

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**



**“DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA LA FABRICACIÓN DE
TABLEROS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
DEL EDIFICIO SKY TOWER – MAGDALENA DEL MAR”**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

PRESENTADO POR EL BACHILLER

BARRERA MANDUJANO, ELVIS NELSON

**Villa El Salvador
2018**

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres por el esfuerzo que realizaron durante mis estudios, y demás familiares que gracias a sus consejos determinaron que mi primer objetivo se cumpliera en culminar la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

AGRADECIMIENTOS

No hubiera sido posible haber llevado a cabo esta meta sin la ayuda de todas aquellas personas que de alguna u otra manera me brindaron su apoyo en los momentos más difíciles en mi carrera.

A mis padres, les doy gracias por haberme dado la oportunidad de seguir estudiando, por su apoyo incondicional, amor, cariño y consejos para convertirme en una persona de bien.

A mis maestros por contribuir en mi formación profesional, gracias a todos ustedes.

Índice

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
1.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	10
1.2. Justificación del Problema.....	11
1.3. Delimitación del Proyecto.....	11
1.3.1 Teórica.....	11
1.3.2 Espacial.....	12
1.3.3 Temporal.....	12
1.4. Formulación del Problema.....	12
1.4.1 Problema General.....	12
1.4.2 Problemas específicos.....	12
1.5. Objetivos.....	13
1.5.1. Objetivo General.....	13
1.5.2. Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	14
2.1 Antecedentes.....	14
2.2 Bases Teóricas.....	22
2.2.1 Tableros Eléctricos.....	22
2.2.2 Construcción de Tableros Eléctricos.....	26
2.2.3 Estándares de protección “IP” y “NEMA”.....	28
2.2.4 Diagrama Unifilar.....	32
2.2.5 Coordinación de las protecciones.....	33
2.2.6 Interruptor Termomagnético.....	37
2.2.7 Curvas de Disparo.....	39
2.2.8 Interruptor Diferencial.....	43
2.2.9 Contactor.....	47
2.2.10 Relé Térmico.....	50
2.2.11 AUTODESK – AutoCAD 2016.....	52
2.3 Definición de términos básicos.....	55

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL...60

3.1. Procesos de Fabricación y herramientas de uso para realizar el diseño Mecánico y Eléctrico de los Tableros Eléctricos.....	60
3.1.1 Especificaciones Técnicas.....	60
A.1. Propósito de las Especificaciones Técnicas.....	60
A.2. Equipos y materiales.....	64
A.2.1 Tablero General (Servicios Generales).....	64
A.2.2. Tablero de Distribución.....	75
3.2. Diseño Mecánico en AutoCAD.....	81
3.3. Procedimiento Mecánico de Fabricación.....	84
3.3.1. Proceso de Corte de la Plancha Metálica.....	84
3.3.2. Proceso de Punzonado.....	86
3.3.3. Proceso de Plegado.....	87
3.3.4. Proceso de Soldadura.....	87
3.3.5. Proceso de Tratamiento y Recubrimiento de Superficie.....	88
3.3.6. Ensamblaje de Barras Cu y Montaje del equipamiento eléctrico.....	91
3.3.7. Proceso de Cableado y Rotulado.....	93
3.3.8. Prueba en los Tableros Eléctricos.....	95
3.4. Fallas principales que protegen los Tableros Eléctricos.....	97
3.5. Equipamiento eléctrico que conforman en los Tableros Eléctricos para el control y protección de las Instalaciones Eléctricas	99
3.6. Cálculos Justificativos.....	103
3.6.1. Generalidades.....	103
3.6.2. Alcance.....	104
3.6.3. Cálculo de Corriente de Cortocircuito del Tablero T-SG2.....	104
3.6.4. Cálculos de Esfuerzos Electrodinámicos.....	105
3.6.5. Cálculo de Resonancia.....	107
3.6.6. Cálculo de Efectos Térmicos.....	108
3.6.7. Cálculo de Aisladores Portabarras.....	109
3.6.8. Diseño del Sistema de Puesta a Tierra en los Tableros Eléctricos.....	110
CONCLUSIONES.....	112
RECOMENDACIONES.....	113
BIBLIOGRAFÍA.....	114
ANEXOS.....	115

LISTADO DE FIGURAS

<i>Figura 1: Interior de un Tablero Autosoportado.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 2: Tablero Autosoportado, adosado y empotrado</i>	<i>28</i>
<i>Figura 3: Prueba de la protección IP. Fuente: LAB. Nº 6 FIEE - UNI.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 4: Tipos de Interruptores Termomagnéticos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5: Gráfica de la curva de disparo.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 6: Gráfica de la curva B.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 7: Gráfica de la curva C.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8: Gráfica de la curva D.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9: Gráfica de la curva MA.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10: Gráfica de la curva Z.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 11: Interruptores Diferenciales Monofásica y Tetrapolar.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 12: Núcleo y armadura.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 13: Contactor.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 14: Interior del Relé Termomagnético.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 15: Relé Térmico.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 16: Logotipo del software Autodesk - AutoCAD 2016.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 17: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista Frontal.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 18: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista Perfil.....</i>	<i>82</i>
<i>Figura 19: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD – Vista Interior.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 20: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista con Mandil.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 21: Proceso de corte de la Plancha Metálica.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 22: Proceso de punzonado de las planchas metálicas cortadas.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 23: Proceso de plegado.....</i>	<i>87</i>

<i>Figura 24: Proceso de Soldadura para el armado de los Gabinetes del Tablero Eléctrico.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 25: Proceso de Fosfatizado.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 26: Proceso de pintado electrostáticamente.....</i>	<i>91</i>
<i>Figura 27: Panel de Barras y conectores de cobre.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 28: Proceso de Cableado de los equipos eléctricos.....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 29: Medición con Megóhmetro.....</i>	<i>96</i>

LISTADO DE TABLAS

<i>Tabla 1: Detalle de los índices de grados de protección IP.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2: Estándares de protección NEMA.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3: Categoría de Protección en Sobretensiones.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4: Categorías de empleo en contactores.....</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 5: Selección del Relé térmico según su intervalo de regulación.....</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 6: Espesor Mínimo de la Plancha de Acero para Gabinetes o Armarios.....</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 7: Capacidad de Corriente para Barras de Cobre de Sección Rectangular... </i>	<i>92</i>
<i>Tabla 8: Distancias entre Partes Energizadas Desnudas dentro de un Tablero.....</i>	<i>93</i>
<i>Tabla 9: Capacidad de corriente y calibres de Conductores Eléctrico.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 10: Grado de condiciones y medidas del Megóhmetro.....</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 11: Selección del Conductor de Puesta a Tierra.....</i>	<i>111</i>

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación lleva por título “DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO PARA LA FABRICACIÓN DE TABLEROS DE PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL EDIFICIO SKY TOWER – MAGDALENA DEL MAR”, para optar el título de Ingeniero Mecánico y Eléctrico, presentado por el alumno Elvis Nelson Barrera Mandujano.

Los tableros eléctricos son equipos pertenecientes a los sistemas eléctricos y están destinados a cumplir con algunas de las siguientes funciones: medición, control, maniobra y protección circundadas por una o más envolventes que otorgan soporte y protección al conjunto. En toda instalación industrial o comercial el uso de la energía Eléctrica es indispensable por el cual tiene de principal objetivo mantener la continuidad de servicio y la calidad de la energía consumida por los diferentes equipos. Así mismo el presente trabajo se enfoca en la descripción de los procesos de fabricación y elaboración de planos mecánicos para la implementación de tableros eléctricos en baja tensión y asegurando la protección de los circuitos eléctricos, poniendo en práctica la teoría de selectividad y filiación a interruptores termo magnéticos aguas arriba y abajo, también haciendo mención de otros equipos que conforman la protección de las instalaciones eléctricas del edificio Multi oficinas Sky Tower.

La estructura que hemos seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto.

El autor

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Por el mayor crecimiento de la demanda y rentabilidad del negocio de alquiler de oficinas se tuvo necesidad de implementar más espacios, la constructora EDIFICA SAC y su cliente particular dieron por inicio al proyecto de construcción del Edificio Multi oficinas “Sky Tower”.

El cual tuvo de requerimiento la ejecución del diseño y fabricación de los Tableros Eléctricos de acuerdo a los diagramas unifilares, especificaciones técnicas y planos de ubicación del edificio, el cual comprendía 9 niveles de sótanos para estacionamientos, 16 pisos de oficinas y una azotea amplia para la instalación de los equipos de aire acondicionado.

Se requiere de Tableros Eléctricos para alimentar los servicios de distribución, fuerza y típicos, los cuales son para energizar y mantener una buena protección en los circuitos eléctricos del nuevo Edificio Multi oficinas “Sky Tower”.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El edificio Sky Tower requiere de tableros eléctricos que permitan la gestión de la energía para minimizar el consumo, fallas y accidentes sin afectar la productividad u operación.

Asimismo, facilitar información para conocer cuáles son los procesos de diseño, fabricación de tableros eléctricos y la sustentación de una buena protección eléctrica, apoyado con el cumplimiento de las normas nacionales e internacionales.

Finalmente, el sistema eléctrico mediante un buen diseño de Tableros Eléctricos cumpliendo sus especificaciones técnicas y normativas permitirá el correcto funcionamiento garantizando la seguridad de todo personal que se encuentren en las oficinas, teniendo de respaldo la aprobación de INDECI.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

1.3.1 TEÓRICA: El presente proyecto está en función a un sistema trifásico de 380 Voltios, cuatro hilos, 60 Hz para el uso de circuitos de fuerza y en 220 Voltios en monofásico para circuitos de servicios generales así mismo el diseño, los materiales, la fabricación responden prioritariamente a las últimas revisiones de las siguientes normas:

- Código Nacional de electricidad 2006 Utilización (CNE)
- Reglamento Nacional de Edificación (RNE)

1.3.2 ESPACIAL: La ejecución de este proyecto se realizó en el interior del edificio Sky Tower ubicado en Av. Javier Prado Oeste 757, Magdalena del Mar 15076.

1.3.3 TEMPORAL: Comprendió el período de octubre de 2015 a diciembre 2015.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.4.1 Problema General

¿Cómo realizar un diseño mecánico y eléctrico para la fabricación de tableros de protección de las instalaciones eléctricas del edificio Sky Tower?

1.4.2 Problemas específicos.

- ¿Cuáles son los procesos de fabricación y herramientas de uso para realizar el diseño mecánico de los tableros eléctricos del edificio Sky Tower?
- ¿Cuáles son las fallas principales que determinan el funcionamiento de protección en los tableros Eléctricos del edificio?
- ¿Qué equipamiento eléctrico conforman en los tableros eléctricos para el control y la protección de las instalaciones eléctricas del edificio?

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 Objetivo General

Realizar el diseño mecánico y eléctrico para la fabricación de tableros de protección de las instalaciones eléctricas del edificio Sky Tower.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Identificar los procesos de fabricación y herramientas de uso para realizar el diseño mecánico de los tableros eléctricos del edificio.
- Identificar las fallas principales que determinan el funcionamiento de protección en los tableros Eléctricos del edificio.
- Determinar el equipamiento eléctrico que conforman en los tableros eléctricos para el control y la protección de las instalaciones eléctricas del edificio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

- **Cereceda Vallejos, Christian K. (2014).** *“Replanteo de los Diagramas Unifilares para la Adquisición de Tableros Eléctricos Generales en una Sede Gubernamental del Centro de Lima”*. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Mecánico Eléctrico. Perú. Universidad Nacional Tecnológica De Lima Sur. Los objetivos son:
 - Redimensionar los tableros eléctricos generales para su implementación en un sistema eléctrico centralizado.
 - Elaborar cuadro de cargas de la Edificación existente.
 - Identificar los alcances que deberá cumplir el nuevo dimensionamiento de los tableros eléctricos generales.
 - Elaborar cuadro de cargas proyectado para el reacondicionamiento de la edificación.
 - Calcular la sección del cableado y embarrado de cobre para la conexión e interconexión de tableros eléctricos generales.
 - Calcular las capacidades de los dispositivos de protección.
 - Definir la nueva estructura de conexión de los tableros eléctricos generales con la distribución eléctrica actual.

- Diseñar los diagramas unifilares de los tableros eléctricos generales a ser adquiridos.

Las conclusiones fueron:

- Implementar 14 tableros eléctricos generales en el sistema eléctrico centralizado.
 - Los tableros a ser adquiridos cumplirán con los alcances necesarios para una instalación eléctrica centralizada monitoreada y controlada
 - Frente a un incendio los cables alimentadores no propagarán la llama debido a que se han seleccionado los del tipo cero halógenos.
 - Los dispositivos de protección seleccionados protegen al circuito y al cable alimentador frente a una sobrecarga o cortocircuito.
 - Los diagramas unifilares especifican cada detalle a considerar en la implementación de los tableros eléctricos generales.
-
- **Macedo Linares, Edwin V.; Pacheco salas, Evelin L.; Vilcapoma Chipao, Milagros R. (2017).** *“Costos de Fabricación de Tableros Eléctricos y su Incidencia en los Estados Financieros en la Empresa Eléctricos S.A.C.”*. Tesis para optar título profesional de Contador Público. Perú. Universidad Peruana de Las Américas. Los objetivos son:
 - Determinar que el sistema de costos de fabricación de tableros eléctricos incide en los estados financieros de la empresa Eléctricos S.A.C

- Generar informes para determinar las utilidades, elección de alternativas por parte de la dirección proporcionando los costos de la producción, distribución, administración y financiamiento.
- Evaluar los descuentos realizados de la venta de los tableros eléctricos en el margen de utilidad.

Las conclusiones fueron:

- En la actualidad la empresa no cuenta con un sistema de costos; y el precio final de los productos terminados son calculados de manera estimativa de acuerdo a la experiencia en trabajos realizados en años anteriores y al conocimiento aplicado por parte de la gerencia lo que provoca una subestimación de costos.
- La contabilidad que se aplica de una empresa comercial, donde los costos son enviados directamente al gasto, no establece cuentas de costos en los estados financieros.
- No dispone de registros que permitan tener una información confiable sobre el control de costos.
- El manejo de las fianzas debe ser visto como una herramienta de control, tanto de ingreso de materiales, ordenes de producción, hoja de costos, Kardex, registro de asistencia, facturación, estados financieros, etc. Esto permitirá a la gerencia tomar decisiones objetivas sobre la política de precios y comercialización.
- El precio de venta asignado cada tablero eléctrico, no es el adecuado, al no mantener bien establecidos los costos, gastos y margen de utilidad.

- Se observó que en los descuentos realizados de la venta de los tableros eléctricos son excesivos y mayores en la margen de utilidad.

- **Martínez Reyes, Antonio A. (2010).** “*Coordinación de Protecciones en el Alimentador de Distribución Cerro 8*”. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Eléctrico. Cuba. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría – Facultad de Ingeniería Eléctrica. Los objetivos son:
 - Calcular los parámetros de los alimentadores del circuito de distribución primaria “CERRO 8”, utilizando el programa PARLINC, conocidos los calibres de los conductores y las estructuras de la línea de distribución, con el objetivo de hacer confiables los cálculos de cortocircuito en base a los cuales se efectuarán los ajustes de las protecciones.
 - Concebir el sistema de protecciones en dependencia del porcentaje histórico de fallas no permanentes en el alimentador, así como la ubicación de los consumidores de primera categoría.
 - Ajustar y coordinar todas las protecciones seleccionadas.
 - Comprobar los ajustes con las curvas de daño de transformadores y alimentadores.

Las conclusiones fueron:

- Las restricciones que se plantearon en el capítulo 1 se han cumplimentado, no se les puede dar a los consumidores de categoría 1 más de un recierre y se ha tratado de en los casos posibles utilizar 4 recierres con secuencia 2-2

para elevar la confiabilidad en los alimentadores secundarios que no tienen consumidores de categoría 1.

- En la comprobación de los ajustes con las curvas de daño de transformadores y alimentadores no se encontraron problemas ya que todas las protecciones actúan antes de que estos sufran daños.
 - Es conveniente analizar la posibilidad de tomar algunas medidas para disminuir las corrientes de cortocircuito en el alimentador, pues los valores son altos y prácticamente con la subida de los niveles de cortocircuito en el futuro próximo es muy difícil lograr coordinación y por tanto selectividad en el trabajo de las protecciones.
-
- **Chung Sánchez, Kenji A. (2014).** *“Plan de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional en una Empresa Dedicada a la Fabricación de Tableros Eléctricos en Media y Baja Tensión”*. Tesis para optar título profesional de Ingeniero Industrial. Perú. Universidad Nacional del Callao. Los objetivos son:
 - Implementar de un plan de gestión en seguridad y salud ocupacional basándose en el sistema de gestión OHSAS y normativas vigentes legales directamente del rubro, para permitir a la Empresa BB tecnología Industrial S.A.C mejorar sus indicadores de eficiencia.
 - Implementar de un plan de gestión en seguridad y salud ocupacional basándose en el sistema de gestión OHSAS y normativas vigentes legales directamente del rubro, para permitir a la Empresa BB tecnología Industrial S.A.C alcanzar nuevos y mejores estándares de trabajo.

- Implementar de un plan de gestión en seguridad y salud ocupacional basándose en el sistema de gestión OHSAS y normativas vigentes legales directamente del rubro, para permitir a la Empresa BB tecnología Industrial S.A.C la reducción de índices de accidentabilidad.

Las conclusiones fueron:

- El proceso de implementación del Sistema de Gestión es largo; sin embargo, los beneficios que pueden obtenerse son muchos y elevan a la organización hacia un nuevo nivel de competitividad. Para poder implementarlo es requisito fundamental el obtener el compromiso del personal el cual, debidamente capacitado y motivado, otorgue ideas y puntos de vista que faciliten la adaptación a los cambios.
- La empresa del caso, busco anticiparse, adaptarse a los cambios permanentes logrando el máximo aprovechamiento de los recursos mejorando su productividad por ello se implementó el plan de gestión logrando en su primer año de implementación un 56.76% en reducción de accidentes y reducción de los costos por accidentabilidad en un 53.45% porcentaje que según la tendencia debería disminuir en el 2014.
- En la investigación se demuestra que el plan de gestión en seguridad y salud ocupacional implementada en la empresa del caso tiene una relación muy directa con el proceso productivo y el talento humano. En cada una de las variables que se analizaron en la prueba dieron resultados estadísticamente favorables comprobándose de esta manera la hipótesis general.

- Finalmente obtener la certificación OHSAS no es el objetivo primordial, es un objetivo secundario que contribuye al logro de un Sistema de Gestión eficiente. El objetivo primordial del plan de gestión es permitir ofrecer servicios de calidad cuidando la vida y salud de cada uno trabajadores.

- **Vanegas Franco, María del Pilar. (2016).** *“Mantenimiento de Tableros Eléctricos de Baja Tensión en Subestaciones Eléctricas en la Planta de Tratamiento de Aguas y Aguas De Pereira”*. Tesis para optar título profesional de Ingeniera en Electricidad. Colombia.Universidad Tecnológica de Pereira. Los objetivos son:

- Apoyar los proyectos de mantenimiento de tableros eléctricos en la Planta de Tratamiento de Aguas y Aguas de Pereira que la empresa ejecuta actualmente, por medio del desarrollo e implementación de software, planos de diagramas unifilares, supervisión, revisión de información y seguimiento en campo a las actividades ejecutadas en base a las normas de mantenimiento eléctrico regidas por el RETIE y la NTC 2050.
- Indagar el estado del arte sobre las técnicas existentes para la gestión del mantenimiento en subestaciones eléctricas y tableros eléctricos de baja tensión, especialmente enfocado en las normas.
- Documentar procedimientos, instructivos y formatos para la ejecución de los planes de mantenimiento de tableros eléctricos en subestaciones de BT y realizar cargue en el software nuevo de la Empresa de Aguas y Aguas de Pereira basados en el RETIE y la NTC 2050.

- Revisar y actualizar planos de diagramas unifilares de tableros eléctricos, incluyendo manejo de AutoCAD bajo la normatividad del RETIE.
- Estudiar, renovar y montar base de datos de especificaciones técnicas y análisis de precios unitarios para obras eléctricas.

Las conclusiones fueron:

- Hacer un mantenimiento adecuado conservará todos los elementos que componen un sistema directa e indirectamente, en las mejores condiciones de funcionamiento, con muy buenos niveles de calidad, confiabilidad y bajos costos.
- El mantenimiento debe seguir cada procedimiento detallado, con el fin de evitar que la producción se vea afectada por fallas o imprevistos que puedan surgir.
- La experiencia obtenida en los mantenimientos permite la consolidación de conocimientos y un proceso de realimentación para los objetivos de la práctica.
- Se cuenta con un trabajo de mantenimiento estructurado que produce resultados definidos, controlados y que atiende las necesidades de la empresa.
- Cualquier cambio a los planos necesarios para adaptar las instalaciones a las facilidades de la obra, deberán ser autorizados previamente por la Dirección de la Obra.
- Se deberán mantener en obra un juego de planos, diagramas unifilares, planillas, memoria descriptiva, etc., donde se indicarán los cambios realizados, para ser consultados cuando los técnicos o el propietario lo soliciten.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 TABLERO ELÉCTRICO

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus respectivas cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico.

La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

Se puede afirmar que no es posible la ejecución y funcionamiento de ningún tipo de instalación eléctrica sin la utilización de alguna clase de tablero. Es por ello que consideraremos que el conocimiento en sus diversos aspectos, es de fundamental importancia para los que tienen que trabajar en las instalaciones eléctricas.

Existen diversos tipos de tableros eléctricos según el uso que se requiera, entre éstos tableros podemos encontrar:

- Tableros eléctricos residenciales
- Tableros eléctricos industriales
- Tableros eléctricos de uso comercial
- Tableros eléctricos de uso minero

El número de tableros eléctricos necesarios en una instalación eléctrica, se determinará de acuerdo a la seguridad, funcionalidad y flexibilidad que deba tener dicha instalación, según la distribución del edificio y la finalidad de cada una de sus partes. Respecto a su ubicación, los tableros eléctricos serán instalados en lugares seguros y fácilmente accesibles.

En caso de tener que ubicar un tablero eléctrico en un lugar peligroso, deberá ser construido e instalado de acuerdo a las Normas respectivas. Los tableros eléctricos también pueden ser separados según su característica dentro de la instalación eléctrica:

- Tablero eléctrico General (T.G.)
- Tablero eléctrico General Emergencia (T.GE.)
- Tablero Eléctrico de distribución (T.D.)
- Tablero Eléctrico de Control.(T.C)

Ventajas y desventajas de los Tableros Eléctricos:

Es importante destacar las ventajas y desventajas, para poder compararla con otras alternativas.

- **Ventajas**

1. La totalidad de sus componentes se pueden adquirir rápidamente.

2. Su estudio, fabricación e instalación es muy difundido desde hace décadas.
3. La adaptación de los responsables del mantenimiento es rápida, debido a que todo es conocido.
4. Se enseña en todas las universidades, institutos técnicos y escuelas técnicas.
5. Existe gran cantidad de material de consulta, tales como libros, revistas, catálogos, separatas, etc., y aprender su lógica resulta sencilla.

No existen inconvenientes en cuanto al lugar de su instalación, ya que todos los equipos son de ambientes industriales, salvo en aquellas zonas donde puedan existir fugas de gases explosivos.

- **Desventajas**

1. El costo de estos tableros es alto, incrementándose de acuerdo al tamaño del proceso a automatizar.
2. Generalmente ocupan mucho espacio.
3. Requiere mantenimiento periódico, debido a que gran parte de sus componentes están constituidos por piezas móviles sujetos a desgaste.
4. Cuando se origina una falla es muy laboriosa su ubicación y reparación.
5. No son versátiles, solamente se les pueden utilizar para una determinada aplicación.

6. No es posible, con equipos electromecánicos, sensor señales de alta frecuencia, para ello se requiere el apoyo de la electrónica.
7. En tableros grandes el consumo de energía es representativa.
8. No permite una comunicación directa entre todos sus componentes, es necesario hacer varias modificaciones, adquiriendo para ello, equipos de interfaces, elevando de esta forma su costo.

Características Mecánicas del Tablero Eléctrico:

- Armarios acorde con la norma IEC 62208 de envolventes vacíos para equipos eléctricos de baja tensión, IP55, resistencia a impactos IK10 (puerta ciega), estructura simétrica de acero galvanizado perfilado y soldado.
- Puerta de acero plegado y soldado, apertura de 120°, intercambiables, apertura de izquierda a derecha o viceversa.
- Pintura de resina epoxi-poliéster texturizado para una elevada protección contra la corrosión RAL 7035 (cuerpo), RAL 7022 (zócalos).
- Puerta con manija de insertos intercambiables o con llave.
- Prueba antisísmica para zona 3 (6 a 8 grados en la escala de Richter).
- Posibilidad de acoplamiento por cualquier lado, puede colocarse hasta 2 puertas en cada columna.
- Cuenta con cubierta para protección de las partes vivas del tablero evitando cualquier contacto involuntario con partes

energizadas. Las barras del tablero están diseñadas para montar interruptores de 1, 2 o 3 polos. Los conectores cuentan con recubrimiento de funda termocontraíble.

(Rodríguez. A, 2012, "Instrumentos para Tableros Eléctricos")



Figura 1: Interior de un Tablero Autosoportado. Fuente: BRANCH SAC

2.2.2 Construcción de Tableros Eléctricos

La construcción de los tableros se basa del punto de vista metal mecánico, de los tipos Autosoportados, adosados y empotrados; Estructuralmente pueden ser con armazón de perfiles o simplemente con plancha de fierro galvanizado doblada, por su buena resistencia mecánica.

Según su instalación se clasifican en:

- a) Tablero Empotrado:** Se caracteriza por tener el gabinete o panel empotrado interiormente del muro de ladrillos, concreto, drywall, etc., siendo fijado con medios de sujeción adecuados. Es un tablero que por su tamaño no está apoyado sobre el piso. Este tipo de tableros tiene de mayor uso en departamentos, casas, restaurants que conllevan un acabado arquitectónico.
- b) Tablero Adosado:** Tiene su gabinete sobrepuesto a la superficie del muro, pared, drywall, etc., siendo fijado con accesorios de sujeción adecuados a su peso y tamaño. Este tipo de tableros pueden ser removidos con mayor facilidad puesto que pueden ser utilizados en diferentes lugares haciendo uso del mismo tablero.
- c) Tablero Autoportado:** Es el tipo de tablero de mayor tamaño que tiene la capacidad de soportar o sostener su propio peso y se instala fijado o anclado sobre un pedestal. Es mayormente usado como tableros generales en las subestaciones Eléctricas de grandes construcciones industriales conteniendo equipos eléctricos de mayores dimensiones (Tamaño, peso, volumen, etc.). Se puede acoplar con otros tableros autoportados conformando un solo tablero de 2 o más cuerpos.

(WEG Equipamientos Eléctricos S.A., 2006, “Procesos de Fabricación Tableros Eléctricos”)



Figura 2: Tablero Autosoportado, adosado y empotrado. Fuente: Técniases S.A.C

2.2.3 ESTÁNDARES DE PROTECCION “IP” Y “NEMA”

Los equipos diseñados para trabajo en ambientes hostiles deben cumplir con ciertos estándares que aseguren su robustez y permitan a la gente saber hasta dónde pueden llegar en su utilización.

