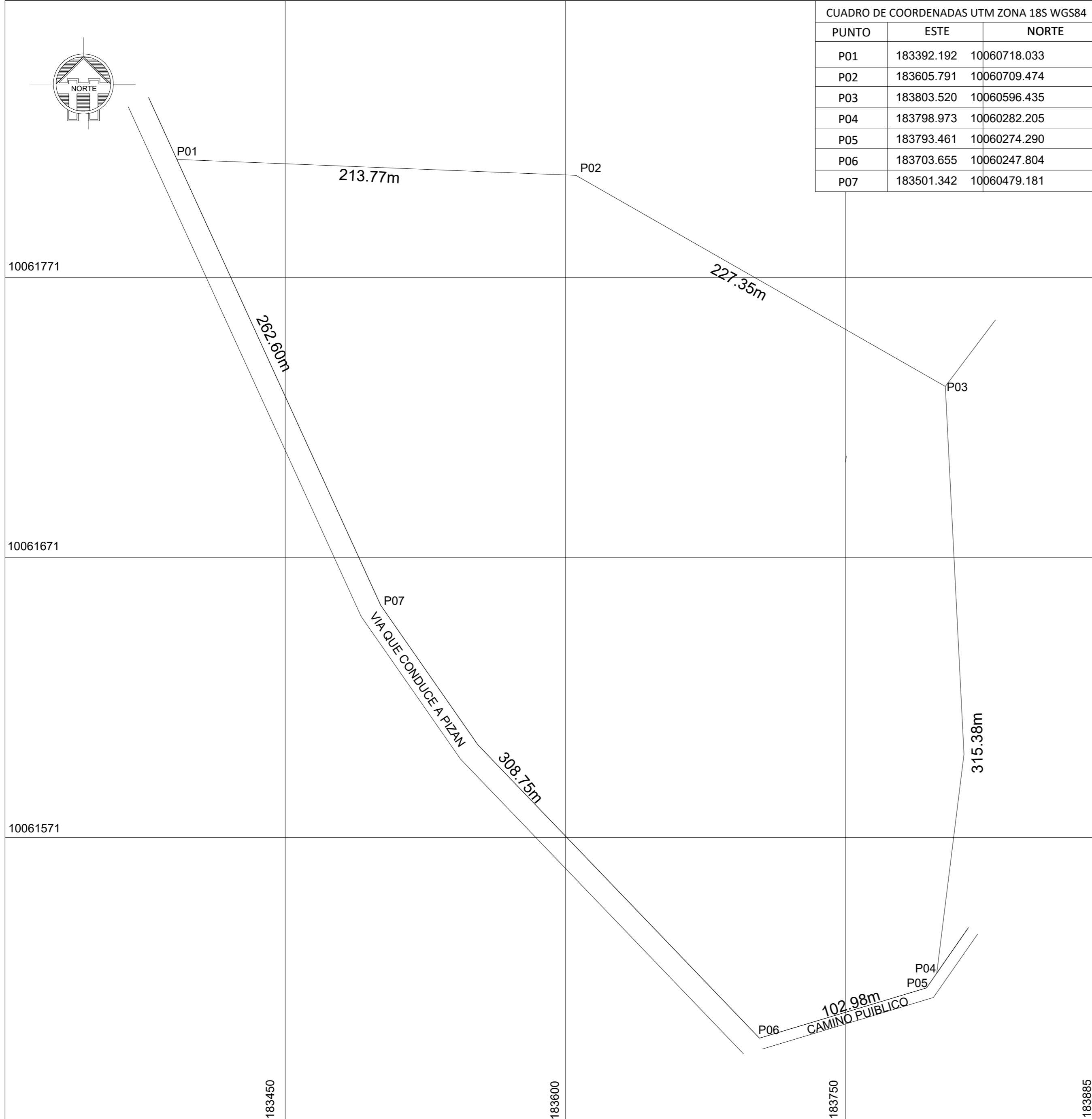
## DIAGRAMA UNIFILAR

EMELNORTE S.A. 13.8000 V



	<b>EMPRESA ELÉCTRICA EMELNORTE.</b>		
	MONTUFAR ---- ECUADOR		
PROYECTO : ESTUDIANTES DIBUJO : ESTUDIANTES REVISO : ING. FRANKLIN VÁZQUEZ TENEDA APROBADO :	<b>ANEXO No.:4.13 DIAGRAMA UNIFILAR Y PLANO DE UBICACION</b>		
ING. FRANKLIN VÁZQUEZ TENEDA FECHA : OCTUBRE 2020-MARZO 2021	<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> <b>RED DE MEDIO VOLTAJE Y MONTAJE DE TRANSFORMADOR MILMA LAC S.A -100 KVA</b>		
TIPO DE INSTALACION : AEREA. VOLTAJE PRIMARIO: 13.8/7.97 kV VOLTAJE SECUNDARIO: 220/127 V	ESCALA : <b>1:100</b>	REFERENCIA :	<b>23 DE 24</b>