Para saber si un equipo, tal como una terminal portátil, un indicador de peso, un lector de código de barras o un monitor son los adecuados para una aplicación que funcionará bajo condiciones extremas, es necesario revisar sus especificaciones mecánicas, donde generalmente encontraremos grados IP, NEMA o IEC. Fundamentos de estos estándares:

- **IP (Ingress Protection).** El sistema de clasificación IP proporciona un medio de clasificar el grado de protección de sólidos (como polvo) y líquidos (como agua) que el equipo eléctrico y gabinetes

deben reunir. El sistema es reconocido en la mayoría de los países y está incluido en varios estándares, incluyendo el IEC 60529. Los números IP son frecuentemente indicados en gabinetes, conectores, etc. El tercer dígito, referente a la protección contra impactos mecánicos es generalmente omitido.

Este estándar ha sido desarrollado para calificar de una manera alfanumérica a equipamientos en función del nivel de protección que sus materiales contenedores le proporcionan contra la entrada de materiales extraños. Mediante la asignación de diferentes códigos numéricos, el grado de protección del equipamiento puede ser identificado de manera rápida y con facilidad.

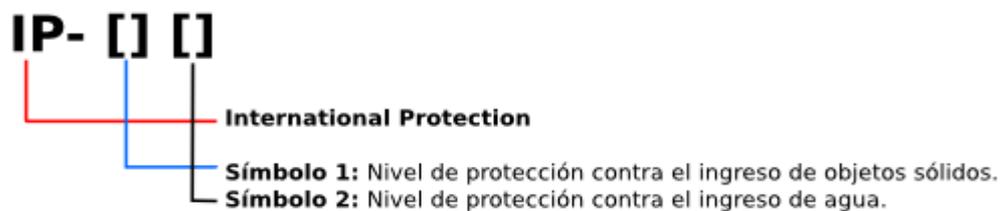
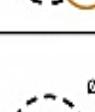
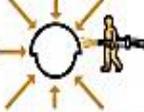
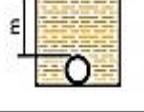


Figura 3: Prueba de la protección IP. Fuente: LAB. N° 6 FIEE – UNI.

Tabla 1:
Detalle de los índices de grados de protección IP

1ª cifra: protección contra penetración de cuerpos sólidos el acceso a partes peligrosas			2ª cifra: protección contra cuerpos líquidos		
IP	Tests		IP	Tests	
0		Sin protección	0		Sin protección
1	 Ø 50 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 50 mm (por ej., contactos involuntarios de la mano)	1		Protegido contra caída vertical de gotas de agua (condensación)
2	 Ø 12,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 12,5 mm (por ej., dedos de la mano)	2	 15°	Protegido contra caída de gotas de agua en ángulo de hasta 15° con la vertical
3	 Ø 2,5 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 2,5 mm (por ej., herramientas, tornillos)	3	 60°	Protegido contra el agua de lluvia en ángulo de hasta 60° con la vertical
4	 Ø 1 mm	Protegido contra cuerpos sólidos mayores de 1 mm (por ej., herramientas finas y cables pequeños)	4		Protegido contra proyecciones de agua en todas direcciones
5		Protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales)	5		Protegido contra chorros de agua de manguera en todas direcciones
6		Totalmente protegido contra el polvo	6		Totalmente protegido contra proyecciones de agua similares a golpes de mar
			7	 1 m 15 cm mini	Protegido contra los efectos de la inmersión
			8	 m	Protegido contra los efectos de la inmersión prolongada en condiciones específicas

- **NEMA (National Electrical Manufacturers Association).** Este es un conjunto de estándares creado, como su nombre lo indica, por la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (E.U.), y comprende NEMA 1, 2, 3, 3R, 3S, 4, 4X y 5 al 13.

Los estándares más comunes encontrados en las especificaciones de los equipos son los siguientes:

- **NEMA 4.** Sellado contra el agua y polvo. Los gabinetes tipo 4 están diseñados especialmente para su uso en interiores y exteriores, protegiendo el equipo contra salpicaduras de agua, filtraciones de agua, agua que caiga sobre ellos y condensación externa severa. Son resistentes al granizo pero no a prueba de granizo (hielo). Deben tener ejes para conductos para conexión sellada contra agua a la entrada de los conductos y medios de montaje externos a la cavidad para el equipo.

- **NEMA 4X.** Sellado contra agua y resistente a la corrosión. Los gabinetes tipo 4X tienen las mismas características que los tipo 4, además de ser resistentes a la corrosión.

- **NEMA 12.** Uso industrial. Un gabinete diseñado para usarse en industrias en las que se desea excluir materiales tales como polvo, pelusa, fibras y filtraciones de aceite o líquido enfriador.

El resto de los tipos de NEMA pueden denominarse a grandes rasgos tal como indica la TABLA 2.

*Tabla 2:
Estándares de protección NEMA*

Tipo 1	Para propósitos generales
Tipo 2	A prueba de goteos
Tipo 3	Resistente al clima
Tipo 3R	Sellado contra la lluvia
Tipo 3S	Sellado contra lluvia, granizo y polvo
Tipo 5	Sellado contra polvo
Tipo 6	Sumergible
Tipo 6P	Contra entrada de agua durante sumersiones prolongadas a una profundidad limitada
Tipo 7 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Equipo cuyas interrupciones ocurren en el aire.
Tipo 8 (A, B, C o D)*	Locales peligrosos, Clase I - Aparatos sumergidos en aceite.
Tipo 9 (E, F o G)*	Locales peligrosos, Clase II
Tipo 10	U.S. Bureau of Mines - a prueba de explosiones (para minas de carbón con gases)
Tipo 11	Resistente al Acido o a gases corrosivos - sumergido en aceite
Tipo 13	A prueba de polvo

(WEG Equipamientos Eléctricos S.A., 2006, “Procesos de Fabricación Tableros Eléctricos”)

2.2.4 DIAGRAMA UNIFILAR

Los diagramas son muy útiles cuando se trata de interpretar de manera sencilla por donde se conduce y hasta donde llega la electricidad. Generalmente incluyen dispositivos de control, de protección y de medición, aunque no se limiten solo a ellos.

El uso de Diagramas Unifilares se recomienda en planos de Instalaciones Eléctricas de todo tipo, sobre todo cuando estas incluyen varios circuitos o ramales. Se complementan de manera esencial con los Diagramas de Conexiones. Con ambos esquemas quien realiza una instalación eléctrica

sabe perfectamente por donde “tender” cada uno de los conductores físicamente.

No existe una Norma Oficial respecto de la elaboración de estos diagramas, por lo tanto la forma de hacerlos se deja prácticamente a criterio del técnico electricista, pero si, respetando siempre la simbología oficial en materia de Instalaciones Eléctricas. Puedes hacerlos en forma vertical (como en la figura) o bien horizontalmente.

(Harper. G.E, 2004, “Manual de Instalaciones Eléctricas Residenciales e Industriales”)

2.2.5 COORDINACIÓN DE LAS PROTECCIONES

- Protección contra sobre intensidades.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades podrán estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado, teniendo en cuenta que la intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15% respecto al valor correspondiente a una instalación convencional, por tratarse de una instalación clasificada.

El dispositivo de protección estará constituido generalmente por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección

contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

- **Protección contra sobretensiones.**

Categorías de las sobretensiones.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos. Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

*Tabla 3:
Categoría de Protección en Sobretensiones*

Tensión nominal de Instalación		Tensión soportada a impulsos 1,2/50(kV)			
<i>Sistemas III</i>	<i>Sistemas II</i>	<i>Categoría IV</i>	<i>Categoría III</i>	<i>Categoría II</i>	<i>Categoría I</i>
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1000	-				

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija

(ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc.). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, aparataje: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc., canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc., motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc.

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de

distribución (contadores de energía, aparatos de tele medida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc.).

(Rodríguez Macedo, Mario G, 2011, “Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias”)

2.2.6 INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO

El Interruptor Termomagnético es un dispositivo de protección de circuitos eléctricos que actúa ante dos distintos tipos de eventos, la parte térmica actúa ante una sobrecarga del circuito y la parte magnética lo hace ante un cortocircuito.

Ante todo aclaremos que un circuito está formado por una serie de conductores y elementos de consumo, estos elementos de consumo son en número limitado y dependiendo del consumo del elemento será el conductor que se colocara y también el interruptor termomagnético.

La parte térmica actúa cuando el circuito se encuentra sobrecargado, es decir cuando circula por el mismo más corriente de la que admite el conductor. Está formada por un elemento bimetalico y un contacto móvil que permanece cerrado mientras circula la corriente, este par bimetalico esta calibrado de acuerdo a una corriente nominal (I_n), cuando circula una corriente superior este par bimetalico comienza a deformarse hasta que el contacto se abre y por lo tanto se corta la circulación de la corriente, cuando el par recupera la temperatura ambiente se puede

cerrar nuevamente el interruptor y circulara nuevamente la corriente. El tiempo que tarda en abrirse el interruptor depende de lo sobrecargado que se encuentre el circuito, a mayor carga, menor será el tiempo que tardara en abrirse el interruptor.

La parte magnética actúa cuando se produce un cortocircuito en la instalación. Está formado por un elemento magnético o bobina, que tiene un contacto fijo que mantiene cerrado el circuito mientras que circula la corriente, al ocurrir un cortocircuito, por un instante hay una circulación de una gran cantidad de corriente (varias veces superior a la I_n) esto produce un gran campo magnético que hace que la bobina se contraiga hacia abajo, al contraerse en contacto que mantiene cerrado el interruptor se abre y corta la circulación de la corriente.

(Enríquez Harper, Gilberto, 2005, “ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales”)



Figura 4: Tipos de Interruptores Termomagnéticos. Fuente: Schneider Electric

2.2.7 CURVAS DE DISPARO

Las curvas de disparo muestran el tiempo de disparo en función de la intensidad de defecto en amperios. Las curvas de disparo de los interruptores automáticos constan de dos partes:

- Disparo de protección contra sobrecarga (dispositivo de disparo térmico), cuanto más alta sea la corriente, más corto será el tiempo de disparo.
- Disparo de protección contra cortocircuitos (dispositivo de disparo magnético): si la corriente supera el umbral de su dispositivo de protección, el tiempo de corte será inferior a 10 milisegundos.

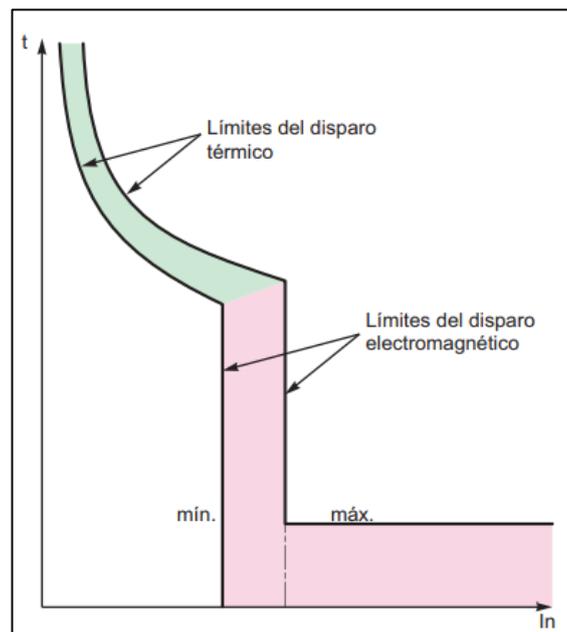


Figura 5: Gráfica de la curva de disparo

Según sean los límites que posea la curva característica de un interruptor termomagnético, así será su comportamiento, debiendo adaptar en cada caso el aparato correspondiente a las peculiaridades del circuito que se

pretenda proteger. Por estas razones se clasifican por la forma de su curva de la siguiente forma:

Curva B

- Actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal (I_n) en la zona térmica.
- Actúan entre 3 y 5 in o 3.2 y 4.8 in en la zona magnética.

Uso:

- Protección de conductores.
- Principalmente en instalaciones de edificios de viviendas con limitaciones.

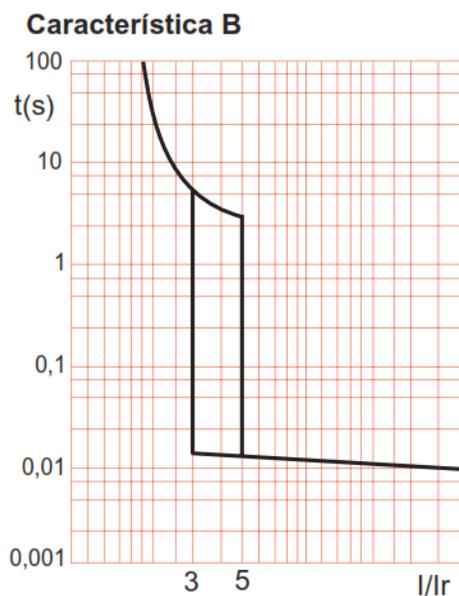


Figura 6: Gráfica de la curva B

Curva C

- Actúan entre 1,13 y 1,44 veces la intensidad nominal (I_n) en la zona térmica.
- Actúan entre 5 y 10 in o 7 y 10 in en la zona magnética.

Uso:

Se utilizan en las instalaciones de líneas receptores.

- Protección de conductores y uso domiciliario sin limitaciones.
- Aplicación en instalaciones con elevadas intensidades de conexión o arranque (Motores de baja potencia).



Figura 7: Gráfica de la curva C

Curva D

- Actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal (I_n) en la zona térmica.
- Actúan entre 10 y 14 in en la zona magnética.

Uso:

- Protección de conductores.
- Uso industrial con picos de corriente de inserción y arranque elevados (transformadores, motores de alta potencia, etc.).

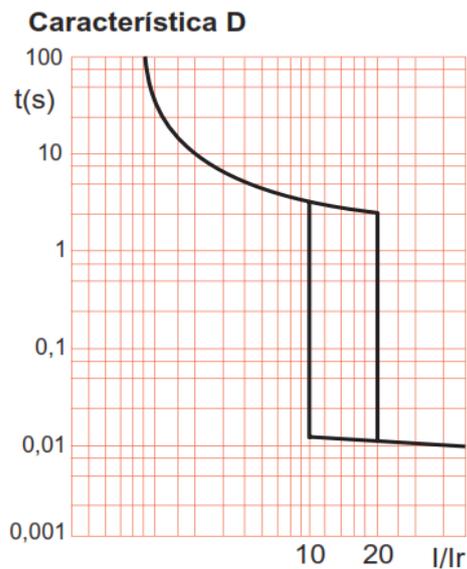


Figura 8: Gráfica de la curva D

Curva MA

Los interruptores automáticos equipados con esta curva no son interruptores magneto-térmicos, ya que carecen de protección térmica.

- Actúan únicamente con un valor de 12in en la zona magnética

Uso:

- Protección de circuitos guardamotores.

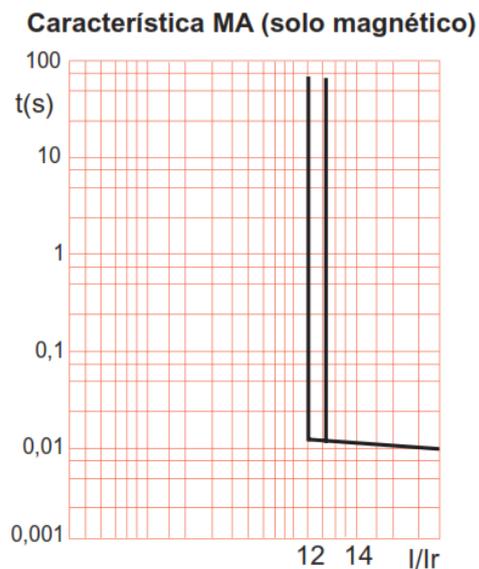


Figura 9: Gráfica de la curva MA

Curva Z

- Actúan entre 1,1 y 1,4 veces la intensidad nominal (I_n) en la zona térmica.
- Actúan entre 2.4 y 3.6 I_n en la zona magnética.

Uso:

- Se utilizan para proteger instalaciones con receptores electrónicos.

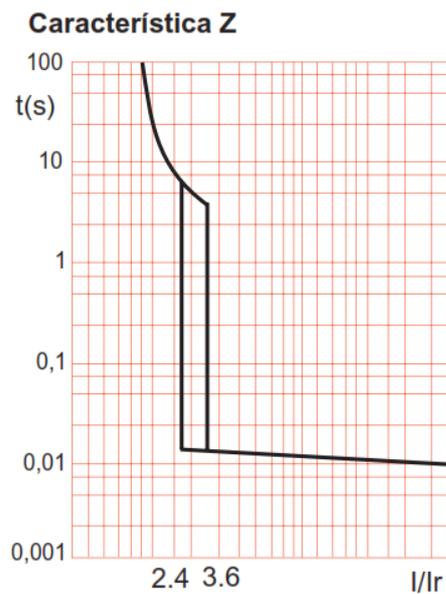


Figura 10: Gráfica de la curva Z

(Ticino del Perú S. A., 2012, “Guía Técnica para Selección de Interruptores”)

2.2.8 INTERRUPTOR DIFERENCIAL

Un interruptor diferencial o también conocido como RCD, RCCB o dispositivo diferencial residual (DDR), es un sistema de protección automático que se instala en el cuadro principal de cualquier instalación eléctrica, aguas arriba de toda carga conectada y que tiene la función de proteger la instalación de derivaciones a tierra y a las personas de contactos directos o indirectos. Este interruptor automático, corta

automáticamente el suministro eléctrico de la instalación en el momento en que se produce una fuga de intensidad.

Los interruptores diferenciales se clasifican según sus fases (monofásico o trifásico), la diferencia de potencial a la que estarán sometidos (230 V o 400 V), la intensidad máxima que les puede atravesar, su sensibilidad, siendo los más habituales de 30 miliamperios y de 300 miliamperios y según el tiempo necesario para su reacción, que no debería ser inferior a 30 milisegundos.

Los interruptores diferenciales disponen de un botón o Tester, marcado generalmente con una T. Este botón sirve para comprobar que el funcionamiento del interruptor diferencial es correcto.

En instalaciones complejas en las que se montan sub cuadros bajo el principal, es necesario retardar la velocidad de corte de los interruptores diferenciales del cuadro principal.

Clases de diferenciales

- **Interruptor diferencial clase AC:** los más comúnmente utilizados, aunque están prohibidos en numerosos países como en Alemania dada su nula efectividad ante armónicos y otros. Los semiconductores generan corrientes de fuga que no son detectadas por los de clase AC. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal.

- **Interruptor diferencial clase A:** son utilizados para corrientes alternas y corrientes pulsantes. Evita las desconexiones intempestivas por corrientes de alta frecuencia producidas entre otros por los circuitos informáticos, circuitos con reactancias electrónicas o las corrientes inducidas por las descargas de origen atmosférico. Evitan de esta manera los saltos intempestivos debidos a elementos externos a la instalación que protege. Suele ser también denominado como interruptor diferencial superinmunizado. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal y que está por encima de una segunda oscilación.
- **Interruptor diferencial clase B:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fuga alternas y pulsantes suaves hasta 1 kHz. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de frecuencia, variadores de velocidad, onduladores y cargadores de baterías trifásicos. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal y que está por encima de una segunda oscilación, además de un segundo rectángulo en el que una línea está por encima de una línea discontinua.
- **Interruptor diferencial clase B+:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fuga alternas y pulsantes suaves hasta 20 kHz. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de alta frecuencia. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal y que está por encima de una segunda oscilación, un segundo rectángulo en el que una línea está por

encima de una línea discontinua, además de un tercer rectángulo en el que viene indicado kHz.

- **Interruptor diferencial clase F:** son utilizados para proteger frente a corrientes de fugas alternas y pulsantes, así como frecuencias mezcladas por fugas en la red eléctrica. Adecuado para la protección diferencial y evitar desconexiones intempestivas por variadores de alta frecuencia; en caso de disparo, es de efecto retardado. Es simbolizado con un rectángulo en el que se indica una onda sinusoidal que supera una segunda oscilación, además de un segundo rectángulo con numerosas ondas sinusoidales.
- **Interruptor diferencial clase S:** son dispositivos retardados a la desconexión que se utilizan para garantizar la selectividad. Cuando un circuito necesita disponer de dos ID de la misma sensibilidad en cascada, el instalado en la cabecera si es de clase S saltará más tarde.

(Enríquez Harper, Gilberto, 2005, “ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales”)



Figura 11: Interruptores Diferenciales Monofásica y Tetrapolar. Fuente Schneider Electric.

2.2.9 CONTACTOR

Un contactores un dispositivo de maniobra automático con poder de corte, es decir, puede cerrar o abrir circuitos con carga o en vacío. Se puede definir como un interruptor accionado a distancia por acción de un electroimán.

Partes de un contactor

- **Carcasa:** Soporte fabricado en material no conductor (plástico o baquelita) sobre el cual se fijan todos los componentes.

- **Circuito Electromagnético:** Conformado por dispositivos cuya finalidad es transformar la electricidad en magnetismo, generando un campo magnético. Está compuesto por bobina, núcleo y armadura.
 - a) **Bobina:** Arrollamiento de alambre, con un gran número de espiras, que al aplicársele tensión crea un campo magnético. El flujo generado da lugar a un par electromagnético superior al par resistente de los muelles de la armadura, atrayéndolo hacia el núcleo.

 - b) **Núcleo:** Es la parte metálica, generalmente en forma de **E**, que se fija en la carcasa. Su función es concentrar y aumentar el flujo magnético que genera la bobina (colocada en la parte central del núcleo), para atraer con mayor eficiencia la armadura.

Se construye con una serie de láminas ferromagnéticas muy delgadas, aisladas entre sí (pero que forman un solo bloque fuertemente unido), generalmente de hierro silicoso, con la finalidad de reducir al máximo las corrientes parásitas o de Foucault (corrientes eléctricas que circulan por el núcleo al estar sometidas a una variación del flujo magnético, originando pérdidas de energía por efecto joule).

c) Armadura: Elemento similar al núcleo, en cuanto a su construcción, pero que a diferencia de éste es una parte móvil, cuya finalidad es cerrar el circuito magnético cuando se energice la bobina, ya que en estado de reposo debe estar separada del núcleo. Se suele aprovechar esta propiedad de movimiento para colocar sobre ella una serie de contactos (parte móvil del contacto) que se cerrarán o abrirán siempre que la armadura se ponga en movimiento.

La armadura debe estar cubierta por un material aislante, para evitar que los diferentes contactos que se coloquen queden eléctricamente unidos.

- **Contacto:** Elemento cuyo objeto es cerrar o abrir una serie de circuitos. Está compuesto por dos partes fijas (ubicadas en la carcasa) y una parte móvil (sujeta a la armadura).

(Enríquez Harper, Gilberto, 2005, “ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales”)

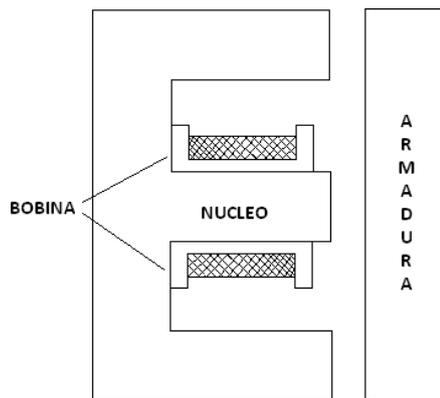


Figura 12: Núcleo y armadura



Figura 13: Contactor. Fuente: Schneider Electric

Tabla 4:
Categorías de empleo en contactores.

Empleo en corriente alterna	
Categoría	Aplicaciones
AC-1:	Se aplica a todos los aparatos de utilización con corriente alterna (receptores) cuyo factor de potencia sea al menos igual a 0,95 ($\cos \phi \geq 0,95$). Ejemplos de utilización: calefacción, distribución.
AC-2:	Esta categoría rige el arranque, el frenado contracorriente y la marcha por "sacudidas" de los motores de anillos. En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, unas 2,5 veces la corriente nominal del motor. En la apertura, debe cortar la corriente de arranque a una tensión como máximo igual a la tensión de la red.
AC-3:	Es relativa a los motores de jaula cuyo corte se realiza con el motor lanzado: En el cierre, el contactor establece la corriente de arranque, que es de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Ejemplos de utilización (todos los motores de jaula corrientes): escaleras mecánicas, cintas transportadoras, compresores, bombas, mezcladores etc.
AC-4:	Esta categoría hace referencia a las aplicaciones con frenado a contracorriente y marcha por "sacudidas" con motores de jaula o de anillos. El contactor se cierra en un pico de corriente que puede alcanzar de 5 a 7 veces la corriente nominal del motor. Ejemplos de utilización: máquinas de imprenta, de trefilado, de elevación, metalurgia.

2.2.10 RELÉ TÉRMICO

Los relés térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Este dispositivo de protección garantiza:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.
- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.
- Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas

El calor necesario para curvar la lámina bimetálica es producido por unas resistencias, arrolladas alrededor del bimetal que se encuentra cubierto por una capa de asbesto, a través de las cuales circula la corriente que va de la red al motor.

Una vez que un relé térmico ha actuado, debe rearmarse, empleando uno de estos dos sistemas.

- **Rearme Manual:** Este sistema se debe utilizar siempre que se tengan circuitos con presostatos (interruptor de presión),

termostatos (interruptor térmico), interruptores de posición o elementos similares; para evitar que el circuito se reconecte en forma automática al bajar la temperatura en el bimetálico.

- **Rearme Automático:** Se emplean exclusivamente cuando se utilizan pulsadores para la maniobra del equipo, de manera que la reconexión del contactor no se produzca después del enfriamiento del bimetálico, sino únicamente cuando se vuelva a accionar el pulsador.

(Enríquez Harper, Gilberto, 2005, “ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales”)

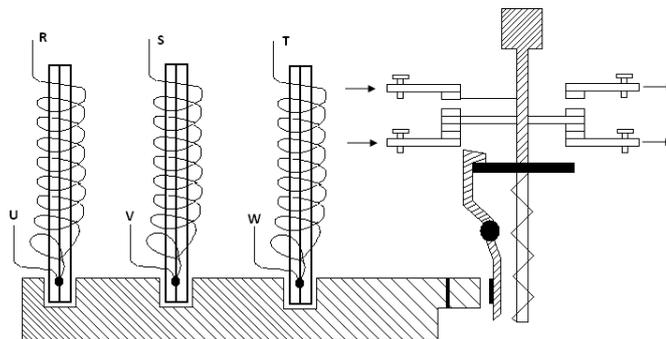


Figura 14: Interior del Relé Termomagnético



Figura 15: Relé Térmico. Fuente: Schneider Electric

Tabla 5:
Selección del Relé térmico según su intervalo de regulación.

Referencia	Amperaje	Para montaje sobre contactor
LRD03	0.25 a 0.40	D09 - D38
LRD04	0.40 a 0.63	D09 - D38
LRD05	0.63 a 1	D09 - D38
LRD06	1 a 1.7	D09 - D38
LRD07	1.6 a 2.5	D09 - D38
LRD08	2.5 a 4	D09 - D38
LRD10	4 a 6	D09 - D38
LRD12	5.5 a 8	D09 - D38
LRD14	7 a 10	D09 - D38
LRD16	9 a 13	D12 - D38
LRD21	12 a 18	D18 - D38
LRD22	16 a 24	D25 - D38
LRD32	23 a 32	D25 - D38
LRD35	30 a 38	D32 - D38
LRD325	17 a 25	D40A - D65A
LRD332	23 a 32	D40A - D65A
LRD340	30 a 40	D40A - D65A
LRD350	37 a 50	D40A - D65A
LRD365	48 a 65	D50A - D65A
LRD3353	23 a 32	D40 - D95
LRD3361	55 a 70	D50 - D95
LRD3363	63 a 80	D65 - D95
LRD3365	80 a 104	D80 - D95
LRD4367	95 a 120	D115 - D150
LRD4369	110 a 140	D150

2.2.11 AUTODESK – AutoCAD 2016

Autodesk AutoCAD es un programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones. Reconocido a nivel internacional por sus amplias capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D. Dibujar en dicho programa ha revolucionado la forma de trabajar, ya que en cualquier trabajo que esté relacionado con lo técnico, ahora se hace de forma digital.

Al igual que otros programas de diseño asistido por computadora, AutoCAD gestiona una base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.) con la que se puede manejar a través de una pantalla gráfica en la que se muestran éstas, el citado editor de dibujo. La interacción del usuario se realiza a través de comandos, de edición o dibujo, desde la línea de órdenes, a la que el programa está fundamentalmente orientado.

Parte del programa AutoCAD está orientado a la producción de planos, empleando para ello los recursos tradicionales de grafismo en el dibujo, como color, grosor de líneas y texturas tramadas.

Ventajas

- Es más factible y práctico trabajar en AutoCAD que si ha de ser a mano. Se ahorra tiempo y es más sencillo.
- Permite intercambiar información no solo por papel, sino mediante archivos, y esto representa una mejora en rapidez y efectividad a la hora de interpretar diseños.
- Se ha relacionado con múltiples plataformas, con el beneficio de poder exportar e importar archivos de todo tipo.
- Tiene herramientas para que el documento en papel sea perfecto, tanto en estética, como en información, ya que el acabado y la presentación de un proyecto o plano es importante.
- Es posible dibujar tanto en 3D como en 2D: a partir del dibujo en 2D en planta, hay la posibilidad de generar el modelo 3D en un tiempo mucho menor al tiempo que se emplea en dibujar un isométrico o una perspectiva a mano.

- Menor tiempo de trabajo: productividad al dibujar. Con herramientas para gestión de proyectos se puede compartir información de manera eficaz e inmediata.
- Practicidad: facilidad en las modificaciones y orden.
- Se utiliza en muchas ramas, en las que se destacan: arquitectura, industria civil, electrónica, electromecánica, química, petrolífera, y técnica, etc.

Desventajas

- El programa tiene un costo elevado, debido a su licencia.
- Saber usar en plenitud el software requiere mucho tiempo ya que hay infinidad de funciones, e incluso que son de poca aplicación, al ser muy específicas.
- Se requiere una computadora potente para trabajar con velocidad de procesamiento, y un espacio alto en el disco duro.

(Carranza Zavala. O., 2016, "AutoCAD 2016: Nivel Avanzado. Vers. 2016")

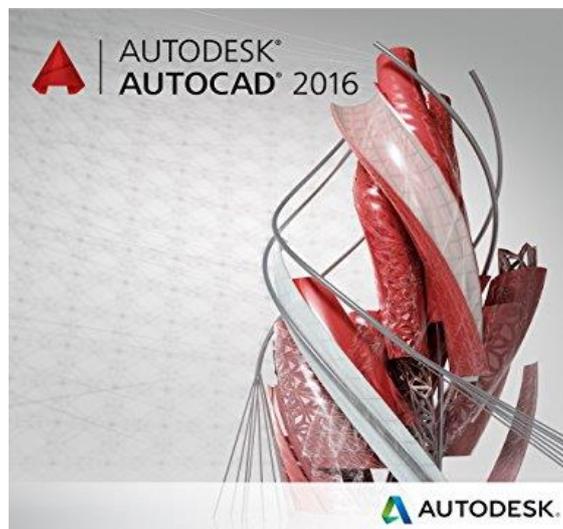


Figura 16: Logotipo del software Autodesk - AutoCAD 2016

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ❖ **AISLADOR.** Una sustancia o cuerpo que no permite, o lo permite, de una manera casi nula el paso de una corriente a través de él.

- ❖ **AISLAMIENTO.** Técnica para impedir la propagación de un fenómeno o agente físico (frío, calor, humedad, electricidad, etc.).

- ❖ **AMPERIO.** Unidad que expresa el flujo de una corriente eléctrica. Un amperio es la corriente que produce una diferencia de tensión de un voltio en una resistencia de un ohmio.

- ❖ **APARAMENTA ELÉCTRICA.** Es el conjunto de aparatos de maniobra, de regulación y control, de medida, incluidos los accesorios de las canalizaciones eléctricas, utilizados en las instalaciones eléctricas, cualquiera que sea su tensión.

- ❖ **ARCO ELÉCTRICO.** Canal conductivo ocasionado por el paso de una gran carga eléctrica, que produce gas caliente de una baja resistencia eléctrica y un haz luminoso.

- ❖ **BARRA DE PUESTA A TIERRA.** Son aquellas barras que conectan las partes a tierra del equipo eléctrico a través de los dispositivos detectores de falla.

- ❖ **BLOQUEO.** Es el medio que impide el cambio parcial o total de la condición de operación de un dispositivo, equipo o instalación de cualquier tipo.
- ❖ **BOBINA.** Arrollamiento de un cable conductor alrededor de un cilindro sólido o hueco, con lo cual y debido a la especial geometría obtiene importantes características magnéticas.
- ❖ **CABLE.** Se entiende por cable, un conductor trenzado (cable conductor simple) o bien a una combinación de conductores aislados unos respecto de los otros (cable conectar múltiple).
- ❖ **CIRCUITO.** Sistema de conductores, alambres o cables por los cuales fluye una corriente eléctrica necesaria para la operación de uno o varios aparatos a los cuales están conectados.
- ❖ **CLASE DE DISPARO.** Tiempo de duración del arranque normal del motor, es distinta para cada aplicación puede ser de tan sólo unos segundos (arranque en vacío, bajo par resistente de la máquina arrastrada, etc.) o de varias decenas de segundos (máquina arrastrada con mucha inercia), por lo que es necesario contar con relés adaptados a la duración de arranque.
- ❖ **CORRIENTE ALTERNA.** Una corriente eléctrica periódica en la que su valor medio durante un período es cero. Una corriente eléctrica que invierte el sentido de la dirección de su flujo a intervalos

regulares. La frecuencia de este cambio de flujo se expresa en ciclos por segundo o Hertz.

- ❖ **CORTOCIRCUITO.** Fenómeno eléctrico causado por una unión accidental o intencional entre dos o más puntos de diferente potencial de un mismo circuito.

- ❖ **DEVANADO.** Enrollamiento de alambre magneto sobre un núcleo, que usa inducción electromagnética para producir variaciones en una corriente. Generalmente consiste en varias vueltas de alambre distribuidas en una o más capas.

- ❖ **EMPALME.** Unión de conductores. Conexión eléctrica y mecánica entre dos o más conductores, desnudos o aislados. En este último caso se rehacen al aislamiento y las cubiertas protectoras del cable sobre la conexión.

- ❖ **EPOXI-POLIÉSTER.** Pintura en polvo termoendurecible, basado en combinaciones de resinas de epoxi y poliéster, posee excelentes propiedades mecánicas, buena resistencia química y a la corrosión.

- ❖ **FOSFATIZADO.** Es el proceso mediante el cual algunos productos químicos reaccionan con el metal base para ofrecer una barrera química contra la corrosión y como beneficio secundario aumentan la adherencia de la pintura.

- ❖ **FRECUENCIA.** Número de veces que la señal alterna se repite en un segundo. Su unidad de medida es el Hertz (Hz).

- ❖ **OMNIPOLAR.** Que cierra todos los polos al mismo tiempo.

- ❖ **POLO.** Parte constituyente de un aparato de maniobra asociada exclusivamente a un camino conductor eléctricamente separado y perteneciente a su circuito principal.

- ❖ **RESISTENCIA.** Cualidad de un material de oponerse al paso de una corriente eléctrica. La resistencia depende de la longitud del conductor, su material, de su sección y de la temperatura del mismo. Las unidades de la resistencia son Ω .

- ❖ **RESONANCIA.** Fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica, cuyo periodo de vibración se acerca al periodo de vibración característico de dicho cuerpo, en el cual, una fuerza relativamente pequeña aplicada de forma repetida hace que la amplitud del sistema oscilante se haga muy grande.

- ❖ **SENSIBILIDAD.** Relación de la señal de salida o respuesta del instrumento respecto al cambio de la entrada o variable medida.

- ❖ **SISTEMA A PRUEBA DE GOTEO.** Significa que está construido protegido de tal modo que al estar localizado expuesto a la caída de gotas de agua o de lodo no se afecte su operación satisfactoria.

- ❖ **SISTEMA A PRUEBA DE INTEMPERIE.** Significa que está construido o protegido tal modo que al estar localizado al aire libre, no se afecta su operación satisfactoria.

- ❖ **SISTEMA SUMERGIBLE EN AGUA.** Significa que el aparato está construido de tal manera que funcionará satisfactoriamente estando sumergido bajo condiciones de presión y tiempo especificadas.

- ❖ **TEMPORIZADO A LA CONEXIÓN.** Temporización en el funcionamiento de un elemento de contacto de un contactor auxiliar a continuación de la puesta en tensión de la bobina del electroimán de este contactor auxiliar.

- ❖ **TENSIÓN NOMINAL.** Valor convencional de la tensión con la que se denomina un sistema o instalación y para el que ha sido previsto su funcionamiento y aislamiento. La tensión nominal expresada en kilovoltios, se designa por *Un*.

- ❖ **TERMINAL.** Elemento de sujeción para los conductores de alimentación y carga que se encuentran contenidos en las bisagras, mordazas o porta fusibles.

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

3.1 PROCESOS DE FABRICACIÓN Y HERRAMIENTAS DE USO PARA REALIZAR EL DISEÑO MECÁNICO Y ELÉCTRICO DE LOS TABLEROS ELÉCTRICOS

Según indicaciones de las especificaciones técnicas y diagramas unifilares suministrados podemos realizar el diseño mecánico en el programa AutoCAD. Evaluando así las dimensiones del gabinete por cantidad y tamaño del equipamiento eléctrico a seleccionar que conformaran parte del Tablero Eléctrico.

Para más detalles los diagramas unifilares se encuentran en el ANEXO A, se indica a continuación las especificaciones técnicas.

3.1.1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS:

A.1 PROPÓSITO DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A.1.1 DESARROLLO

A.1.1.1 Las presentes Especificaciones Técnicas tienen como propósito definir las condiciones y características mínimas que deben ser cumplidas para el diseño, fabricación, inspección y pruebas de los equipos y materiales a ser empleados en el Proyecto de

Instalaciones Eléctricas de Distribución en Baja Tensión para
"EDIFICIO DE OFICINAS SKY TOWER".

A.1.2 EXTENSIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A.1.2.1 Las presentes Especificaciones Técnicas no son limitativas; todos los materiales, equipos, herramientas, servicios, trabajos de cualquier tipo y naturaleza, que no estén mencionados en las Especificaciones Técnicas y otros documentos contractuales, serán considerados para el correcto funcionamiento de la Obra.

A.1.2.2 Estas Especificaciones Técnicas son complementarias con lo indicado en los Planos de Instalaciones Eléctricas. En el caso que se observara alguna diferencia o duda, respecto a lo que se especifica aquí y lo indicado en los Planos de Instalaciones Eléctricas, se adoptará lo indicado en estos últimos.

A.1.3 ALCANCE

A.1.3.1 El alcance del Suministro comprende todos los equipos y materiales necesarios que deberán ser proporcionados para la ejecución completa de las Instalaciones Eléctricas de Alumbrado, tomacorrientes y fuerza del presente Proyecto.

A.1.3.2 Las características técnicas ofrecidas deben ser iguales o mejores que las solicitadas en las presentes especificaciones. Al respecto, se

debe precisar que cuando se hace referencia a números de catálogos de algún fabricante, debe entenderse que tal referencia sólo tiene el propósito de definir mejor la descripción, tamaño, forma, resistencia, material y acabado del elemento o pieza requerida.

A.1.4 NORMAS TÉCNICAS

A.1.4.1 El diseño, los materiales, la fabricación y las pruebas en fábrica deberán responder prioritariamente a las últimas revisiones de las siguientes normas:

- Comisión Electrotécnica Internacional (IEC)

IEC 61439-2 – Tableros de potencia y maniobra

IEC 61439-3 – Tableros de distribución

IEC 61439-4 – Tableros para obras

IEC 61439-6 – Canalizaciones Eléctricas Prefabricadas

- Código Nacional de electricidad 2006 Utilización (CNE) y Normas Técnicas Peruanas (NTP)

CNE SECCIÓN 080: PROTECCIÓN Y CONTROL:

NTP-IEC 60898-1: Interruptores automáticos para protección contra sobrecorrientes en instalaciones domésticas y similares.

PARTE 1: Interruptores automáticos Para operación C.A.

NTP 370.308: Interruptores automáticos en cajas moldeadas.

NTP-IEC 60947-2: Aparato de conexión y de mando de baja tensión (Aparata de baja tensión)

PARTE 2: Interruptores automáticos

NTP-IEC 61008-1: Interruptores automáticos para actuar por corrientes residual (Interruptores diferenciales) sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para uso doméstico y similar.

PARTE 1: Reglas generales.

NTP 370.305: Instalaciones eléctricas en edificios - protección para garantizar la seguridad. Protección contra los efectos térmicos.

NTP 370.306: Instalaciones eléctricas en edificios - protección para garantizar la seguridad. Protección contra las sobrecorrientes.

A.1.4.2 Además de las normas mencionadas en este punto, deberán aplicarse las indicadas en las especificaciones técnicas particulares.

En caso de discrepancia, prevalecerán las mencionadas en estas últimas.

A.2 EQUIPOS Y MATERIALES

A.2.1 TABLERO GENERAL (SERVICIOS GENERALES)

A.2.1.1 ALCANCES

Los alcances de las especificaciones técnicas son los siguientes:

- Esta especificación cubre el diseño, fabricación y pruebas de los Tableros Generales.
- Se suministrará tableros completamente ensamblados, probados y listo para ser instalados, de acuerdo a la presente especificación.
- El tablero general TSG será del tipo autosoportado, para uso exterior o interior, metálico, completamente cerrado, de montaje en el piso, de frente muerto, accesible por el frente, grado de protección IP-54.

El Tablero constará básicamente de lo siguiente:

- Un Interruptor de llegada, automático de caja moldeada, de ejecución fija.
- Interruptor de transferencia.
- Señalización luminosa para indicar presencia de tensión en el Tablero correspondiente.

- Transformadores de Corriente para el circuito de medición
- Portafusibles/Fusibles para el circuito de medición
- Instrumentos digitales de medida: Amperímetro, Voltímetro, con conmutadores para medir en las tres fases: R, S, T.
- Interruptores de salida, automáticos, modulares, para montaje en RIEL DIN, o atornillables para circuitos de distribución (según capacidad y cantidad indicada en planos).
- Interruptores horarios (capacidad y cantidad si se indicada en planos).
- Llevará un supresor de pico de 380 voltios, trifásico.

A.2.1.2 CONDICIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN

El equipo será diseñado, construido y probado de acuerdo a las últimas normas y prescripciones aplicables del IEEE, ANSI y NEMA

Para servicios generales de oficinas será para uso exterior, servicio continuo. El equipo será alimentado por un sistema trifásico de 380 voltios, cuatro hilos, 60 Hz, y en 220 voltios en monofásico, con acceso por la parte inferior.

A.2.1.3 DESCRIPCIÓN DEL TABLERO

a) Construcción

- El Tablero consistirá de secciones verticales denominados paneles o celdas, dentro de los cuales se alojarán los equipos

mencionados. Los paneles serán autosoportados, construidos basado en perfiles angulares de 1 1/2" x 1 1/2" x 1/8" o planchas de acero de 1.5 mm de espesor, convenientemente electro soldados de tal forma que al unirse entre sí constituya una unidad rígida, apoyada sobre elementos metálicos que permitan la fijación sobre la superficie de montaje.

- Los paneles tendrán acceso frontal mediante puertas abisagradas que permitan el acceso a los interruptores, fusibles y otros equipos instalados en el interior. En las puertas se instalarán los instrumentos y elementos de control e indicación necesarios, para quedar a la vista; así como señalización luminosa para indicar presencia de tensión en el módulo correspondiente.
- Cada módulo o panel vendrá con cubiertas removibles ubicadas en la parte superior. Las cubiertas laterales, fondo, techo y puertas serán fabricados con planchas de acero laminado en frío, de 1,5 mm de espesor como mínimo.
- Las celdas deberán tener después de la apertura de la puerta frontal un cubre equipos, que cubra las partes con tensión de los interruptores. Las barras y demás partes con tensión se ubicarán detrás de esta última.
- Todas las puertas tendrán cerradura manual, no debiendo requerirse herramientas especiales para su apertura. Tendrán

seguros giratorios, empaquetaduras en todo su perímetro para obtener con la puerta cerrada un grado de hermeticidad IP-54 de acuerdo a las normas IEC; llevarán manijas con llave.

- Las puertas frontales de cada celda deberán tener un seguro que impida que la puerta se cierre durante los trabajos de inspección.
- El tablero debe ser apropiado para montaje interior, para recibir la alimentación eléctrica por la parte inferior. Los circuitos de distribución podrán salir por la parte inferior o superior.
- Los módulos tendrán en su parte inferior una sección libre, así como un canal vertical, a fin de permitir el ingreso de los cables y su conexión a los interruptores.
- El diseño de las celdas deberá ser tal que permita fácilmente el cambio de los interruptores, así como permitir ampliaciones.
- Se proveerá espacio de reserva, conforme se indican en los planos del proyecto, para ampliaciones futuras, los que estarán completamente preparados para recibir a futuros interruptores de salida. Los módulos o paneles de cada tablero deben ser amplios, a fin de permitir un buen mantenimiento y expansiones futuras.

- Todos los elementos sujetos a las fuerzas electromagnéticas del cortocircuito se diseñarán para soportar sin daño alguno, corrientes de cortocircuito que sean por lo menos equivalentes a aquella del interruptor principal como mínimo.

- Las superficies metálicas serán sometidas a tratamiento anticorrosivo de fosfatizado por inmersión en caliente, el cual deberá consistir básicamente de los siguientes pasos:
 - Desengrase alcalino a 95°C
 - Enjuague con agua
 - Desoxidado con ácidos
 - Enjuague con agua
 - Fosfatizado de zinc a 85°C
 - Enjuague con agua
 - Sellado con inhibidor
 - Secado en estufa

- El acabado será con dos capas de base anticorrosiva y dos capas de pintura epóxica de acabado, gris o beige perlado color RAL 7035.

- El fabricante podrá proponer al Propietario otro sistema equivalente y color de acabado, con las muestras respectivas.

b) Barras Principales

- Las barras principales y de derivación serán trifásicas con neutro, de arreglo horizontal y/o vertical.
- Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y de dimensiones adecuadas para llevar sus corrientes nominales sin exceder el aumento de temperatura especificado en las normas ANSI, IEEE y NEMA. La capacidad nominal de las barras principales se indica en el respectivo diagrama unifilar.
- Las barras y sus conexiones tendrán resistencia térmica y mecánica para soportar corrientes de falla y momentánea de acuerdo al nivel de cortocircuito en dicho punto. Estarán soportadas por material aislante exclusivamente de porcelana o resina sintética epóxica con resistencia mecánica capaz de soportar los efectos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla y momentánea de acuerdo al nivel de cortocircuito en dicho punto. Las juntas y contactos extraíbles en las barras de derivación, serán recubiertos de plata.
- La disposición de las barras será tal que permitan un fácil montaje y desmontaje de los interruptores sin interferir con los demás. También deberá permitir que el cableado interior no interfiera con las barras principales y sus derivaciones.

c) Barra de Tierra

- Los paneles incluirán una barra de tierra con una capacidad mínima del 25% del circuito más grande, a la cual se conectará toda la estructura metálica de los tableros y todos los elementos que lo requieran.
- Esta barra deberá tener dos agujeros, uno en cada extremo para la conexión al sistema de tierra, para lo cual el fabricante deberá suministrar los conectores para el cable de tierra.
- Los armazones, bastidores, estructuras metálicas y todas aquellas partes metálicas que no conduzcan corriente estarán firmemente conectados a tierra mediante esta barra.

d) Conexiones de Fuerza

- Se suministrará todos los conectores y terminales para los cables alimentadores de llegada y de los circuitos de distribución. Cuando haya más de un cable por fase, se proveerá para cada cable un conector y/o terminal.
- La unión del conductor con el terminal se debe ejecutar con prensa hidráulica manual.
- La ubicación de los puntos de conexión será tal que los cables puedan llegar a ellos con el mínimo de curvaturas y en todo caso

con radios no menores de 10 veces al diámetro exterior de los mismos.

- Se suministrará los soportes que fueran necesarios para permitir la fijación de los cables dentro del tablero. El material de dichos soportes deberá ser resistente a la formación de arco.

e) Cableado Interno

- Los Tableros deberán ser cableados íntegramente en fábrica, con cables de cobre con aislamiento de PVC o similar, anti-inflamable; considerando una sección mínima de 1,5 mm² para los circuitos de mando y señal de tensión, y de una sección de 4 mm² para los circuitos de corriente.
- El alambrado de instrumentos de medición será instalado, conectado y probado completamente en fábrica.
- El alambrado para conexiones externas y para los instrumentos ubicados en la puerta abisagrada será llevado a regletas terminales convenientemente ubicadas.
- Las regletas terminales deberán ser para 600 voltios y quedar debidamente identificadas a que circuito pertenece para la identificación de los alambres.

- El cable para el alambrado a instrumentos ubicados en la puerta abisagrada deberá ser del tipo extra flexible y asegurado adecuadamente.

f) **Interruptores Automáticos**

- Todos los interruptores a utilizarse serán en aire, automáticos, del tipo termomagnéticos, en caja moldeada, los de llegada y modulares para montaje en RIEL DIN o atornillables los de salida. Con protección térmica contra sobrecarga y electromagnético contra cortocircuitos. Serán de ejecución fija y de conexión por la parte posterior o superior; de operación manual y llevarán marcados claramente la corriente nominal y las letras “OFF” (desconectado) y “ON” (conectado).
- Los interruptores tendrán las siguientes características técnicas en el lugar de operación:
 - Tensión de servicio : 380V
 - Tensión de aislamiento : 750 V.
 - Corriente nominal : Según plano.
 - Poder de corte último: De acuerdo a indicación en planos y a coordinación de protecciones del fabricante.
- Los interruptores serán para operación manual en condiciones normales de trabajo. Permitirán la desconexión automática y

simultánea de todas las fases del circuito cuando se sobrecarga o se produce un cortocircuito en una de las fases (disparo común).

- Tendrán la característica de “disparo libre”, es decir que los contactos no podrán mantenerse cerrados bajo condiciones de falla y que dicho disparo es independiente de la posición de la palanca de operación.
- Tendrán contactos auxiliares de posición ON, OFF y TRIPP para el monitoreo, las cuales estarán conexiados a una bornera para un fácil acceso.
- Los interruptores diferenciales serán del tipo AC.
- Los interruptores que el proveedor proponga deberán ser de marca reconocida, tales como: Legrand, Merlin Gerin, Cutler Hammer, Bticino y General Electric o similar.

g) Contactores y relés auxiliares

- Para el control de iluminación se usarán contactores y relés de las siguientes características:
 - Tensión de servicio: 380 y 230 voltios
 - Frecuencia : 60 Hz
 - Bobina de 230 voltios y 24 voltios.

- Contactos auxiliares NA y NC.
- Selector manual automático.
- Botonera Start-stop.

h) Transformadores de Instrumentos

- Los transformadores de instrumentos serán del tipo seco y conforme a la norma ANSI C 57.13. Tendrán capacidades adecuadas para las cargas conectadas con un 25% de reserva mínima.
- Los transformadores de corriente en las fases serán de relación única, tipo ventana, con secundario de 5 amperios; acorde con los interruptores asociados.
- Vendrán provistos para ser engatillable en riel simétrico y patas de sujeción por tornillo
- Los errores máximos de relación y de fase con carga en el secundario no excederán los límites especificados en las normas correspondientes.

i) Placas de Identificación

- El Tablero, cada panel o módulo y los interruptores deberán ser convenientemente identificados, para lo cual suministrarán placas de identificación de aluminio anodizado, con letras blancas sobre

fondo negro. El tipo de dimensión del grabado de la placa y su designación estarán sujetos a previa aprobación.

- Se colocará la identificación de los circuitos del correspondiente tablero, según relación acorde con el diagrama unifilar y el conforme a obra. Esta relación irá en la parte posterior de la puerta, convenientemente fijada y protegida con un acrílico transparente desmontable.

A.2.2 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

A.2.2.1 ALCANCES

Esta especificación cubre el diseño, fabricación y pruebas de los Tableros de Distribución en Baja Tensión a 380V para servicios generales y para las oficinas. Los gabinetes de los tableros serán metálicos.

A.2.2.2 TABLEROS

Los Tableros de Distribución serán autosoportados y/o para adosar, en Gabinetes metálicos, provistos para montaje de interruptores automáticos termomagnéticos tipo DIN.

Estarán conformados por:

a) **Gabinetes Metálicos**

- Será construida de fierro galvanizado de 1.2mm. de espesor, debiendo tener huecos ciegos de 20 mm; 25 mm; 35 mm; 40 mm y 50mm; de acuerdo a los alimentadores.
- Las dimensiones de las cajas serán recomendadas por los fabricantes y deberán ofrecer un espacio libre para el alojamiento de por lo menos 10cm. en los cuatro costados, para poder hacer el alambrado en ángulo recto.
- El marco y la tapa serán del mismo material que la caja con su llave respectiva.
- El acabado será con dos capas de base anticorrosiva y dos capas de pintura epóxica color gris o beige perlado.
- La tapa debe de llevar en acrílico marcado la denominación del tablero según los planos, ejemplo T-1A. La tapa debe ser de una hoja y tener un compartimiento en su parte interior con porta tarjetas donde se alojará la relación de los circuitos del tablero la cual se escribirá con tinta y letra mayúscula sobre una cartulina blanca.
- Se remitirá al Inspector de Obras todas las muestras de las tapas en su estado final para su aprobación, reservándose el Inspector

de Obras el derecho de hacerles cambiar sin recargo alguno, en caso de no encontrarlas conformes.