PROYECTO No.:	OFICINA : DIRECCION TECNICA	ARCHIVO :	CAJON : NUMERO :
SUBESTACION : 05ML-SAN GABRIEL	ALIMENTADOR : 05ML13B1S2-Alpina-SAN GABRIEL	FACTIBILIDAD No.: 2020-2021	

CUADRO DE COORDENADAS UTM ZONA 18S WGS84		
PUNTO	ESTE	NORTE
P01	183392.192	10060718.033
P02	183605.791	10060709.474
P03	183803.520	10060596.435
P04	183798.973	10060282.205
P05	183793.461	10060274.290
P06	183703.655	10060247.804
P07	183501.342	10060479.181



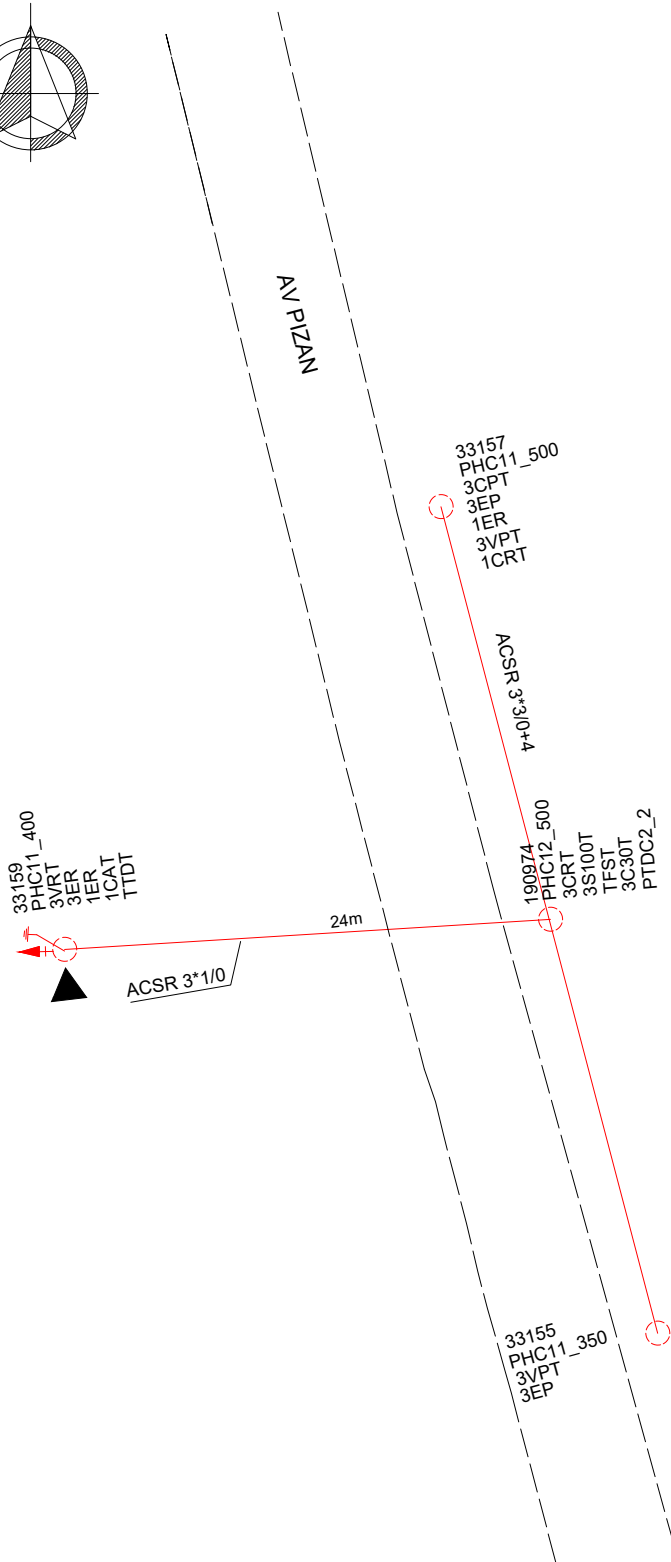
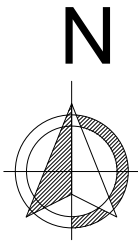
LAS MEDIDAS DEL LEVANTAMIENTO PREVALECE A MEDIDAS DE LAS ESCRITURAS