- Las barras deben ir colocadas aisladas de todo el gabinete, de tal manera de cumplir con las normas de seguridad contra accidentes por descarga eléctrica. Las barras serán de cobre electrolítico, de las capacidades y dimensiones que se indican en los planos. Deberá instalarse una barra o borne para conexión de las líneas de tierra de todos los circuitos y de los alimentadores.

b) Interruptores Automáticos

- Serán automáticos termomagnéticos contra sobrecargas y cortocircuitos, para montaje en RIEL DIN, intercambiables de tal forma que puedan ser removidos sin tocar los adyacentes.
- Deben tener contactos de presión accionados por tornillos para recibir los conductores. Todos los contactos deben ser de aleación de plata. El mecanismo de disparo debe ser de “apertura libre” de tal forma que no pueda ser forzado a conectarse mientras subsistan las condiciones de cortocircuito.
- Llevarán claramente marcadas las palabras OFF y ON.
- Serán unipolares, bipolares o tripolares, operables manualmente para 380 voltios y 220V respectivamente, con una capacidad de

ruptura de cortocircuito mínimo de 10,000 Amperios para los rangos hasta 100 Amperios y de 25,000 Amperios para los rangos superiores.

- Estos interruptores estarán diseñados bajo el tipo comon-trip de tal modo que la sobrecarga, en uno de las fases, determinará la desconexión automática de las tres fases.
- La conexión o desconexión debe ser rápida, tanto en su operación automática como manual.
- Los interruptores diferenciales serán del tipo AC.
- Serán de marcas reconocidas tales como: Legrand, Cutler Hammer, Merlin Gerin, Ticino, General Electric o similar.

A.2.2.3 DISPOSICIÓN DE APARELLAJE

Como norma general, todos los elementos de protección, maniobra, señalización, etc. de una salida o servicio estarán agrupados e identificados, mediante rótulos, con la designación que figura en los esquemas dados por la Ingeniería, serán totalmente accesibles desde la parte frontal del cuadro sin necesidad de desmontar previamente ningún equipo.

En la parte frontal del cuadro irán los aparatos de medida, conmutadores, pulsadores y, en general, los elementos de maniobra

que puedan accionarse desde el exterior del cuadro, sin riesgo para el operador, con su correspondiente rótulo.

No se instalará ningún elemento de protección o seccionamiento, como interruptores, seccionadores, etc., en la puerta. Estos deberán ir montados en el interior, convenientemente separados unos de otros, de tal manera que en caso de un defecto eléctrico lo despeje el interruptor más cercano, aguas arriba, sin que se produzcan ionizaciones de barras y otros fenómenos perjudiciales para la seguridad del cuadro.

En el caso de seccionadores cuya maneta no sea accesible fácilmente, desde el exterior y/o interruptores de mando rotativo, al ir montados siempre en el interior del cuadro, deberá preverse un mando tipo engrane seccionable para su accionamiento exterior con puerta cerrada.

El fondo de los paneles quedará definido por el del panel que aloje el interruptor de mayor dimensión y será el mismo para todos los paneles.

A.2.2.4 EQUIPOS DE MEDIDA

Su posición será preferentemente en la parte superior del tablero. Cuando en un tablero haya puerta transparente, todos los indicadores, señalizaciones, etc. deberán ser plenamente visibles desde el exterior sin necesidad de abrir dicha puerta.

En los cuadros generales se dispondrán analizadores de red, según se indica en unifilares, en:

- Acometida de red
- En la acometida de grupo

El analizador tendrá las siguientes señales a visualizar:

- Intensidades de fases y de líneas.
- Tensiones de fases y de líneas.
- Potencia activa trifásica.
- Potencia reactiva trifásica.
- Factor de potencia.
- Potencia aparente trifásica.
- Frecuencia.
- Fecha.
- Energía activa.
- Energía reactiva.

Además deberán contar con puertos de comunicación Modbus RS-485.

A.2.2.5 SISTEMAS DE BARRAS

Las barras serán de cobre electrolítico, estarán dimensionados para la potencia máxima de entrada más un 15% y factor de simultaneidad uno. Serán de igual sección a todo lo largo del cuadro y de valores normalizados. La sección de la fase será igual a la del neutro y mayor a la mitad de la de tierra.

Los embarrados y sus soportes han de estar dimensionada para soportar sin daño los esfuerzos térmicos y dinámicos del cortocircuito máximo, hasta que la protección aguas arriba despeje la falta. Las estructuras de los cuadros, los soportes de barras, la tornillería y las piezas de sujeción serán de material magnético que impida la formación de espiras magnéticas.

3.2 DISEÑO MECÁNICO EN AUTOCAD:

Haciendo uso de los diagramas Unifilares adjuntos en el **Anexo A** verificamos la capacidad y cantidad de la aparamenta eléctrica a emplearse. En nuestras librerías y base de datos seleccionamos los archivos CAD necesarios para el diseño de los planos Mecánicos de cada Tablero Eléctrico.

Se realiza también el diseño de planos detalles de estructuras metálicas adjuntos en el **Anexo B** para la fabricación de los gabinetes, cumpliendo las indicaciones de las especificaciones técnicas tanto en el tipo de plancha, espesor y demás características físicas mencionadas para la fabricación de los mismos.

Finalizando se arma la estructuración interna de todos los componentes para verificar así las dimensiones reales a cual debe fabricarse el gabinete metálico, dimensiones de las barras de cobre a emplearse, entradas y salidas de los conductores y demás datos necesarios a ser considerados en todo el proceso de fabricación.

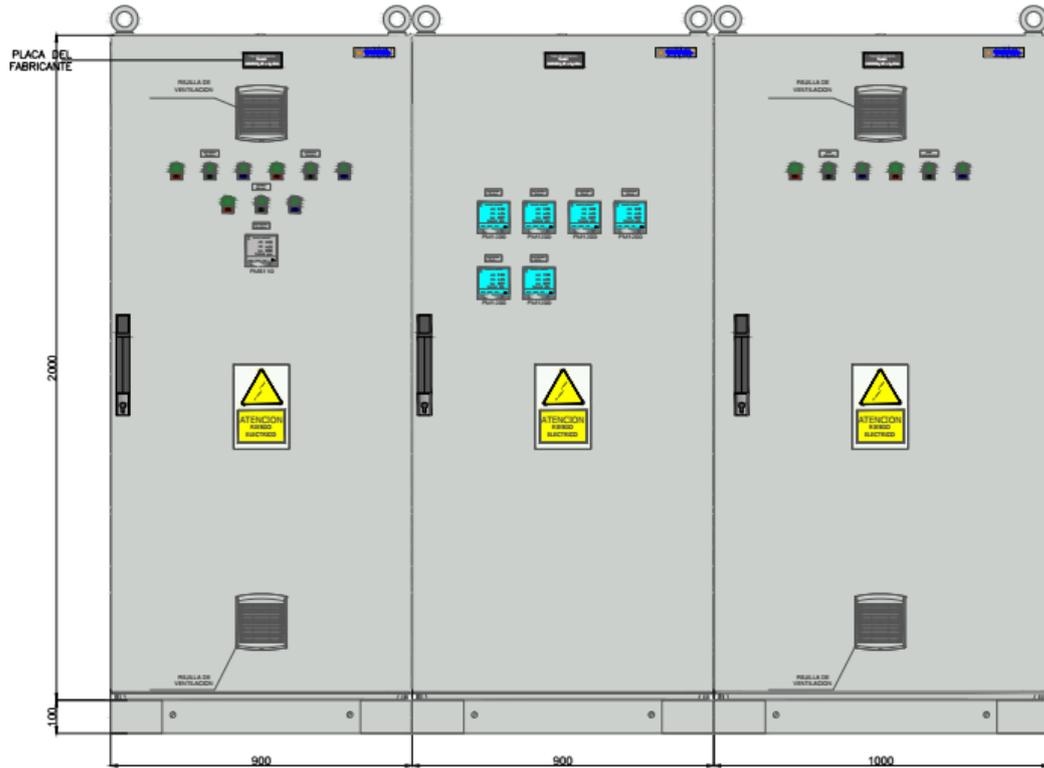


Figura 17: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista Frontal.

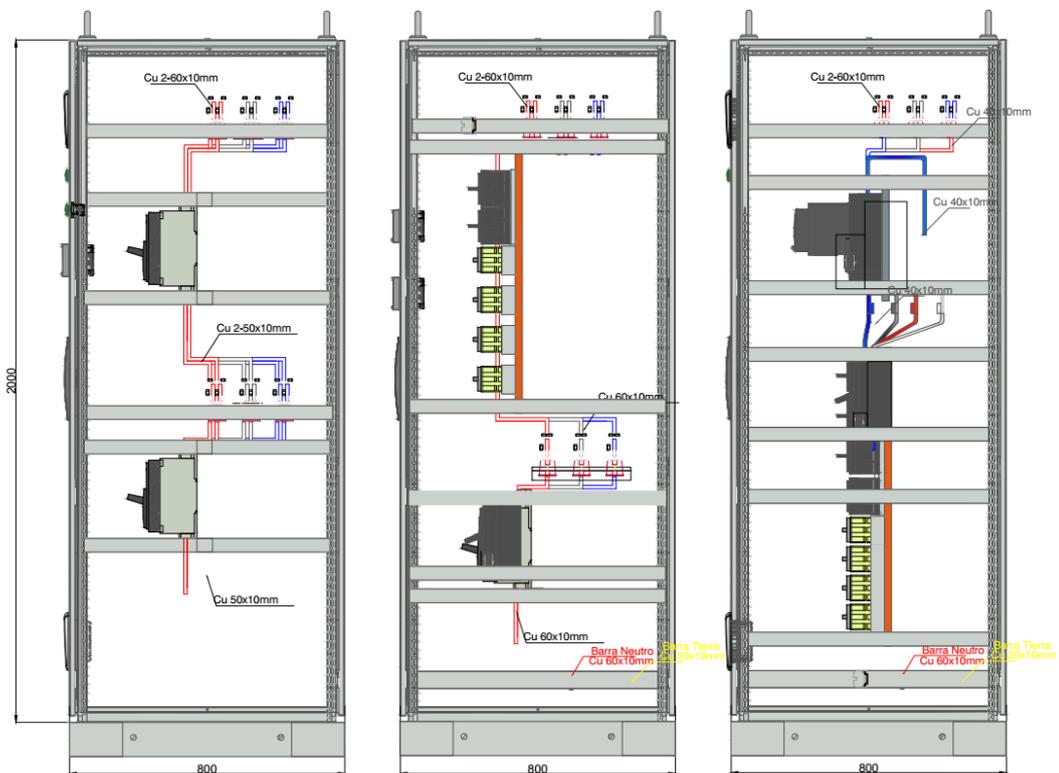


Figura 18: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista Perfil.

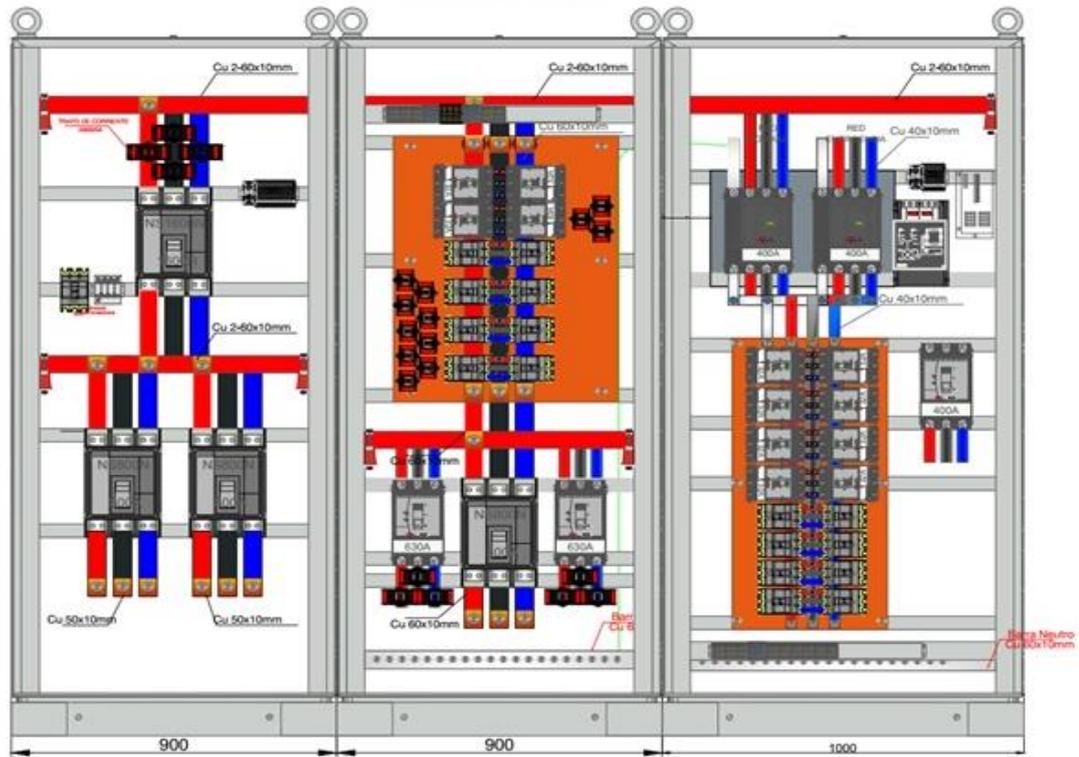


Figura 19: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista Interior.

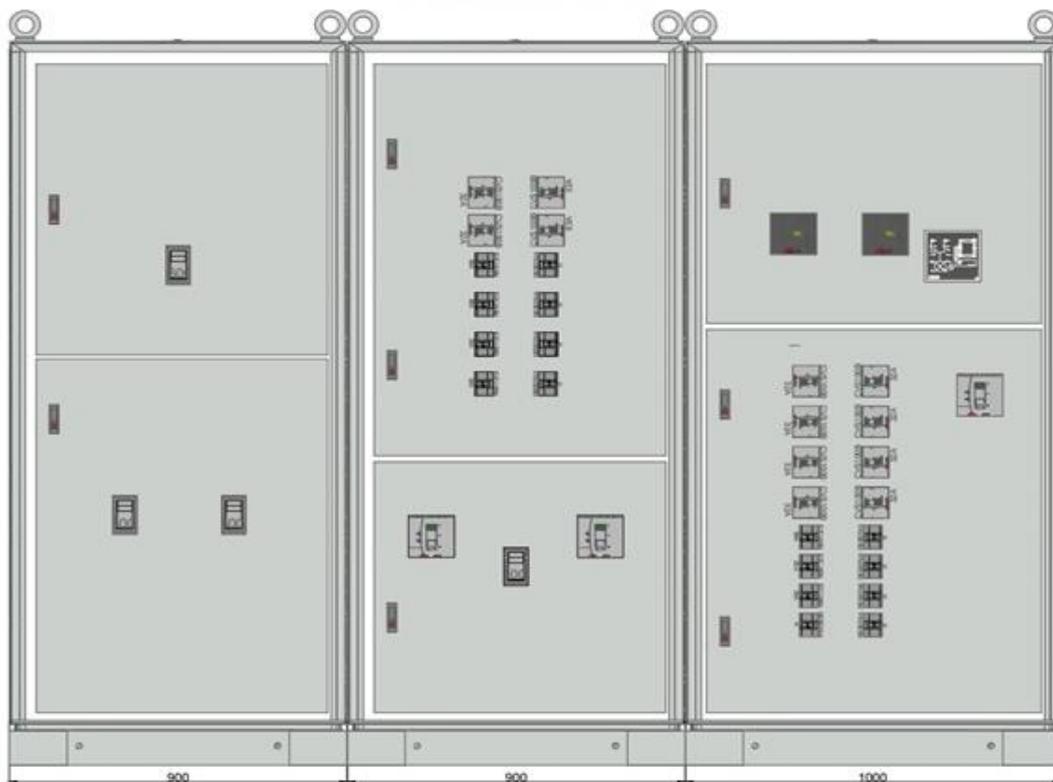


Figura 20: Diseño Mecánico del Tablero en AutoCAD - Vista con Mandil.

3.3 PROCEDIMIENTO MECÁNICO DE FABRICACIÓN

Sigue el proceso del corte, punzonado, plegado y soldadura de las planchas metálicas seguidas a ser realizados para el armado de las estructuras y perfiles metálicas de acuerdo con el requerimiento constructivo diseñado según espesor mínimo de la Plancha de Acero.

*Tabla N° 6
Espesor Mínimo de la Plancha de Acero para Gabinetes o Armarios*

Superficie libre [m²]	Espesor de la plancha [mm]
0,25	1,2
0,75	1,5
1	1,8
sobre 1	2,0

3.3.1 Proceso de corte de la Plancha Metálica

Se hace uso de la guillotina, esta máquina de corte cumple la función de una tijera de mayor dimensión y es usada con más frecuencia por la industria de la metalurgia para realizar corte de las planchas metálicas de espesores gruesos y delgados. Para el corte de pequeños espesores se usa una cizalladora manual y para el corte de grandes espesores se recurre a una cizalladora mecánica.

El técnico realiza este proceso que consiste en:

- Colocación sobre la mesa de la chapa a cortar.

- Situación de la plancha metálica en posición de corte (operación que se realiza con la ayuda de reglas graduadas situadas en los soportes delanteros y la galga de tope trasero o bien con la lectura de indicadores automáticos).
- Accionamiento de la corredera, (con lo que descienden automáticamente el pisón y la cuchilla, ésta con un retraso sobre el pisón y se efectúa el corte de la chapa).
- La plancha metálica una vez cortada cae por la parte posterior de la máquina al suelo o bien dentro de un sistema de recogida dispuesto para tal fin y la corredera queda inmovilizada en el punto superior.

Este proceso se hace para obtener todas las piezas cortadas siguiendo una dimensión requerida tanto para los ángulos, puertas, mandiles, paneles, etc. Necesarios para el armado del gabinete de cada Tablero Eléctrico.



Figura 21: Proceso de corte de la Plancha Metálica.

3.3.2 Proceso de punzonado

Se hace uso de la punzonadora, esta máquina es empleada en la industria de la metalmecánica para hacer perforaciones en las piezas metálicas a través de punzones y una matriz.

Estas herramientas incorporadas de la punzonadora están hechas de acero y facilitan el ángulo del corte sobre las piezas metálicas debido a que maniobrándola por medio del pulso se puede regular la altura indicada sin que las láminas se muevan de un lado a otro.

El técnico emplea CNC (Control Numérico por Computador) para tener un mayor control y exactitud en los ejes a perforar.



Figura 22: Proceso de punzonado de las planchas metálicas cortadas.

3.3.3 Proceso de plegado

Se hace uso de la plegadora que tiene la función de doblar piezas metálicas en este caso la plancha metálica y demás calibres de láminas.

En este proceso el técnico coloca la plancha entre el punzón y la matriz y se somete a la presión progresiva. Por este motivo, el plegado de la pieza va en función de la fuerza aplicada con precisión en diversas posiciones formando los ángulos y diferentes tipos de dobléz de los modelos y diseños de fábrica.



Figura 23: Proceso de plegado.

3.3.4 Proceso de Soldadura

Se aplica la soldadura MIG/MAG que es un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible. El arco se produce mediante un electrodo formado por un hilo continuo y las piezas a unir, quedando este

protegido de la atmósfera circundante por un gas inerte (soldadura MIG) o por un gas activo (soldadura MAG). Los aceros no aleados y aleados se sueldan preferentemente con gas activo (MAG), ejemplo el Dióxido de Carbono. Los aceros muy aleados y los materiales como el aluminio, el magnesio, materiales con base de níquel y el titanio se sueldan con gas inerte, ejemplo el Argón (MIG).

El técnico emplea este tipo de soldadura que es versátil, pudiendo depositar el metal a una gran velocidad y en todas las posiciones. Este procedimiento es muy utilizado en espesores pequeños y medios en estructuras de acero y aleaciones de aluminio, especialmente donde se requiere un gran trabajo manual.



Figura 24: Proceso de Soldadura para el armado de los Gabinetes del Tablero Eléctrico.

3.3.5 Proceso de tratamiento y recubrimiento de superficie

Contempla todo el proceso del pintado comenzando en el área de lavado, el cual realiza el tratamiento de superficies de las estructuras, con el fin de prevenir la oxidación en el mismo.

Los técnicos asignados realizan estos procesos:

1. Pre desengrase
2. Desengrase
3. Enjuague 1
4. Fosfatado al zinc
5. Enjuague 2
6. Secado

Cuando la pieza sale del tratamiento de superficies, queda con una capa de fosfato, la cual será la protección del acero para evitar la corrosión. Posteriormente la pieza pasa a ser colgada por parte de dos operarios en el sistema de tracción, que básicamente consta de un moto-reductor que mueve una cadena aérea por un circuito cerrado y que viaja a una velocidad de 1(m/min).

Cuando la pieza comienza el trayecto pasa por la cabina de pintura electrostática, en la cual se encuentran los equipos encargados de aplicar la pintura sobre la superficie de la pieza. Para este efecto se tiene cabinas acondicionadas para el proceso y con equipos de aplicación de pintura VERSATIC TECHNOLOGY. Es en este proceso que la pintura se carga magnéticamente por medio de los equipos de aplicación, y por el polo a tierra transmitido desde el sistema de tracción a la pieza que la pintura se pega de la pieza. Esto garantiza un espesor de pintura homogénea para toda la superficie de la pieza.

Los encargados de realizar el proceso de aplicación son dos operarios calificados, cada uno ubicado a cada lado de la cabina de pintura para poder pintar ambos lados de la pieza y este proceso tiene un tiempo de duración aproximadamente de

5 minutos por pieza. Inmediatamente sale de la cabina de pintura entra al horno a gas por convección forzada continua, en el cual comienza un proceso lento de calentamiento de la pieza, la cual le transmitirá el calor a la pintura por el proceso de conducción de temperatura llegando a 190°C. La longitud del horno es de 4 metros, por lo que la pieza se demora aproximadamente 30 minutos en salir del mismo ya con la pintura adherida. En este tiempo en el cual la pieza pasa por el horno se garantiza los tiempos y la temperatura estipulada por el fabricante de la pintura y así se cumple con todas las características técnicas y de desempeño de la misma.

Finalmente las piezas son bajadas del sistema de tracción para ser llevadas a los diferentes departamentos técnicos para su ensamble y distribución.



Figura 25: Proceso de Fosfatizado



Figura 26: Proceso de pintado electrostáticamente.

3.3.6 Ensamblaje de barras Cu y Montaje del equipamiento eléctrico

Se desarrolla con el armado de los paneles y conectores de cobre, los cuales han sido seleccionados mediante tablas identificando su capacidad de amperaje. Las barras principales se conformaron por 4 barras de 60x10 mm, para cada fase soportando una carga máxima de 1200 amperios.

Las barras se acondicionaron con mangas termocontraíbles, con aislamiento de 1000 Voltios /mm², de acuerdo al código de colores de la NTP

- Neutro- Blanco
- Línea R – Rojo
- Línea S – Negro
- Línea T – Azul

Luego se realiza el montaje del Equipamiento Eléctrico en cada espacio según indique el diagrama unifilar.

Tabla N° 7
Capacidad de Corriente para Barras de Cobre de Sección Rectangular - METICO



DIMENSIÓN EN mm	ÁREA EN mm ²	PESO		CAPACIDAD DE CARGA AMP EN CORRIENTE ALTERNA		MODULO RESISTENTE	
		Kg / m.	Lbs / pie	Desnudo	Pintado	Wx	Wy
						en cm ²	en cm ²
2 x 15	30	0.267	0.181	155	178	0.075	0.010
2 x 20	40	0.356	0.242	185	205	0.133	0.013
3 x 15	45	0.401	0.269	170	185	0.112	0.022
3 x 20	60	0.534	0.356	220	245	0.200	0.030
3 x 25	75	0.668	0.450	270	300	0.312	0.037
3 x 30	90	0.801	0.538	315	350	0.450	0.045
3 x 40	120	1.068	0.719	420	460	0.800	0.060
3 x 50	150	1.335	0.900	488	564	1.250	0.075
3 x 100	300	2.670	1.815	912	1083	5.000	0.150
4 x 20	80	0.712	0.484	261	283	0.267	0.053
4 x 25	100	0.890	0.605	309	340	0.417	0.067
4 x 30	120	1.068	0.726	357	398	0.600	0.080
4 x 40	160	1.424	0.952	453	512	1.066	0.106
4 x 50	200	1.780	1.210	549	627	1.667	0.133
5 x 20	100	0.890	0.605	290	325	0.333	0.083
5 x 25	125	1.113	0.757	350	385	0.521	0.104
5 x 30	150	1.335	0.908	400	450	0.750	0.125
5 x 35	175	1.558	1.059	449	501	1.021	0.146
5 x 40	200	1.780	1.196	520	600	1.333	0.166
5 x 50	250	2.225	1.498	630	700	2.080	0.208
5 x 60	300	2.670	1.794	750	825	3.000	0.250
5 x 80	400	3.560	2.392	950	1060	5.333	0.333
5 x 100	500	4.450	2.290	1000	1310	8.333	0.416
6 x 30	180	1.602	1.089	433	478	0.900	0.180
6 x 40	240	2.136	1.435	551	615	1.600	0.240
6 x 50	300	2.670	1.815	669	752	2.500	0.300
6 x 60	360	3.204	2.153	787	889	3.600	0.360
6 x 80	480	4.272	2.871	1022	1187	6.400	0.480
6 x 100	600	5.340	3.588	1258	1437	10.000	0.600
8 x 40	320	2.848	1.936	650	718	2.133	0.427
8 x 50	400	3.560	2.420	789	877	3.333	0.533
8 x 60	480	4.272	2.869	929	1036	4.800	0.640
8 x 80	640	5.696	3.825	1209	1355	8.533	0.853
8 x 100	800	7.120	4.784	1488	1673	13.333	1.066
10 x 40	400	3.560	2.392	750	835	2.666	0.666
10 x 50	500	4.450	2.990	920	1025	4.160	0.833
10 x 60	600	5.340	3.588	1100	1200	6.000	1.000
10 x 80	800	7.120	4.784	1400	1540	10.660	1.333
10 x 100	1000	8.900	5.980	1700	1880	16.660	1.666
10 x 120	1200	10.680	7.176	1974	2010	16.700	1.678
10 x 150	1500	13.350	8.970	2413	2570	16.985	1.689
10 x 160	1600	14.258	9.666	2600	2700	17.050	1.695
10 x 200	2000	17.800	11.960	3200	3300	17.130	1.715

NOTA: Longitudes de acuerdo al requerimiento del cliente.

Se considera distancias mínimas entre partes desnudas energizadas dentro de un tablero.

*Tabla N° 8
Distancias entre Partes Energizadas Desnudas dentro de un Tablero*

Tensiones de servicio [V]	Distinta polaridad tendido al aire	Distinta polaridad montada sobre la misma superficie	Partes energizadas con respecto a tierra
	[mm]		
0 a 200	15	20	15
201 a 400	20	35	15
401 a 1000	30	50	30



Figura 27: Panel de Barras y conectores de cobre

3.3.7 Proceso de cableado y rotulado

El cableado se desarrolla a partir de esquemas eléctricos, donde se indica el calibre y tipo de conductor a usar, una vez culminado con el cableado se

procede a rotular para la identificación de los circuitos tanto de fuerza como de control.

*Tabla N° 9
Capacidad de corriente y calibres de Conductores Eléctricos*

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391



Figura 28: Proceso de Cableado de los equipos eléctricos.

3.3.8 Pruebas en los Tableros Eléctricos

Al concluir los trabajos de montaje y de cableado eléctrico se deberán realizar las pruebas requeridas y definidas por la norma IEC 61439-1. Estas verificaciones tienen como objeto detectar fallos en los materiales y en la fabricación de componentes o la estructura del tablero.

a) Verificación de la resistencia de aislamiento

Se hace uso del Megóhmetro que normalmente tan solo se conectan 2 cables (Positivo + y negativo -) a través de la barrera de aislamiento. Después de hacer la conexión tienes que aplicar el voltaje de test durante al menos 1 minuto en el caso de los megóhmetro de más de 1000V, esto es un estándar en la industria que te permite tomar medidas precisas y compararlas con test hechos en el pasado.

Durante todo este intervalo, la resistencia debería caer o quedarse relativamente quieta o estable. Un gran equipo presentará un descenso muy estable, sin embargo un sistema más pequeño se mantendrá muy estable porque sus propiedades capacitivas y de absorción bajan la corriente a cero más rápido que los sistemas más grandes. Después de 1 minuto o el final del test, deberías guardar y registrar el valor de la resistencia dado.

Se puede dar el caso de que no tengamos buenas referencias para comparar y así estar 100% seguros de nuestras medidas, por lo que

podemos valernos de la siguiente tabla para interpretar nuestras medidas.

*Tabla N° 10
Grado de condiciones y medidas del Megóhmetro*

Grado de condiciones	Medidas mínimas MΩ
Peligroso	Menos de 1MΩ
Cuestionable	Entre 1 y 2 MΩ
Bueno	Entre 2 y 4 MΩ
Excelente	Más de 4 MΩ



Figura 29: Medición con Megóhmetro

b) Verificación de la continuidad

Una prueba de continuidad consiste en comprobar que hay una trayectoria continua para la corriente. Esta medida se realiza con los circuitos bajo prueba libres de tensión. La medida se realiza conectando una de las puntas de prueba a la barra o punto equipotencial general y la otra punta de prueba al conductor de protección de la base de enchufe bajo prueba. Este procedimiento se repite para cada una de las bases de enchufe o puntos de conexión del conductor de protección.

c) Inspecciones Visuales

- **Instalación de los aparatos y componentes de maniobra:**

Se comprueba la correspondencia real entre el equipo instalado y aquellos previstos en el diseño del cuadro.

- **Circuitos y conexiones eléctricas internas:**

Es necesario verificar aleatoriamente el correcto apriete de los terminales.

- **Funcionamiento mecánico:**

Se accionan aleatoriamente palancas, pulsadores y otros posibles elementos de maniobra.

- **Cableado y funcionamiento:**

Se comprueba la placa de especificaciones y en caso necesario, se verifican mediante pruebas el funcionamiento eléctrico y cualquier posible bloqueo de seguridad.

3.4 FALLAS PRINCIPALES QUE PROTEGEN LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.

- **CORTOCIRCUITOS.**

Son defectos que producen intensidades muy elevadas (con 5 veces la I_n), la elevación se produce en un intervalo de tiempo muy pequeño y destructivas,

los cortocircuitos ocurren en un circuito de baja impedancia entre dos puntos de potencial diferente produciendo un arco eléctrico, esfuerzos electrodinámicos y esfuerzos térmicos.

Debido a que un cortocircuito puede causar importantes daños en las instalaciones eléctricas e incluso incendios en edificios, estas instalaciones están normalmente dotadas de fusibles o interruptores magneto térmicos a fin de proteger a las personas y los objetos.

- **SOBRECARGAS.**

Estas sobreintensidades pueden producirse en circuitos eléctricos en perfecto estado, debido a un número de pequeñas cargas de poca duración que se producen ocasionalmente por casualidad, cargas al arrancar un motor y demás.

Sin embargo, si persiste cualquiera de estas situaciones durante más de un tiempo determinado (según los ajustes del relé protector o las especificaciones de los fusibles) se debe cortar esta corriente tan rápido como permita la magnitud, para evitar daños permanentes en el cableado y en el aparato si la sobreintensidad se debe a un componente de carga defectuoso.

- **CORRIENTE RESIDUAL.**

La corriente residual o corriente de fuga es la que circula a través de la carga produciendo pérdidas en el consumo y generando descargas eléctricas. Cuanto mayor es la instalación mayor es su capacidad con el consiguiente aumento de la corriente de fuga. Con el fin de proteger a los usuarios en estas circunstancias, los

dispositivos de disparo rápido y alta sensibilidad basados en la detección de corrientes residuales a tierra (que pueden atravesar o no a un ser humano o animal) se utilizan para desconectar automáticamente la fuente de alimentación y con la rapidez suficiente como para evitar lesiones o incluso la muerte por electrocución de un ser humano.

3.5 EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO QUE CONFORMAN EN LOS TABLEROS ELÉCTRICOS PARA EL CONTROL Y PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

a) INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

Todos los interruptores a utilizarse serán en aire, automáticos, del tipo termomagnéticos, en caja moldeada, los de llegada y modulares para montaje en RIEL DIN o atornillables los de salida. Con protección térmica contra sobrecarga y electromagnético contra cortocircuitos. Serán de ejecución fija y de conexión por la parte posterior o superior; de operación manual y llevarán marcados claramente la corriente nominal y las letras “OFF” (desconectado) y “ON” (conectado).

Los interruptores tendrán las siguientes características técnicas en el lugar de operación:

- Tensión de servicio : 380V
- Tensión de aislamiento : 750 V.
- Corriente nominal : Según plano.
- Poder de corte último : De acuerdo a indicación en planos y a coordinación de protecciones del fabricante.

Los interruptores serán para operación manual en condiciones normales de trabajo. Permitirán la desconexión automática y simultánea de todas las fases del circuito cuando se sobrecarga o se produce un cortocircuito en una de las fases (disparo común).Tendrán la característica de “disparo libre”, es decir que los contactos no podrán mantenerse cerrados bajo condiciones de falla y que dicho disparo es independiente de la posición de la palanca de operación.

Tendrán contactos auxiliares de posición ON, OFF y TRIPP para el monitoreo, las cuales estarán conexionados a una bornera para un fácil acceso.

Los interruptores que el proveedor proponga deberán ser de marca reconocida, tales como: Legrand, Cutler Hammer, Bticino y General Electric o Schneider Electric.

b) INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los cuales tendrán la función de detectar una fuga de corriente, causada por falta de aislamiento entre un conductor energizado y tierra, interrumpiendo automática e inmediatamente la alimentación, garantizando así la seguridad de las personas.

Los interruptores deberán de tener las siguientes características:

- Norma de referencia: CEI EN 61008-1
- Número de polos: 2P, 4P

- Curva características de intervención: AC
- Tensión nominal: 220 V
- Tensión máxima de empleo: 440 V
- Tensión nominal de aislamiento: 500 V
- Frecuencia: 60 Hz
- Corriente nominal: indicado en planos
- Sensibilidad: 30 mA.

Los interruptores diferenciales serán de la marca Legrand, Cutler Hammer, Bticino y General Electric o Schneider Electric.

c) CONTACTORES

Para el manejo del control y fuerza será el tipo electromagnético en caja de material aislante con las siguientes características:

- Tensión de trabajo : 220 Voltios
- Nivel de aislamiento : 600 Voltios
- Categoría de utilización según IEC : AC-1
- Bobina de operación : 220 Voltios
- Contactos principales : 3
- Contactos auxiliares : 2
- Frecuencia : 60 Hz.
- Amperaje : indicado en planos.

Los contactores serán de la marca Siemens, ABB o Schneider Electric.

d) RELÉ TÉRMICO REGULABLE

Para la protección de los motores contra sobrecorrientes.

Características técnicas:

- Rango de corriente : indicado en planos
- Clase de disparo : 10A SEGÚN UL 508, IEC947-4-1
- Norma de fabricación : IEC947-4-1, IEC947-1
- Contactos : 1NA+1NC
- Homologación CSA, UL, SICHERE TRENNUNG, PTB.
- Tensión de aislamiento según IEC 947-4-1 690V
- Temperatura ambiente para funcionamiento normal (IEC 947-4-1)
de -20 a 60°C
- Resistencia a las vibraciones según IEC 68-2-7, 6g.
- Montaje directo a Contactor con borneras protegidas de contactos
accidentales y tornillos imperdibles.
- Rearme manual-automático enclavable y precintable
- Pulsadores frontales de parada y rearme separados
- Tapa de protección transparente de las funciones señal de disparo
y test de disparo.

Los relés térmicos serán de la marca Legrand, Cutler Hammer, Bticino y General Electric o Schneider Electric.

e) INTERRUPTOR HORARIO:

Dispositivo el cual permite controlar distintas cargas eléctricas, haciendo que se activen o desactiven en un intervalo de tiempo.

Deberá contar con los siguientes elementos:

- Motor eléctrico síncrono.
- Motor de resorte para reserva mecánica.
- Para 24 horas con calibración clara, con disparadores que conectan y desconectan el interruptor a las horas programadas.
- Con bornes de conexiones, alambrado y accesorios de las siguientes características:

Intensidad nominal	: 20 A,
Tensión nominal	: 220 V,
Frecuencia	: 60 Hz
Reserva mecánica mínima	: 15 horas.

Los interruptores horarios serán del tipo analógicos marca Ticino, Merlin Gerin, Orbis, ABB, General Electric o Schneider Electric.

3.6 CALCULOS JUSTIFICATIVOS

3.6.1 GENERALIDADES

El presente estudio tiene por finalidad de conocer el comportamiento actual del tablero eléctrico de tal manera que resista las tensiones térmicas y dinámicas causadas por las corrientes de cortocircuito.

3.6.2 ALCANCE

Se verificará la resistencia a cortocircuitos del tablero eléctrico T-SG2, empleando las normas de diseño definidas en la norma IEC.61439-1. De tal forma que las dimensiones de la barras de cobre 10x60mm sean apropiadas para resistir a las corrientes de cortocircuito; En el cálculo se tomaron las siguientes consideraciones:

- ✓ Calculo de Corriente de cortocircuito referido al lado de BT del Transformador
- ✓ Calculo de Esfuerzo electrodinámico entre barras producidos por la corriente de C.C
- ✓ Calculo de Resonancia
- ✓ Calculo de Efectos Térmicos producidos por la corriente de C.C
- ✓ Calculo de Aisladores Porta barras
- ✓ Diseño del Sistema de Puesta a Tierra en los Tableros Eléctricos

3.6.3 CÁLCULO DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO DEL TABLERO T-SG2

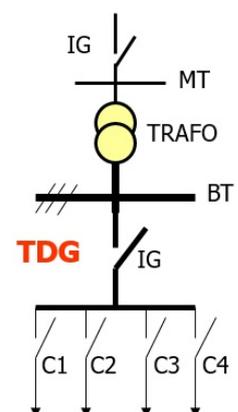
3.6.3.1 Corriente de cortocircuito lado de AT del Trafo (Icca):

Teniendo en cuenta la potencia de cortocircuito suministrada por la concesionaria se obtiene la corriente de corto circuito.

$$I_{cca} = S_{cc} / \sqrt{3} \times V_{np}$$

Donde:

- ✓ Corriente de C.C en el lado de AT (Icca) → **Icp = 1.040 kA**
- ✓ Potencia de cortocircuito de la red (Scc) → **Scc = 18.0 MVA**
- ✓ Tensión nominal del trafo (Vnp) → **Vp = 10.0 kV**



3.6.3.2 Corriente de cortocircuito lado de BT del Trafo (Iccb):

$$I_{ccb} = I_{ccp} \cdot V_{np} / V_{ns}$$

Donde:

✓ Corriente de C.C en el lado de BT (Iccb)	→	Ics = 27.4 kA
✓ Corriente de C.C en el lado de AT (Icca)	→	Icp = 1.040 kA
✓ Tensión nominal del trafo (Vnp)	→	Vp = 10.0 kV
✓ Tensión nominal del trafo (Vns)	→	Vs = 0.38 kV

3.6.3.3 Corriente de choque (Ichoque):

$$I_{choque} = \sqrt{2} \times 1.8 \times I_{ccBT}$$

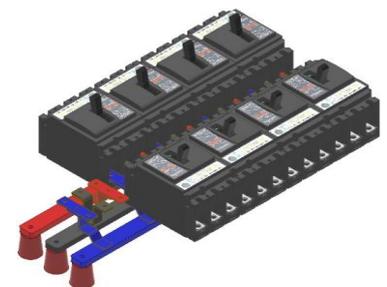
Donde:

✓ Corriente de choque (Ichoque)	→	Ich = 69.7 kA
---------------------------------	---	----------------------

3.6.4 CÁLCULOS DE ESFUERZOS ELECTRODINÁMICOS

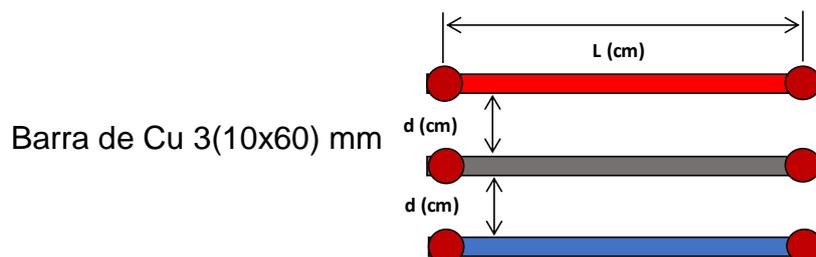
3.6.4.1 Esfuerzo electrodinámico entre barras (F):

$$F = 0.0204 I_{ch}^2 L / d \quad \text{Kgf}$$



Donde:

✓ Esfuerzo entre barras (F)	→	F = 1982 kgf
✓ Distancia entre barras (d)	→	d = 2.5 cm
✓ Longitud de barras entre aisladores(L)	→	L = 50.0 cm
✓ Corriente de choque (Ich)	→	Ich = 69.7 kA



3.6.4.2 Momento flexor máximo (M):

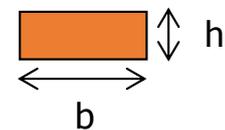
$$M = F.L / 16 \quad \text{Kgr.cm.}$$

Donde:

✓ Momento flector máximo (M) \longrightarrow **M = 6194.0 kgf-cm**

3.6.4.3 Momento resistente de la barra (Wr):

$$W_r \text{ barra} = h.b^2/6 \quad \text{cm}^3.$$



Donde:

✓ Momento resistente (Wr) \longrightarrow **Wr = 6.0 cm³**
✓ Espesor de la barra (h) \longrightarrow **h = 1.0 cm**
✓ Altura de la barra (b) \longrightarrow **b = 6.0 cm**

3.6.4.4 Esfuerzo máximo de flexión en la barra (Wr):

Donde:

✓ Esfuerzo max. de flexión en barra (Mf) \longrightarrow **Mf = 1032.3 kgf/cm²**
✓ Momento flector (M) \longrightarrow **M = 6194.0 kgf-cm**
✓ Momento resistente (Wr) \longrightarrow **Wr = 6.0 cm³**

$$M_f \text{ barra} < 1250 \text{Kgf/cm}^2$$

Como el máximo esfuerzo de flexión admisible por el Cobre es de 1250 Kgf / cm² para barras rectangulares, la barra elegida es apropiada.

3.6.5 CÁLCULO DE RESONANCIA

3.6.5.1 Frecuencia de oscilación de la barra

Las barras de cobre tienen una frecuencia natural de vibración “f” dada por la siguiente formula:

$$f_b = \frac{112}{L^2} \sqrt{\frac{E \cdot J}{G}}$$

Donde:

✓ Frecuencia de oscilación de la barra (f _b)	→	F_b = 35.5 Hz
✓ Módulo de elasticidad (E)	→	E = 1250.0 kg/cm²
✓ Momento de Inercia (J)	→	J = 18.0 cm⁴
✓ Peso de la platina (G)	→	G = 0.036 kg/cm
✓ Longitud libre de la barra (L)	→	L = 50.0 cm

Hallando momento de inercia:

$$J = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

✓ Momento de Inercia (J) → **J = 18.0 cm⁴**

Debe cumplirse que:

$$f_b \notin 54 < f_b < 66 ; 108 < f_b < 132$$

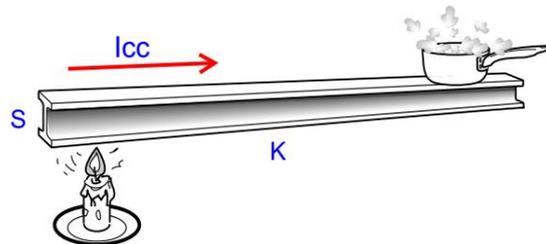
Se cumple que la frecuencia de resonancia (F_b) está fuera del límite de +/- 10% de la frecuencia de la red 60 Hz y el doble de la misma. Por tanto, el sistema de barras seleccionado está dentro de los valores permitidos.

3.6.6 CÁLCULO DE EFECTOS TÉRMICOS

3.6.6.1 Calculo por Temperatura

La elevación de temperatura está dada por:

$$\Delta\theta = \frac{K \cdot I_{cc}^2 \cdot (t + \Delta t)}{S^2}$$



Donde:

✓ Elevación de la temperatura ($\Delta\theta$)	→	$\Delta\theta = 47.56\text{ °C}$
✓ Constante térmica del cobre (K)	→	K = 0.0058
✓ Sección de la barra (S)	→	S = 600.0 mm²
✓ Corriente de cortocircuito en barra (I_{cc})	→	I_{cc} = 27.4 kA
✓ Tiempo de apertura del relé (t)	→	T = 0.05 Seg
✓ Temperatura inicial de operación (t_0)	→	t₀ = 35.0 °C

3.6.6.2 Incremento del tiempo de protección

$$\Delta t = \left\langle \frac{I_{ch}}{I_{cc}} \right\rangle^2 \cdot T_x$$

Donde:

✓ Incremento del tiempo de protección (Δt)	→	$\Delta t = 3.9\text{ Seg}$
✓ Para el caso de cortocircuito bipolar (T_x)	→	T_x = 0.60 Seg

3.6.6.3 Temperatura final de la barra en C.C

$$T_{fb} = t_{ob} + \Delta t$$

Donde:

✓ Temperatura final de la barras (T_{fb})	→	T_{fb} = 82.6 °C
✓ Temperatura inicial de operación (t_0)	→	t₀ = 35.0 °C
✓ Elevación de la temperatura ($\Delta\theta$)	→	$\Delta\theta = 47.6\text{ °C}$

$$T_{\text{máx Cu}} = 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

La temperatura máxima que soporta el conductor de Cu es 200 °C. Se tiene $88.1 < 200 \text{ }^{\circ}\text{C}$

3.6.7 CÁLCULO DE AISLADORES PORTABARRAS

3.6.7.1 Esfuerzo de ruptura

El esfuerzo de ruptura (P) en la punta del aislador estará dado por la máxima fuerza entre apoyos dividida por un coeficiente de seguridad (CS = 0.5)

$$P = F_{\text{max}} / 0.5 \quad \text{kgf.}$$

Donde:

- ✓ Esfuerzo de ruptura en el aislador (P) → **P = 2064.7 kgf**
- ✓ Fuerza máxima entre apoyos (Fmax) → **Fx = 1032.3 kgf**

Con este dato obtenido buscamos en la tabla suministrada por el fabricante y seleccionamos el tipo de aislador, la tensión nominal y el esfuerzo de ruptura que satisfacen los requerimientos electrodinámicos de las barras por efecto de cortocircuito.

Se desarrollará de manera similar el cálculo para los siguientes sub tableros donde el valor de la corriente de cortocircuito se ha uniformizado al valor de 10kA tal como indican en los diagramas unifilares en el **ANEXO A**.

3.6.8 DISEÑO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LOS TABLEROS ELÉCTRICOS

3.6.8.1 NORMAS APLICADAS - SECCIÓN 060. PUESTA A TIERRA

NTP 370.303 Instalaciones eléctricas en edificios-Protección para garantizar la seguridad. Protección contra choques eléctricos.

NTP 370.053 Seguridad eléctrica-Elección de materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores de protección

3.6.8.2 CÁLCULO DE PUESTA A TIERRA

Se ha considera según el Código Nacional de Electricidad – Suministros, una resistencia menor o igual a 25 ohms para lo cual se ha utilizado la siguiente expresión:

Donde:

$$R_t = \left(\frac{R_p}{2\pi \times L} \right) \left(\ln\left(\frac{4L}{r}\right) - 1 \right)$$

R_t = Resistencia de la puesta a tierra, ohm

R_p = Resistividad del terreno, ohm/m : 40 ohm/m

L = Longitud del electrodo : 2.40 m

r = Radio del electrodo : 0.0079 m

$$R_t = \left(\frac{40}{2\pi \times 2.4} \right) \left(\ln\left(\frac{4 \times 2.4}{0.0079}\right) - 1 \right)$$

$$R_t = 16.187 \Omega < 25 \Omega \text{ (Recomendación del CNE)}$$

3.6.8.3 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

La sección de los conductores de protección se selecciona en función de la sección del conductor de fase, según la Norma NTP 370.048 tal como se indica en la **Tabla N° 11**.

Tabla N° 11
Selección del Conductor de Puesta a Tierra

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_{PE} (mm²)
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	$\frac{S}{2}$

Si la aplicación de la Tabla conduce a valores no normalizados, se utilizan los conductores que tengan la sección normalizada mayor más próxima seleccionando también el tipo de material.

3.6.8.4 BARRA DE PUESTA A TIERRA EN LOS TABLEROS ELÉCTRICOS.

- ✓ A lo largo del tablero o del conjunto de módulos, se coloca una barra de cobre electrolítico de sección mínimo o igual al **50% de la sección de la barra principal de fase**.

La sección de la barra de fase escogida fue **60x10mm**, entonces la barra de puesta a tierra será **30x5mm**.

- ✓ Las puertas, mandiles de protección y todas aquellas partes metálicas que no conduzcan corriente estarán firmemente conectados a tierra mediante esta barra.

CONCLUSIONES

En función al trabajo desarrollado:

- Se concluye que se logró identificar cada proceso de fabricación desde el comienzo hasta el final, inicialmente se realizó el diseño mecánico según indicación de los diagramas unifilares y especificaciones técnicas, donde se empleó como herramienta principal el software AutoCAD, el diseño de los planos mecánicos fue el proceso más crítico donde se obtuvo el dimensionamiento de los gabinetes y distribución del equipamiento eléctrico. Luego se indicó a detalle cada proceso mecánico de fabricación tanto como la maquinaria industrial empleada para obtener como producto final los tableros eléctricos de requerimiento para el presente proyecto.
- Se concluye que se logró identificar las fallas principales de cortocircuito, sobrecarga y corriente residual los cuales determinarán la función de protección en los tableros eléctricos del edificio multi oficinas Sky Tower, siendo el cortocircuito la falla mayor el cual debe ser evitada para mantener el funcionamiento y protección tanto de la persona y maquinaria en uso de la energía eléctrica.
- Se concluye que se logró determinar el equipamiento eléctrico a conformar en los tableros eléctricos, los cuales cumplirán con las características técnicas necesarias y diagramas unifilares establecidos, siguiendo las indicaciones de las especificaciones técnicas tanto para el control y protección de las instalaciones eléctricas del edificio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda leer la ficha técnica de cada equipo eléctrico presente en el tablero para tener conocimiento más detallado en su funcionamiento y accesorios que ayuden a desarrollar más funciones de protección o control.
- Se recomienda realizar las correspondientes pruebas de funcionamiento, control y aislamiento antes de hacer la entrega de los tableros eléctricos a obra.
- Se recomienda emplear un rotulado con un método de mayor facilidad y rapidez de reconocer cada circuito derivado y demás equipos presentes en el tablero Eléctrico, caso sea de emergencia la necesidad de apertura de algún equipamiento por un personal sin conocimiento técnico.
- Se recomienda que todas las maquinarias usadas para la fabricación de Tableros Eléctricos deben ser controladas por personal con mucha experiencia y deben seguir un plan de mantenimiento para que no presenten fallas en su funcionamiento.

BIBLIOGRAFÍA

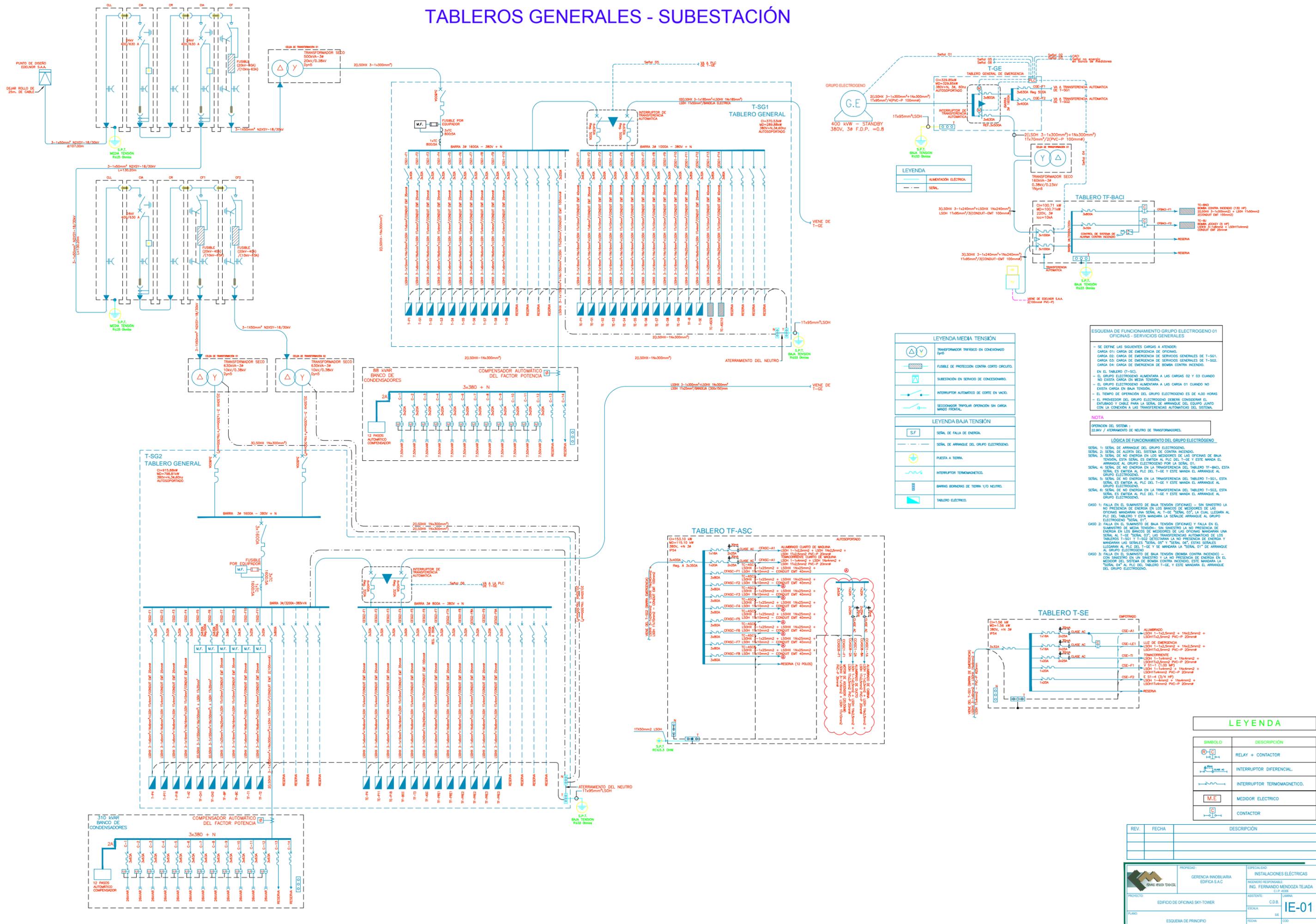
- [1] Enríquez Harper, Gilberto. ABC de las Instalaciones Eléctricas Industriales. Editorial Limusa, 1985.
- [2] Ministerio de Energía y Minas del Perú – Dirección General de Electricidad. Código Nacional de Electricidad – Utilización 2016.
- [3] Montané Sangrá, Paulino. Protecciones en las Instalaciones Eléctricas: Evolución y Perspectivas. Editorial Marcombo, 1991.
- [4] Roldán Vilorio, José. Aparata Eléctrica y su Aplicación. Creaciones Copyright. 2006.
- [5] Schneider Electric Perú S. A. Protección de Personas y Bienes: Guía de Protección Diferencial. 2007.
- [6] Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad. “Código Nacional de Electricidad: Utilización”. Enero 2006.
- [7] Schneider Electric – Perú, Manual y Catalogo del Electricista.2016
- [8] Rodríguez Macedo, Mario G. Diseño de Instalaciones Eléctricas en Residencias. Editorial Proyecto Mundo 2000, 2011
- [9] Ticino del Perú S. A. Guía Técnica para Selección de Interruptores. 2012.