CLAVE CATASTRAL:

CUADRO AREAS Y LINDEROS		
LINDEROS SEGUN ESCRITURAS		
UBICACIÓN	LONGITUD	COLINDANTE
NORTE		
SUR		
ESTE		
OESTE		

CUADRO AREAS Y LINDEROS		
LINDEROS SEGUN LEVANTAMIENTO		
UBICACIÓN	LONGITUD	COLINDANTE
NORTE		
SUR		
ESTE		
OESTE		

<b>RESUMEN: ÁREA</b> SEGUN ESCRITURA: SEGUN LEVANTAMIENTO: 119301.30m <sup>2</sup> DIFERENCIA:	<b>CONTIENE:</b> UBICACIÓN PLANIMETRÍA CUADRO DE COORDENADAS
<b>LEVANTAMIENTO:</b>  	<b>PLAN REGULADOR RURAL:</b> AFECTACIÓN: -
<b>PROPIETARIO:</b>  	<b>UBICACIÓN:</b> CANTON: MONTUFAR PARROQUIA: SAN JOSÉ SECTOR: EL CAPULI
	<b>ESCALA:</b> 1:4000
	<b>FECHA:</b> FEBRERO/ 2021
	<b>LAMINA:</b> 22 DE 24



## SIMBOLOGIA

- Poste de hormigon armado circular existente.
- Tensor a tierra doble existente.
- Transformador 3Ø convencional 30kVA en poste proyectado.
- Puesta a tierra proyectado.
- Tensor farol simple medio voltaje proyectado.
- Red de medio voltaje proyectado.
- Red de medio voltaje existente.

### DATOS GENERALES - IRM

Nombre Propietario(s): JOSEP PUTUCULUNGARA	
Clave Catastral: 22617 01 001	No Predio: 401608
Zona Administrativa: CARCHI	Parroquia: CARCHI
Area de terreno: 1763,9945 m2	Calle: SS CA 13 / OESA
Area de terreno levantamiento: 758,2990 m2	
Zonificacion: A2 (A1002-25)	C.O.S. PRI: 35 %
Uso principal: R1 (Residencia baja densidad)	C.O.S. total: 70 %