ANEXOS

ANEXO A

DIAGRAMAS UNIFILARES

TABLEROS GENERALES - SUBESTACIÓN



LEYENDA

	ALIMENTACION ELECTRICA
	SEÑAL

LEYENDA MEDIA TENSION

	TRANSFORMADOR TRIFASICO EN CONEXION DY5
	FUSIBLE DE PROTECCION CONTRA CORRIENTE
	INTERRUPTOR AUTOMATICO DE CORRIENTE EN VACIO
	SECCIONADOR TRIPOLAR OPERACION SIN CARGA

LEYENDA BAJA TENSION

	SEÑAL DE FALTA DE ENERGIA
	SEÑAL DE ARRANQUE DEL GRUPO ELECTROGENO
	PUESTA A TIERRA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	BARRA BORNERA DE TIERRA Y/O NEUTRO
	TABLERO ELECTRICO

ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO GRUPO ELECTROGENO 01 OFICINAS - SERVICIOS GENERALES

- SE DEFINE LAS SIGUIENTES CARGAS A ATENDER:
 - CARGA 01: CARGA DE EMERGENCIA DE OFICINAS
 - CARGA 02: CARGA DE EMERGENCIA DE SERVICIOS GENERALES DE T-SG1
 - CARGA 03: CARGA DE EMERGENCIA DE SERVICIOS GENERALES DE T-SG2
 - CARGA 04: CARGA DE EMERGENCIA DE BOMBA CONTRA INCENDIO
- EN EL TABLERO (T-SG1) EL GRUPO ELECTROGENO ALIMENTARA A LAS CARGAS 02 Y 03 CUANDO NO EXISTA CARGA EN MEDIA TENSION.
- EL GRUPO ELECTROGENO ALIMENTARA A LAS CARGAS 01 CUANDO NO EXISTA CARGA EN BAJA TENSION.
- EL TIEMPO DE OPERACION DEL GRUPO ELECTROGENO ES DE 4.00 HORAS
- EL PROVEEDOR DEL GRUPO ELECTROGENO DEBERA CONSIDERAR EL ENTUBADO Y CABLE PARA LA SEÑAL DE ARRANQUE DEL SISTEMA CON LA COORDENADA A LAS TRANSFERENCIAS AUTOMATICAS DEL SISTEMA.

NOTA

OPERACION DEL SISTEMA: 22.00V / RETORNO DE NEUTRO DE TRANSFORMADORES.

LÓGICA DE FUNCIONAMIENTO DEL GRUPO ELECTROGENO

SEÑAL 1: SEÑAL DE ARRANQUE DEL GRUPO ELECTROGENO.

SEÑAL 2: SEÑAL DE ALERTE DEL SISTEMA DE CONTRA INCENDIO.

SEÑAL 3: SEÑAL DE NO ENERGIA EN LOS MEDIDORES DE LAS OFICINAS DE BAJA TENSION, ESTA SEÑAL ES EMITIDA AL PLC DEL T-GE Y ESTE MANDA EL ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO POR LA SEÑAL 01.

SEÑAL 4: SEÑAL DE NO ENERGIA EN LA TRANSFERENCIA DEL TABLERO TF-BACI, ESTA SEÑAL ES EMITIDA AL PLC DEL T-GE Y ESTE MANDA EL ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO.

SEÑAL 5: SEÑAL DE NO ENERGIA EN LA TRANSFERENCIA DEL TABLERO T-SG1, ESTA SEÑAL ES EMITIDA AL PLC DEL T-GE Y ESTE MANDA EL ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO.

SEÑAL 6: SEÑAL DE NO ENERGIA EN LA TRANSFERENCIA DEL TABLERO T-SG2, ESTA SEÑAL ES EMITIDA AL PLC DEL T-GE Y ESTE MANDA EL ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO.

CASO 1: FALTA EN EL SUMINISTRO DE BAJA TENSION (OFICINAS) - SIN SINIESTRO LA NO PRESENCIA DE ENERGIA EN LOS BANCOS DE MEDIDORES DE LAS OFICINAS MANDARAN UNA SEÑAL AL T-GE "SEÑAL 03" LA CUAL LLEGARA AL PLC DEL TABLERO Y ESTE MANDARA LA SEÑAL DE ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO "SEÑAL 01".

CASO 2: FALTA EN EL SUMINISTRO DE BAJA TENSION (OFICINAS) Y FALTA EN EL SUMINISTRO DE MEDIA TENSION - SIN SINIESTRO LA NO PRESENCIA DE ENERGIA EN LOS BANCOS DE MEDIDORES DE LAS OFICINAS MANDARAN UNA SEÑAL AL T-GE "SEÑAL 03" LAS TRANSFERENCIAS AUTOMATICAS DE LOS TABLEROS T-SG1 Y T-SG2 DETECTARAN LA NO PRESENCIA DE ENERGIA Y MANDARAN LAS SEÑALES "SEÑAL 01" Y "SEÑAL 02" ESTAS SEÑALES LLEGARAN AL PLC DEL T-GE Y SE MANDARA LA "SEÑAL 01" DE ARRANQUE AL GRUPO ELECTROGENO.

CASO 3: FALTA EN EL SUMINISTRO DE BAJA TENSION (BOMBA CONTRA INCENDIO) - CON SINIESTRO EN UN SINIESTRO LA NO PRESENCIA DE ENERGIA EN EL MEDIDOR DEL SISTEMA DE BOMBA CONTRA INCENDIO, ESTE MANDARA LA "SEÑAL 04" AL PLC DEL TABLERO T-GE Y ESTE MANDARA EL ARRANQUE DEL GRUPO ELECTROGENO.

LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

PROYECTO: EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER

PLANO: ESQUEMA DE PRINCIPIO

PROPIEDAD: GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.

ESPECIALIDAD: INSTALACIONES ELECTRICAS

INGENIERO RESPONSABLE: ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA

ASISTENTE: C.D.B. JARNAK

ESCALA: 1:1

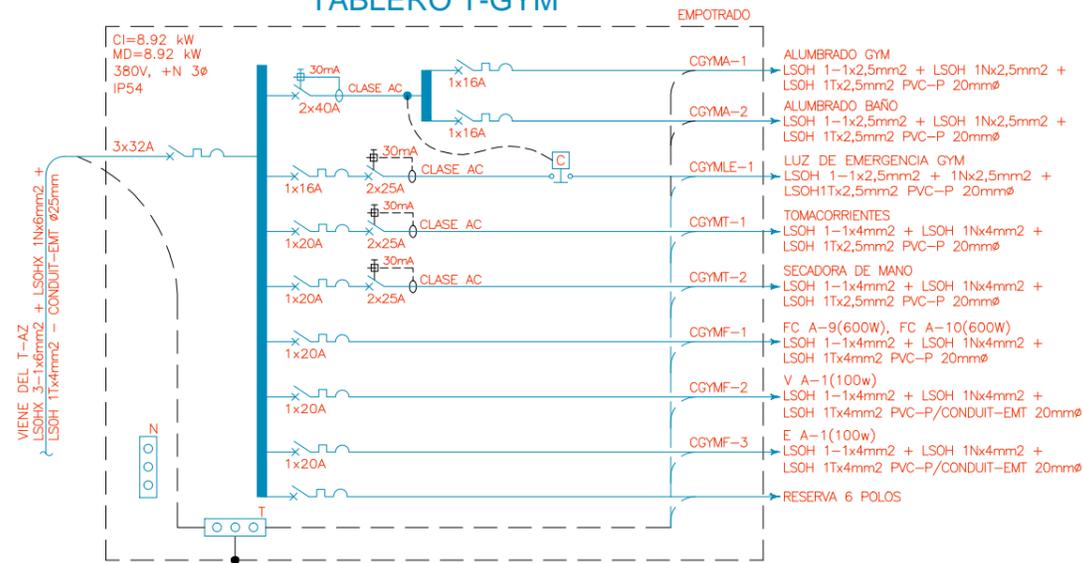
FECHA: FEBRERO 2014

PLANTILLA: IE-01

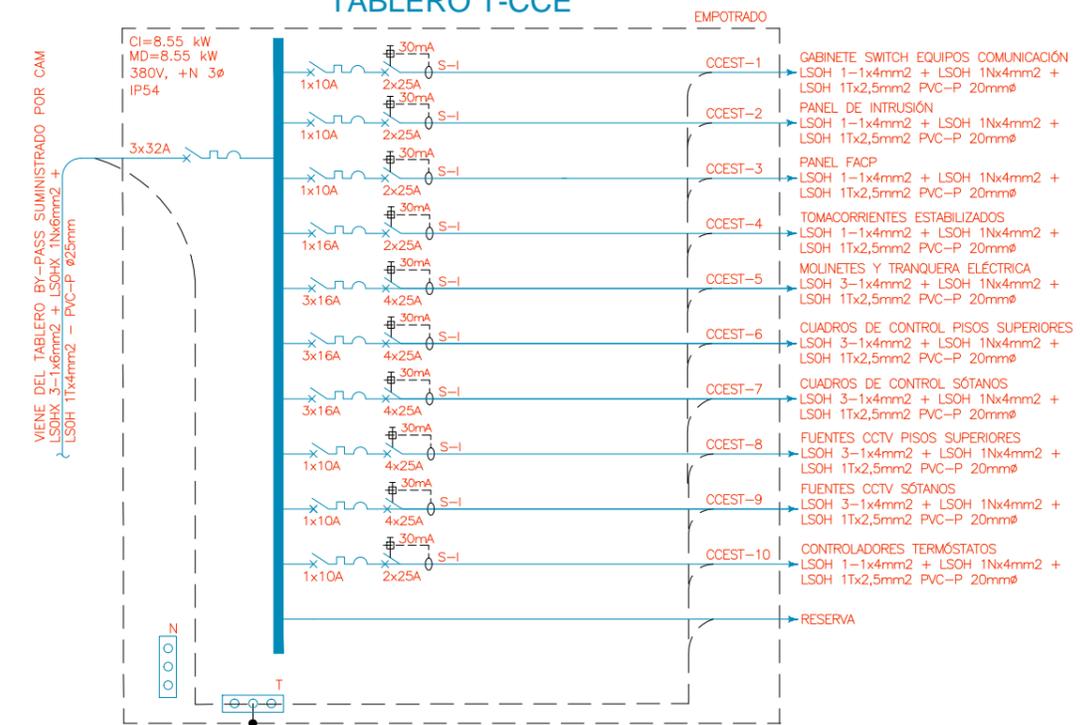
PÁGINA: 13 DE 29

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SERVICIOS GENERALES 1

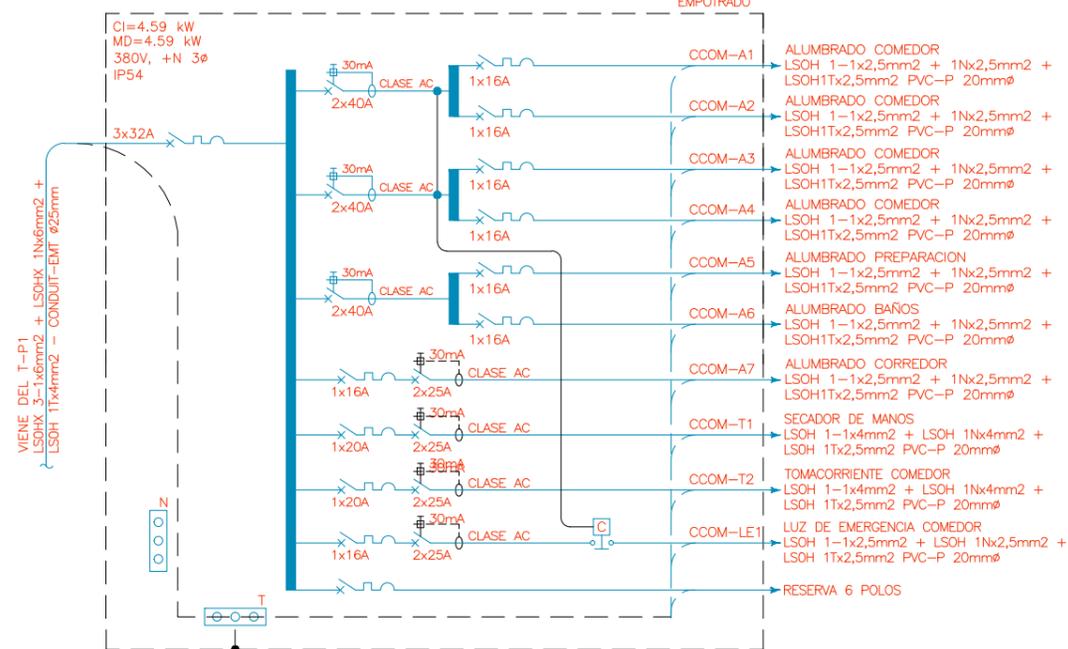
TABLERO T-GYM



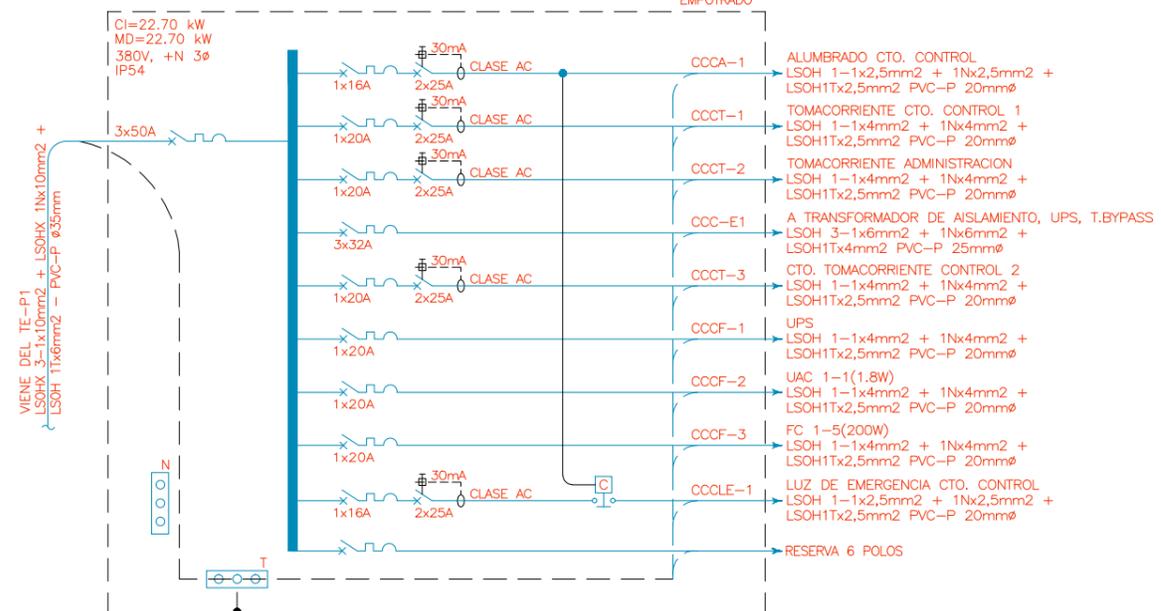
TABLERO T-CCE



TABLERO T-COM



TABLERO T-CC



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

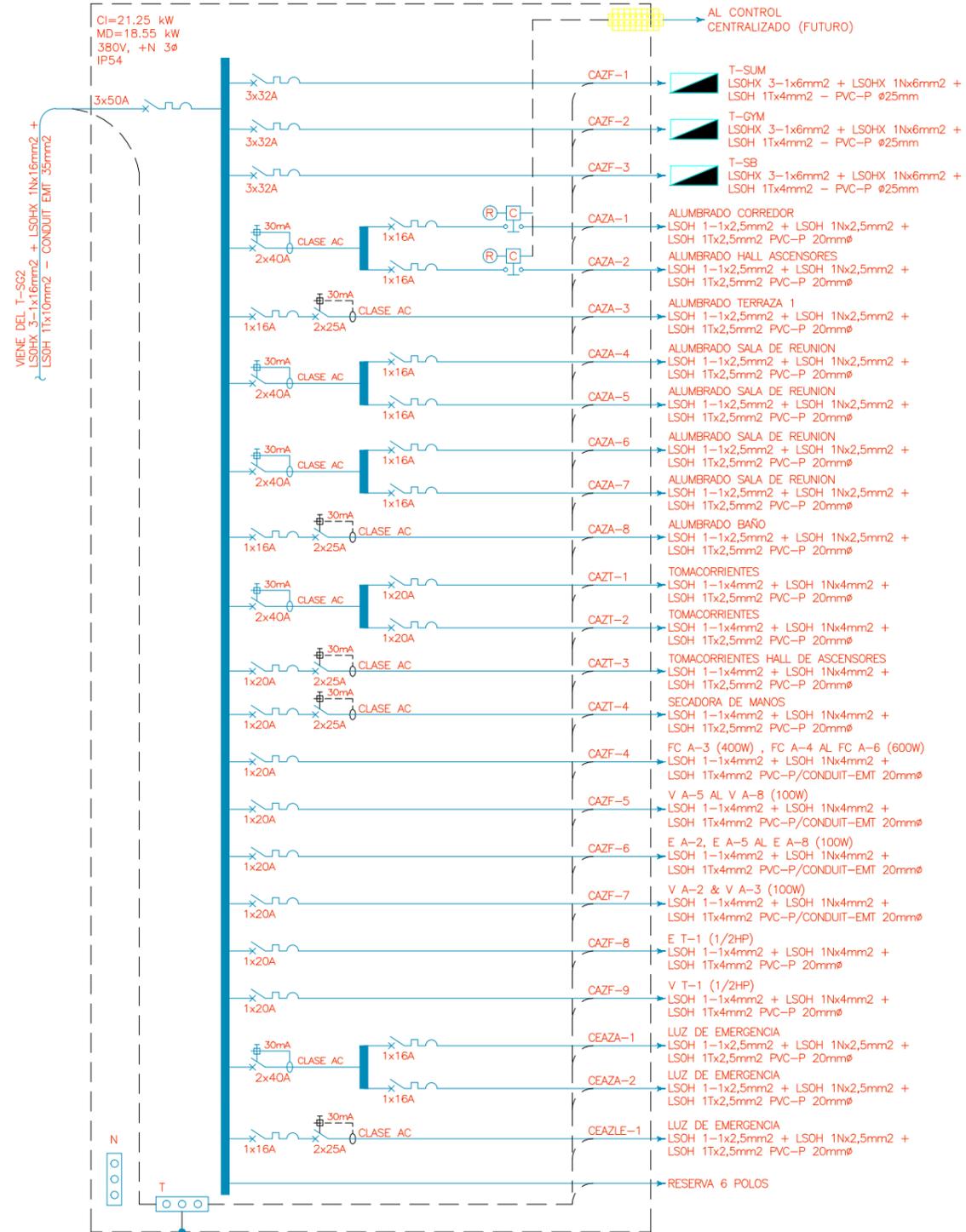
	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LÁMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 6308	C.D.B.
PLANO	ASISTENTE	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO		
FECHA		
FEBRERO 2014		

IE-02

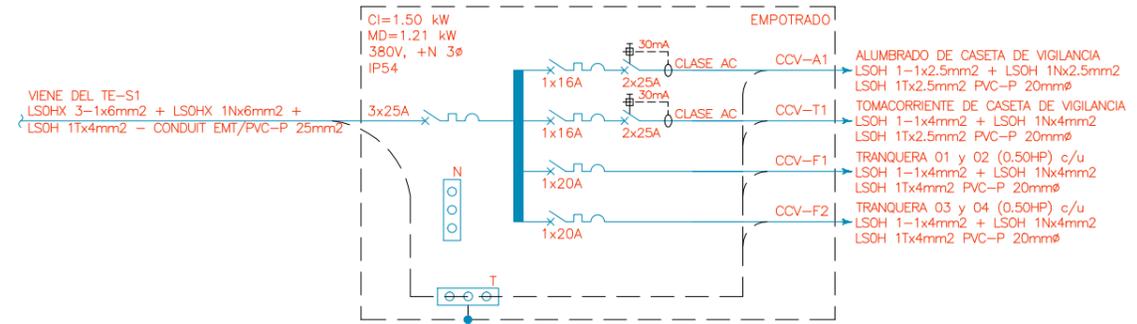
FMT-13-28

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SERVICIOS GENERALES 2

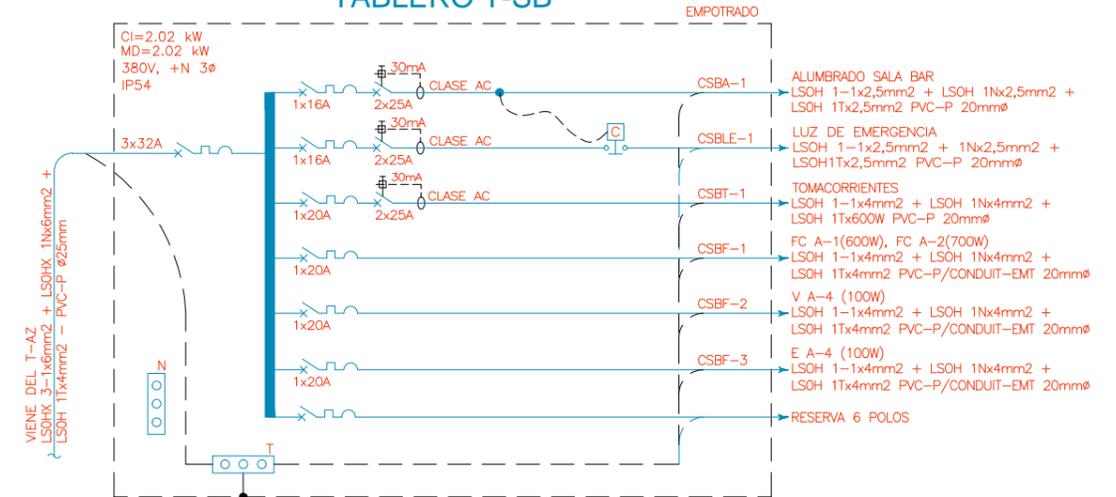
TABLERO T-AZ



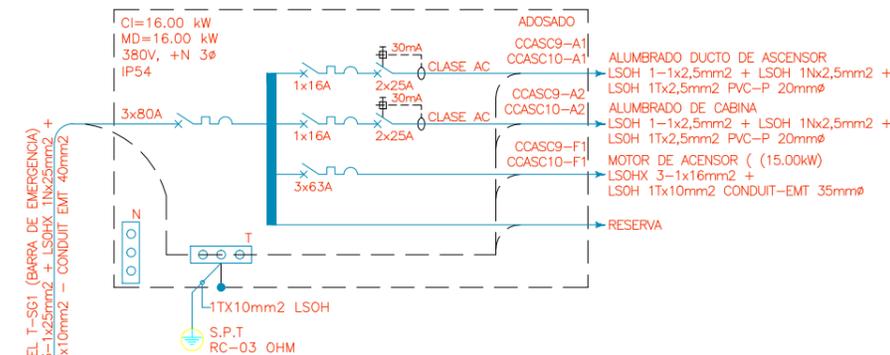
TABLERO T-CV



TABLERO T-SB



TABLERO TC-ASC9 / TC-ASC10



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

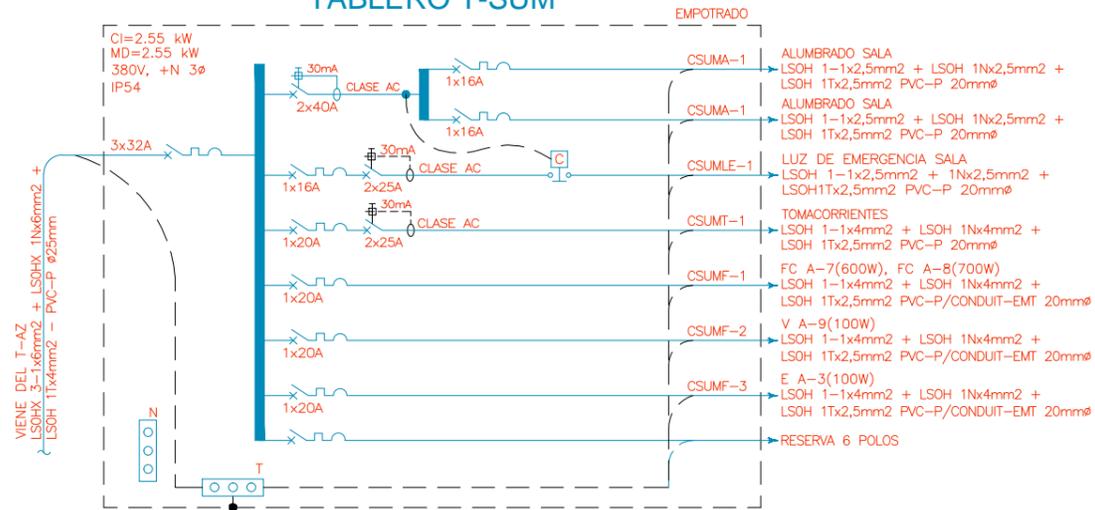
	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LAMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 4038	C.D.B.
PLANO	ASISTENTE	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO		SE
	FECHA	
	FEBRERO 2014	

IE-03

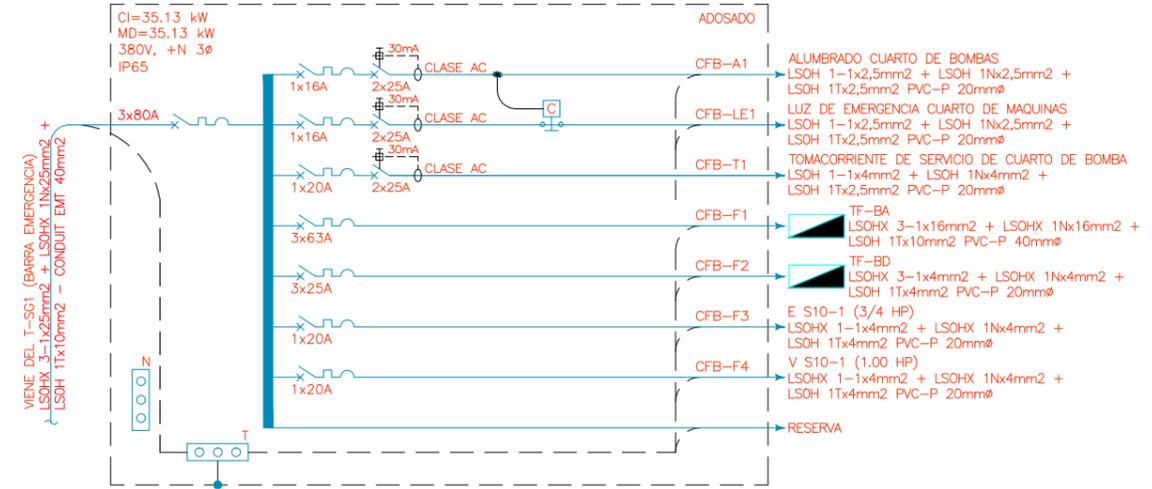
FMT-13-28

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SERVICIOS GENERALES 3

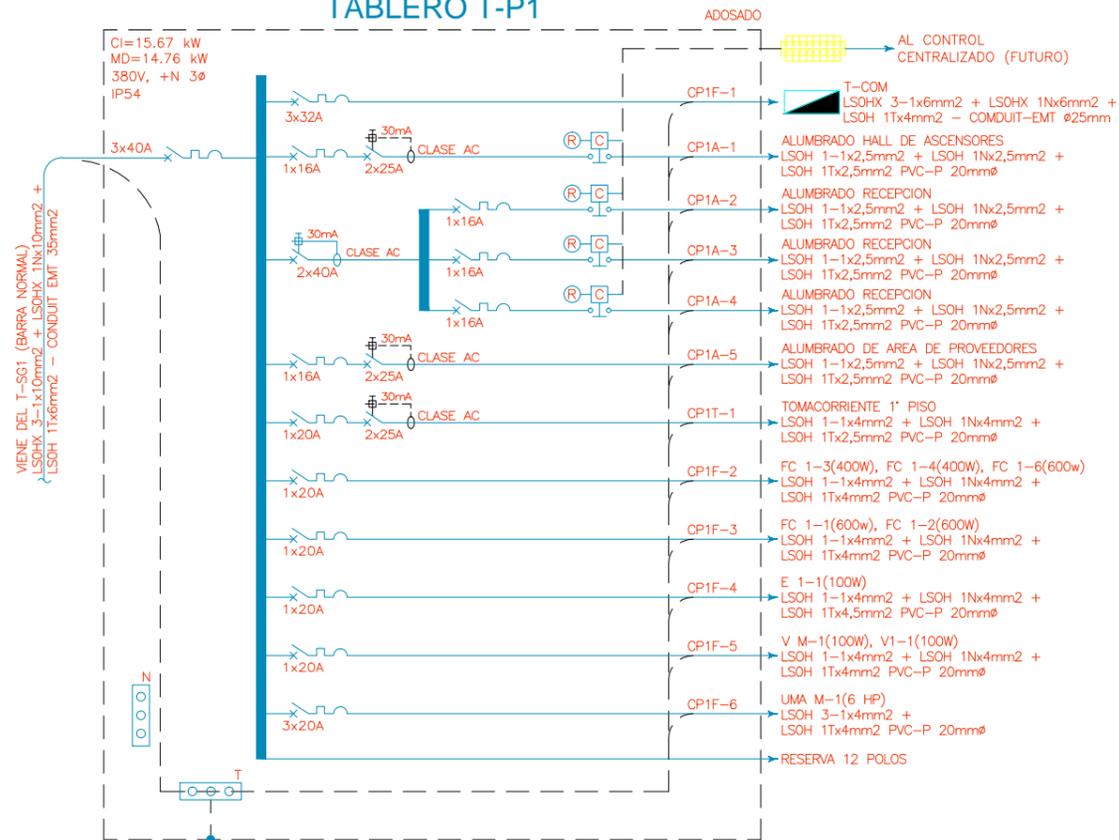
TABLERO T-SUM



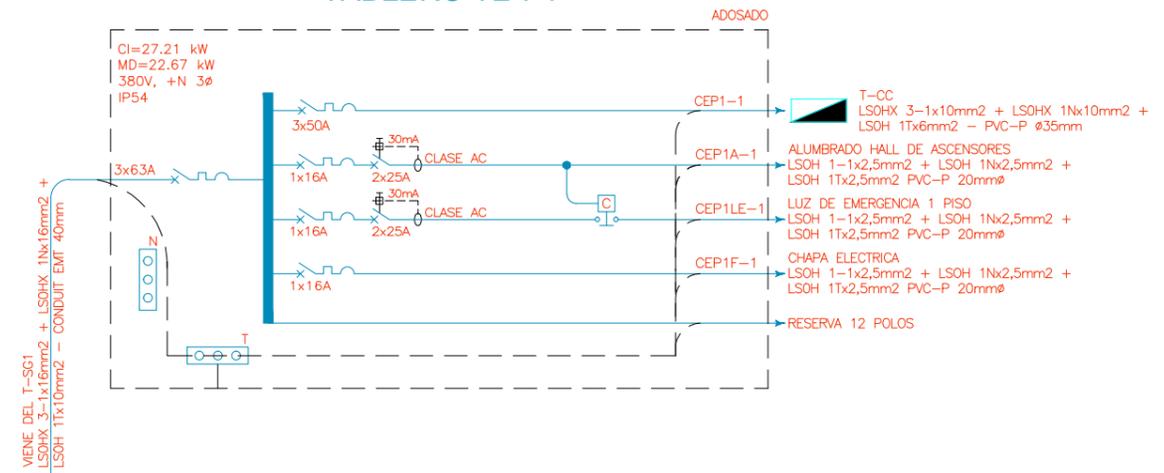
TABLERO TF-B



TABLERO T-P1



TABLERO TE-P1



LEYENDA

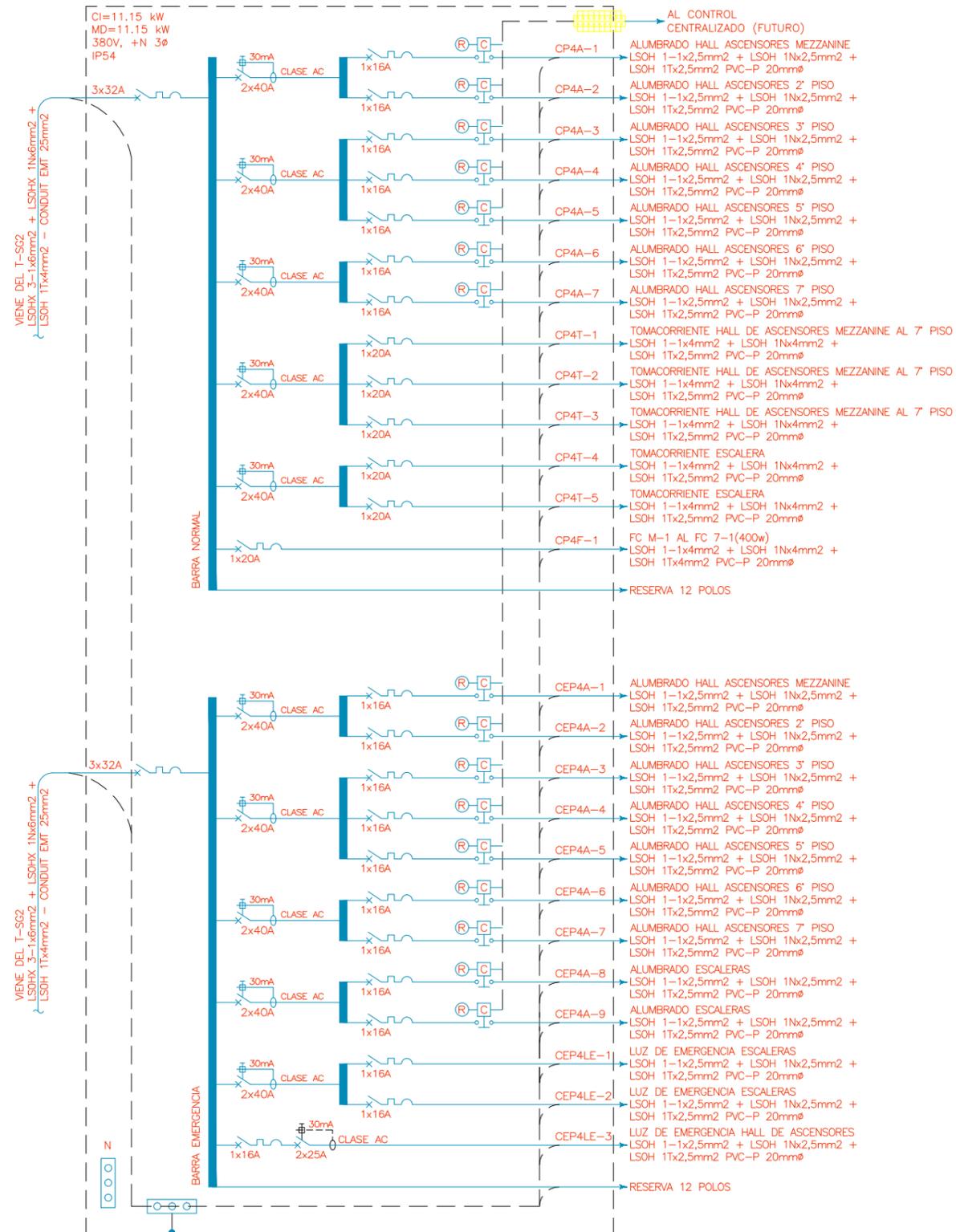
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

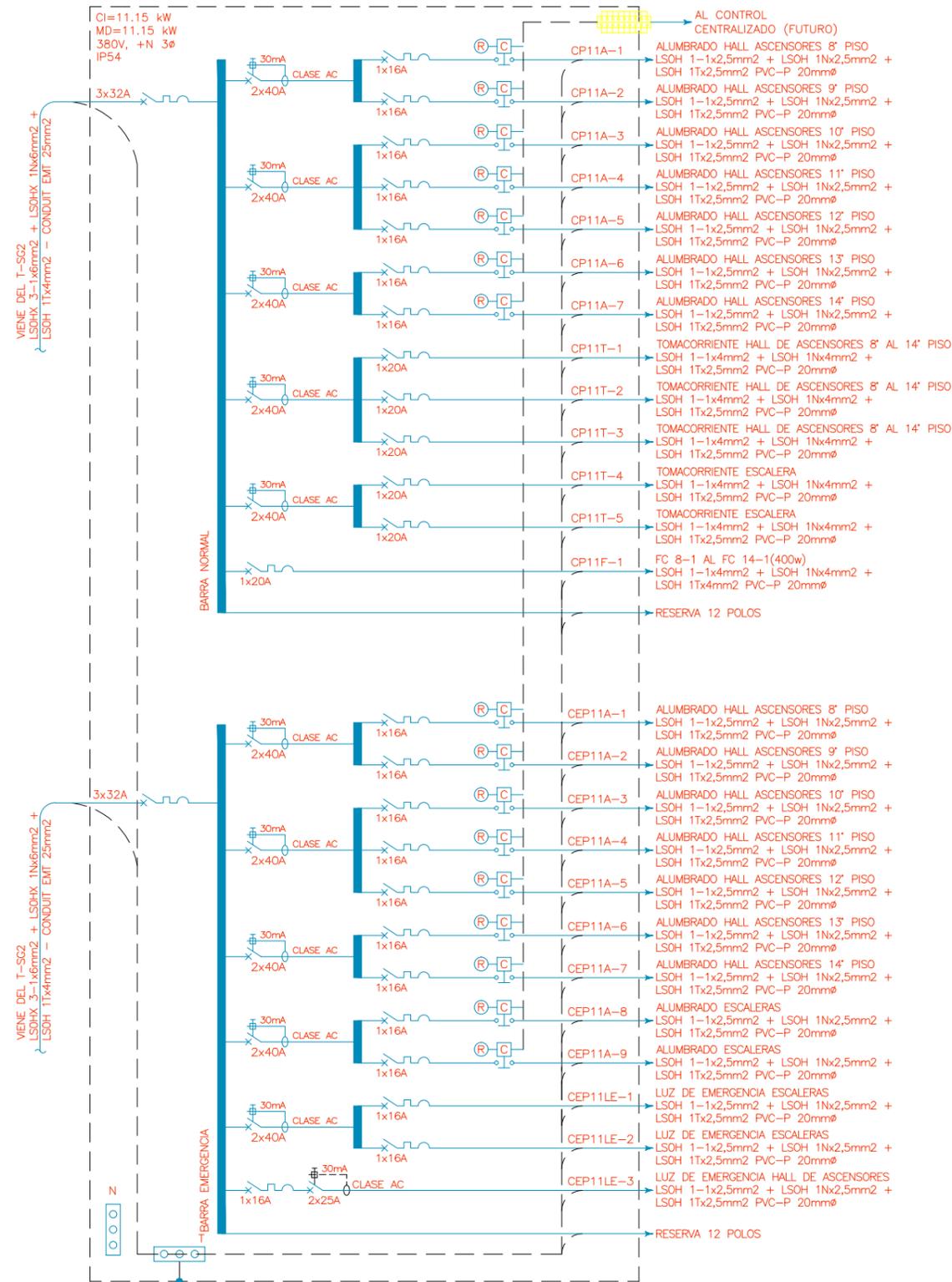
	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	ASISTENTE	LAMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	C.D.B.	IE-04
PLANO	ESCALA	SE
ESQUEMA DE PRINCIPIO	FECHA	EDICION
	FEBRERO 2014	FMT-13-29

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SERVICIOS GENERALES 4

TABLERO T-P4



TABLERO T-P11



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

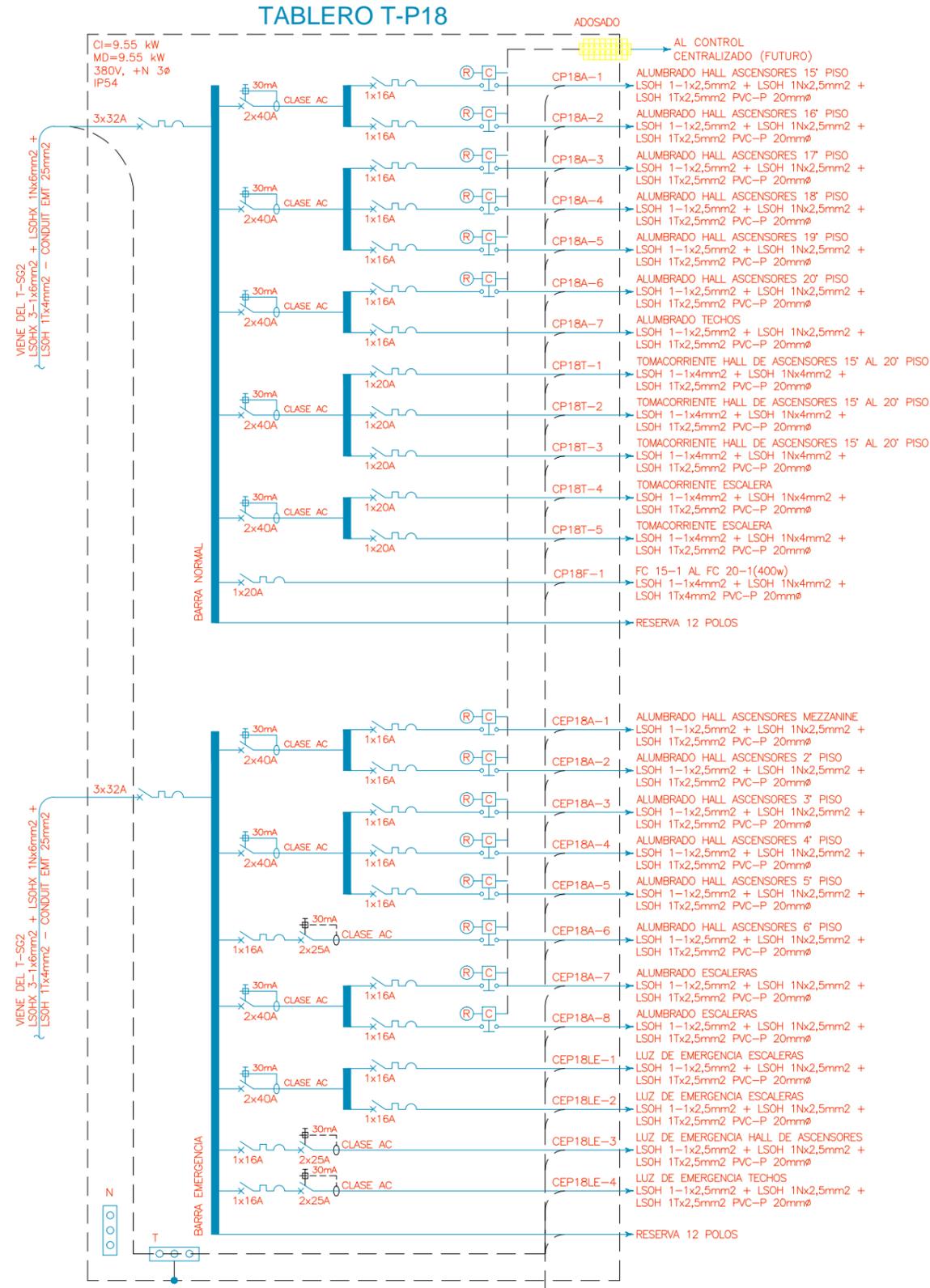
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LAMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA	C.D.B.
PLANO	FECHA	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO	FEBRERO 2014	1:1

IE-05

FOO: FMT-13-29

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SERVICIOS GENERALES 5



LEYENDA

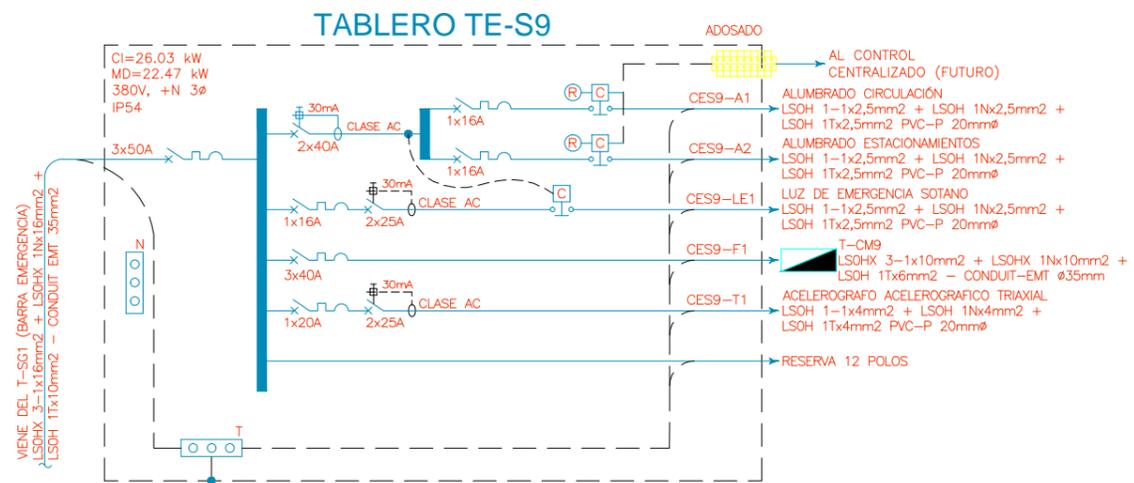
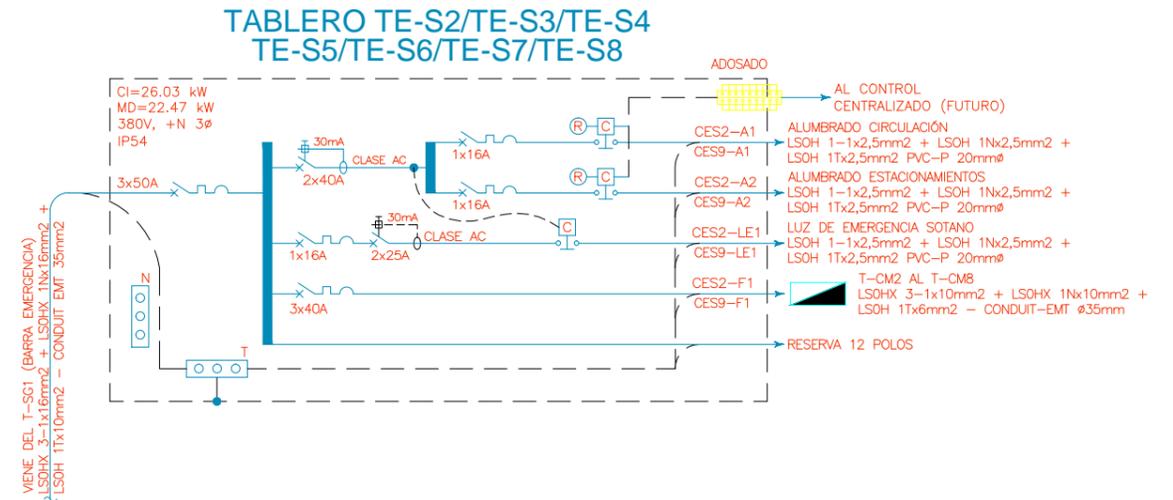
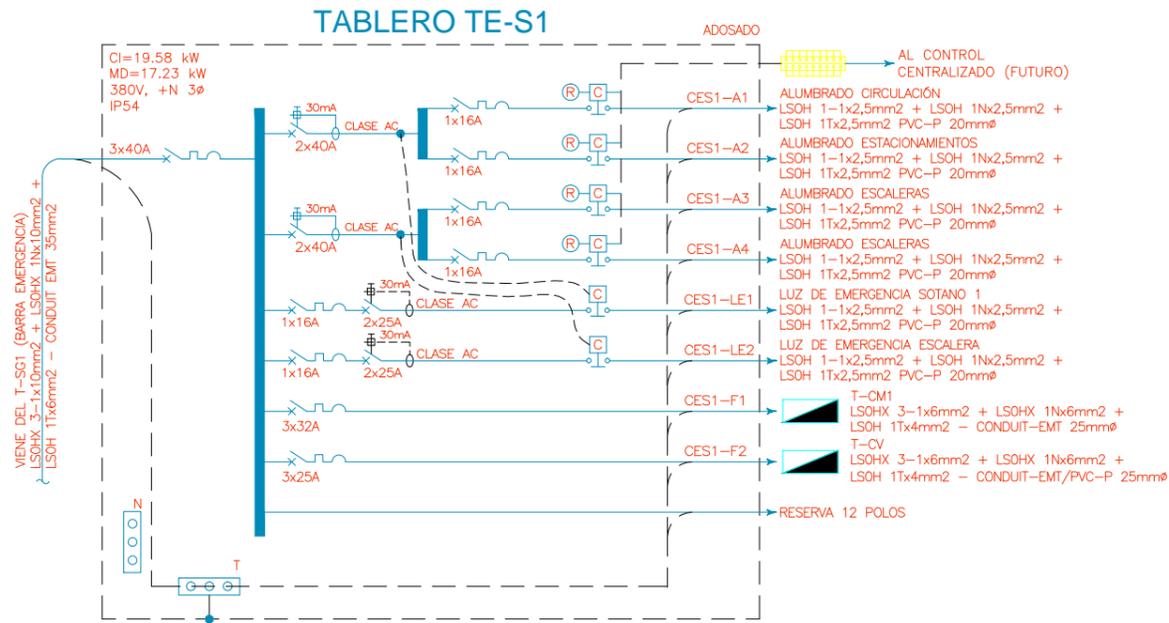
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LÁMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 4200	C.D.B.
PLANO	ASISTENTE	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO		SE
	FECHA	EDICIÓN
	FEBRERO 2014	FMT-13-29