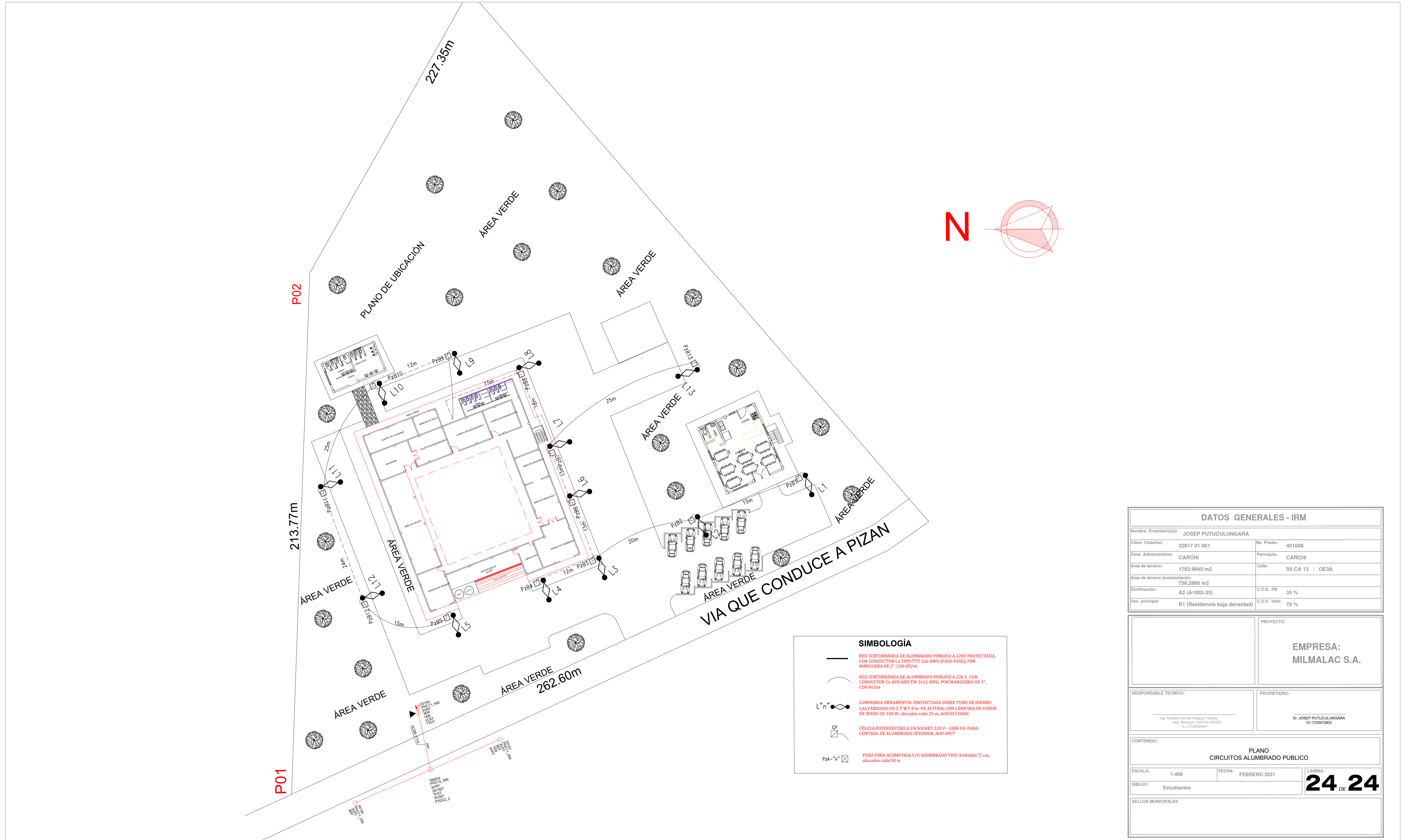
PROYECTO:	<b>EMPRESA: MILMALAC S.A.</b>
-----------	-----------------------------------

RESPONSABLE TECNICO:  Ing. Franklin Valencia Magallon Toral Rég. Servicio: 334-03-01012 C.I. 172666667	PROPIETARIO:  Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 172666667
--	---

CONTENIDO: PLANO TRANSFORMADOR MILMALAC S.A		
---	--	--

ESCALA: 1:100	FECHA: FEBRERO 2021	LAMINA: 15 DE 24
---------------	---------------------	------------------

DEBIDO: Estudiamos		
SELLOS MUNICIPALES		



DATOS GENERALES - IRM			
Nombre Propietari@(): JOSEP PUTUCULUNGARA			
Clave Catastral:	22617 01 001	No Predio:	401608
Zona Administrativa:	CARCHI	Parroquia:	CARCHI
Área de terreno:	1763.9945 m2	Calle:	S5 CA 13 / OE3A
Área de terreno levantamiento:	758.2890 m2	C.O.S. PB:	35 %
Zonificación:	A2 (A1002-35)	C.O.S. total:	70 %
Uso principal:	R1 (Residencia baja densidad)		
RESPONSABLE TÉCNICO:		PROPIETARIO:	
Ing. Franklin Hernán Vázquez Tenedo Reg. Senecyt: 1034-02-29352 C.I. 1710694897		Sr. JOSEP PUTUCULUNGARA C.I. 1725972003	
CONTENIDO:			
PLANO CIRCUITOS ALUMBRADO PÚBLICO			
ESCALA:	1:400	FECHA:	FEBRERO 2021
DIBUJO:	Estudiantes	LÁMINA:	<b>24</b> DE <b>24</b>
SELLOS MUNICIPALES			