IE-06

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SÓTANOS EMERGENCIA



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

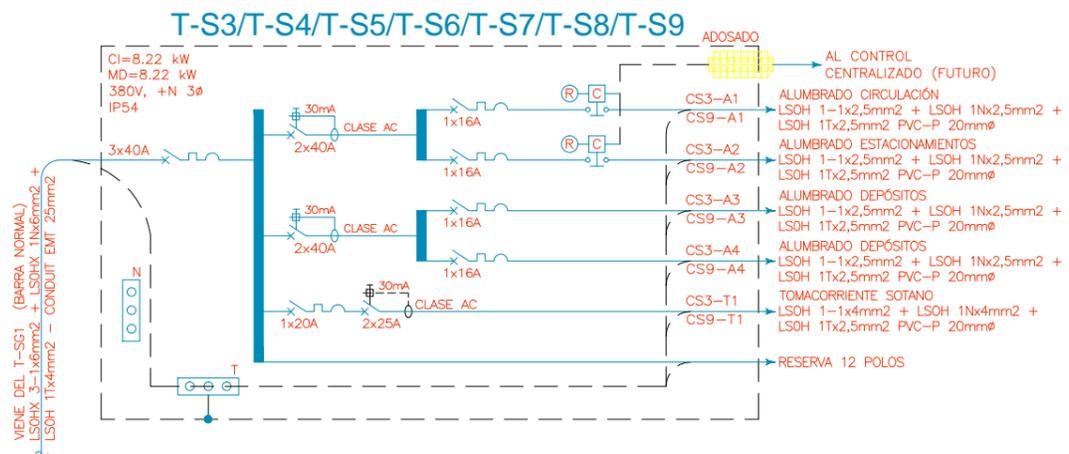
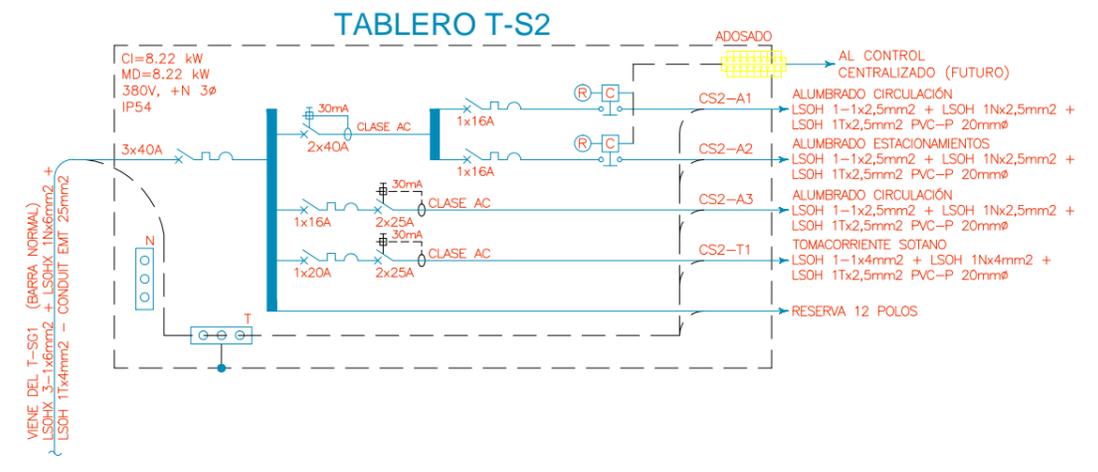
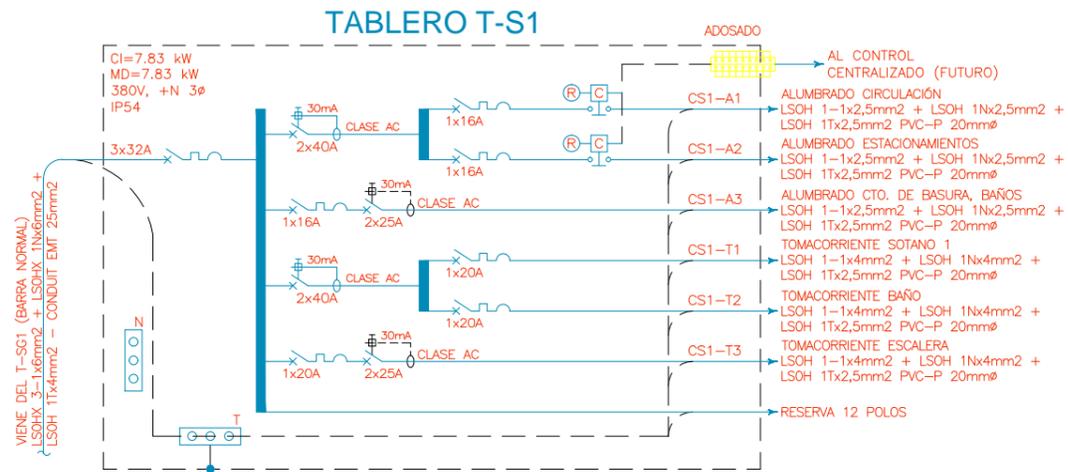
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LÁMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 4930	C.D.B.
PLANO	FECHA	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO	FEBRERO 2014	SE

IE-08

FM-13-28

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - SÓTANOS



LEYENDA

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO.
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

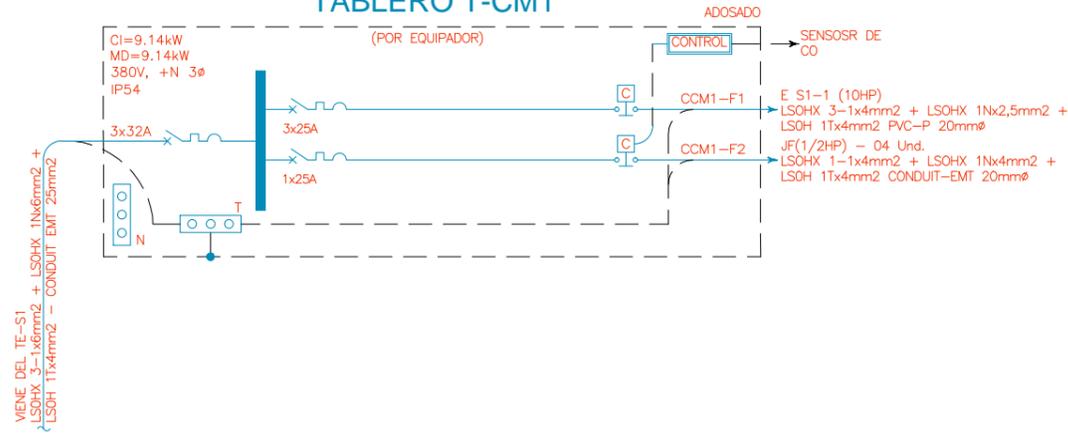
	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELÉCTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LÁMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 4500	C.D.B.
PLANO	FECHA	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO	FEBRERO 2014	SE

IE-09

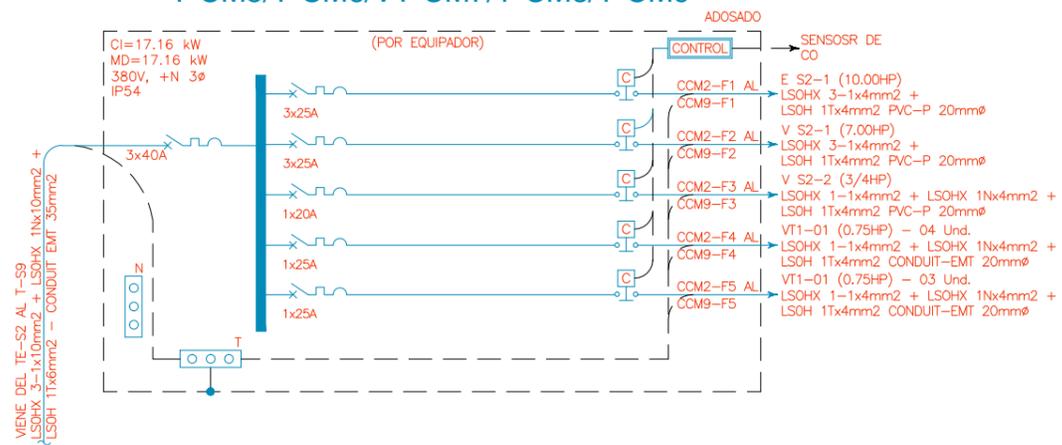
FMT-13-28

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - POR EQUIPADOR 1

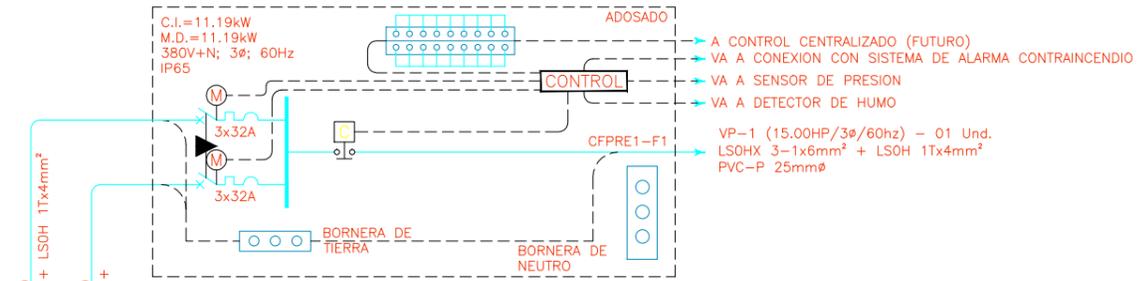
TABLERO T-CM1



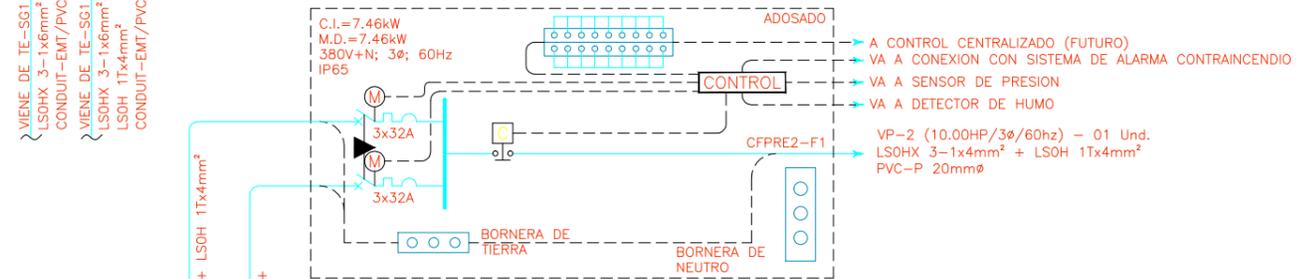
TABLERO T-CM2/T-CM3/T-CM4 T-CM5/T-CM6/VT-CM7/T-CM8/T-CM9



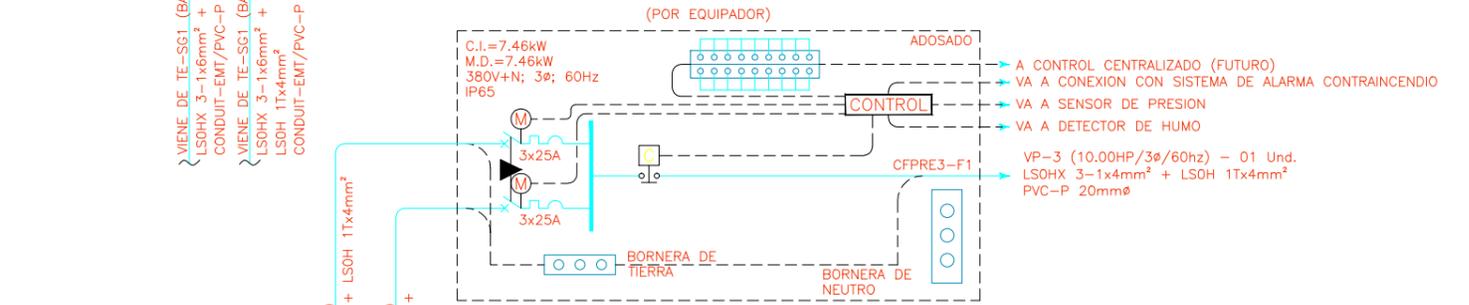
TF-PRE1



TF-PRE2



TF-PRE3



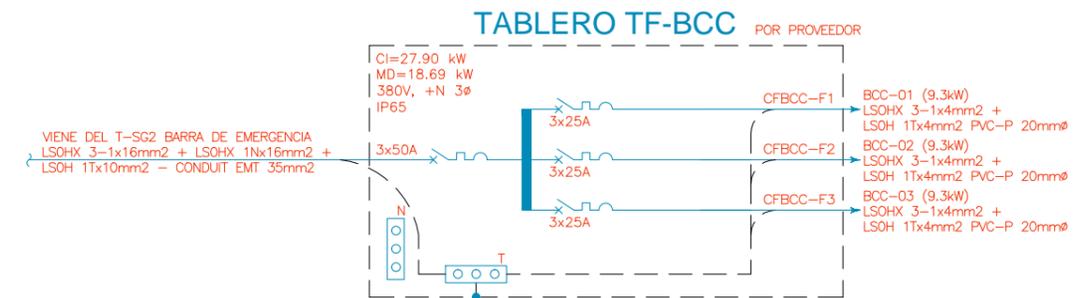
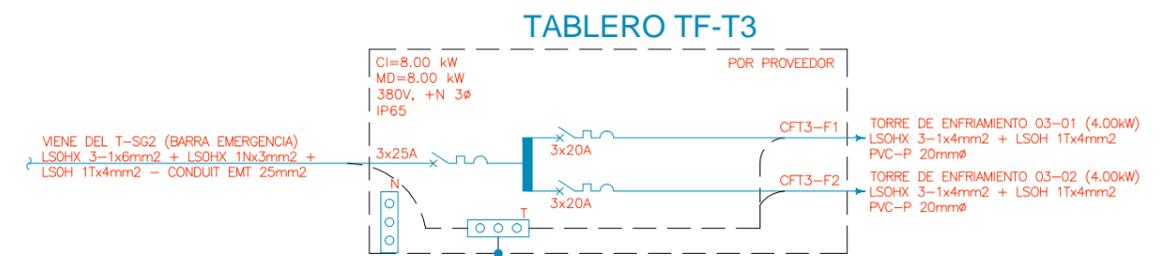
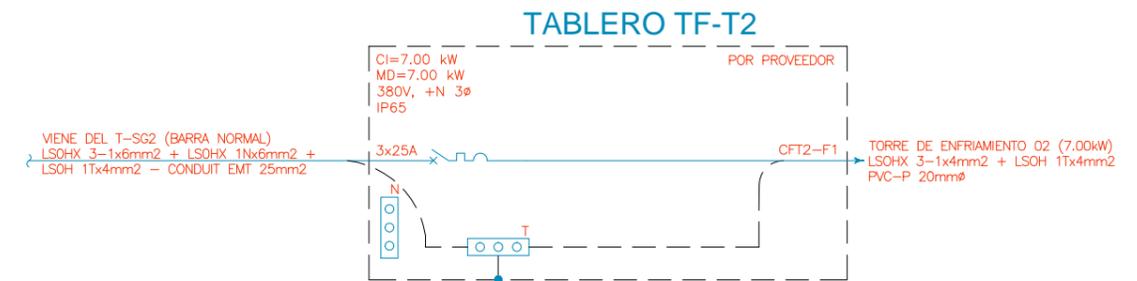
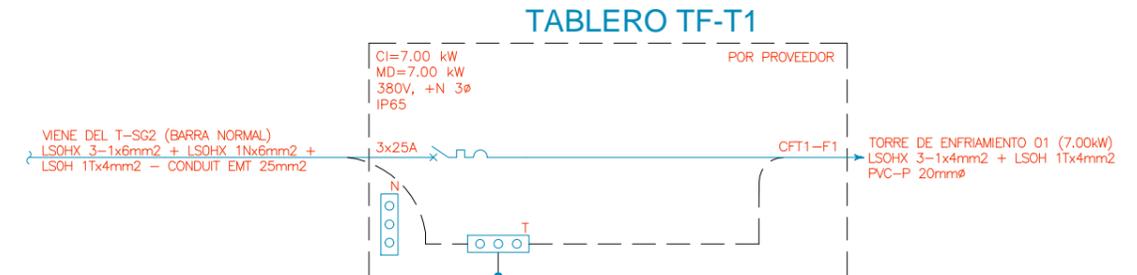
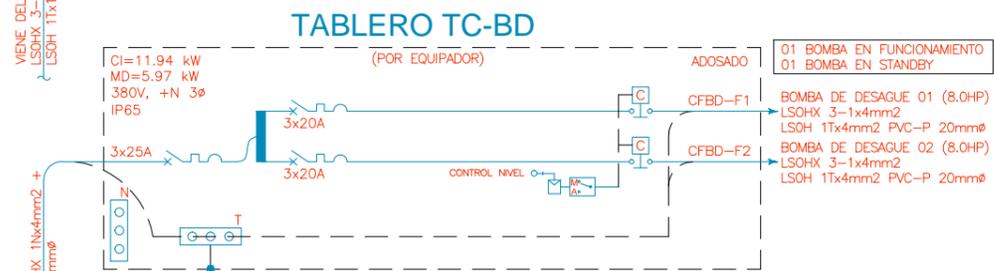
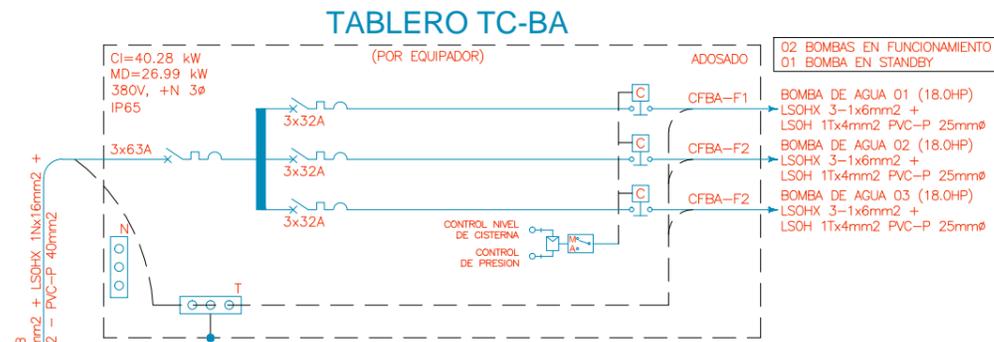
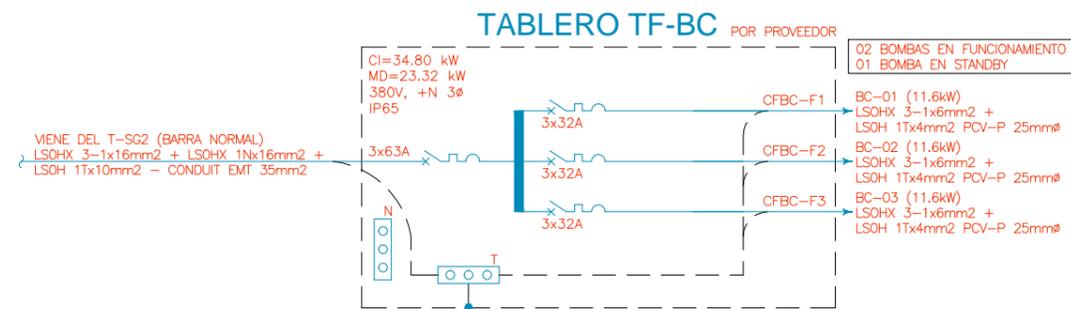
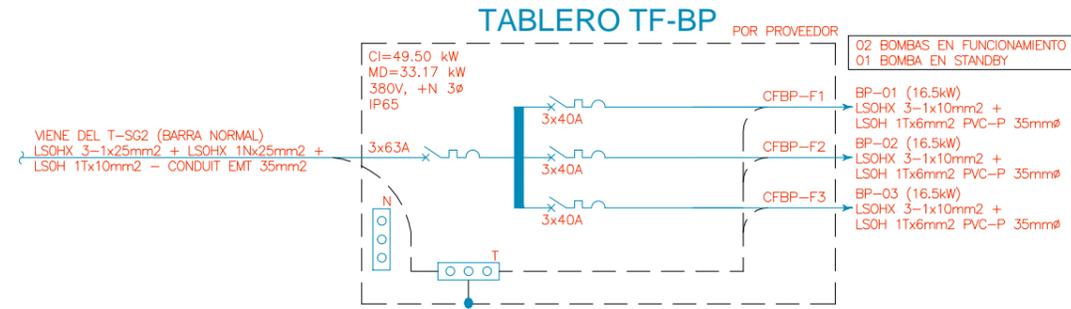
LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

	PROPIEDAD	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	ESPECIALIDAD	INSTALACIONES ELECTRICAS
	INGENIERO RESPONSABLE	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA	C.I.F. 4000	
PROYECTO	EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ASISTENTE	C.D.B.	LAMINA
PLANO	ESQUEMA DE PRINCIPIO	FECHA	FEBRERO 2014	IE-10
		ESCALA	SE	
		ESTADO	FM-13-29	

TABLEROS DISTRIBUCIÓN - POR EQUIPADOR 2



LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RELAY + CONTACTOR
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	MEDIDOR ELECTRICO
	CONTACTOR

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

	PROPIEDAD	ESPECIALIDAD
	GERENCIA INMOBILIARIA EDIFICA S.A.C.	INSTALACIONES ELECTRICAS
PROYECTO	INGENIERO RESPONSABLE	LÁMINA
EDIFICIO DE OFICINAS SKY-TOWER	ING. FERNANDO MENDOZA TEJADA CIP 4939	C.D.B.
PLANO	FECHA	ESCALA
ESQUEMA DE PRINCIPIO	FEBRERO 2014	SE

IE-11

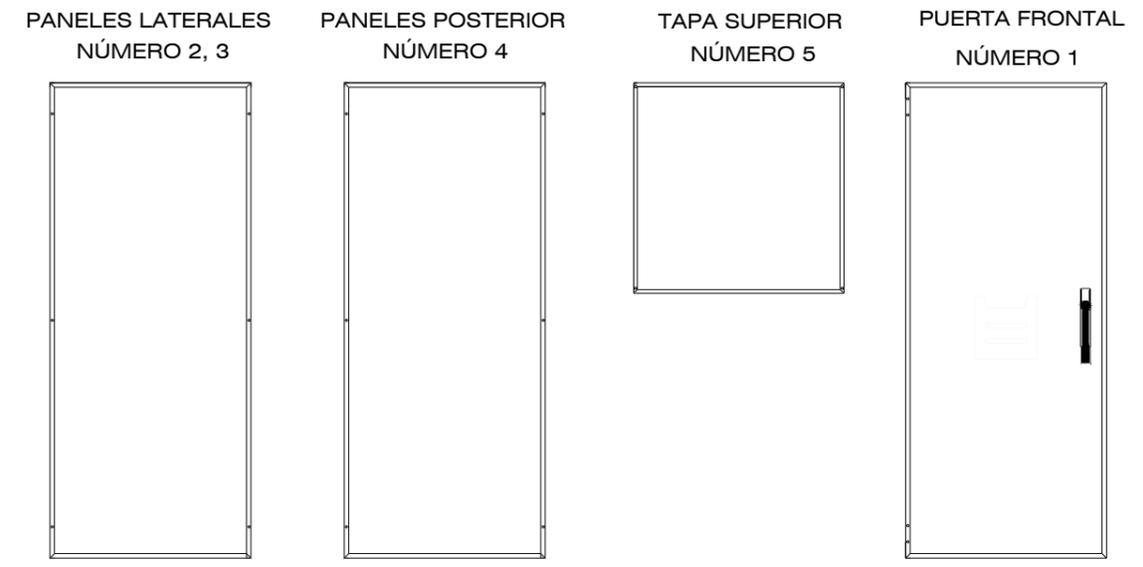
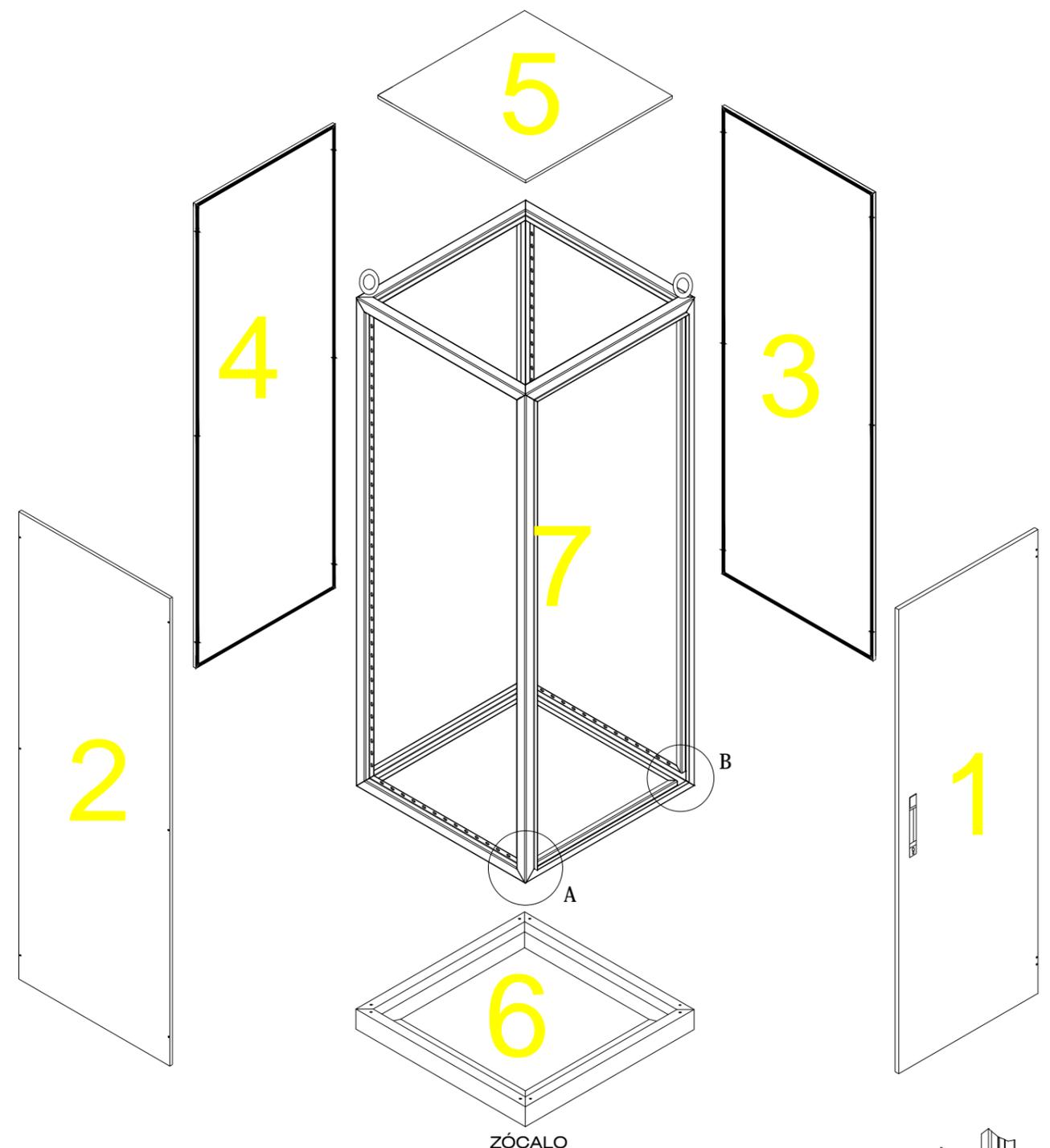
FMT-13-28

ANEXO B
PLANOS DETALLES DE ESTRUCTURAS

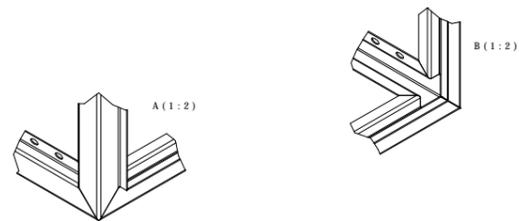
TABLEROS AUTOSOPORTADOS

CARACTERÍSTICAS:
 Tablero Autoportado, fabricado en plancha galvanizada 1/16, diseño robusto, puertas y mandiles abisagrados, manijas de apertura y cierre, grado de proteccion - IP54, Pintura Electrostatica en Polvo RAL 7032.

COMPONENTES DE REFERENCIA:		CANTIDAD
01	PUERTA METÁLICO FRONTAL F ³ G ³	01
02	PANEL METÁLICO LATERAL DERECHO F ³ G ³	01
03	PANEL METÁLICO LATERAL IZQUIERDO F ³ G ³	01
04	PANEL METÁLICO POSTERIOR F ³ G ³	01
05	TAPA METÁLICO SUPERIOR F ³ G ³	01
06	ZÓCALO	01
07	ESTRUCTURA SOPORTE METÁLICO F ³ G ³	01



ESPECIFICACIONES TECNICAS:
 Tablero Autoportado con plancha F³G³
 Estructura : 2mm
 Puerta Frontal : 2mm
 Tapa Lateral : 1.5mm
 Tapa posterior : 1.5mm
 Mandil Abisagrado



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
 DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
 OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

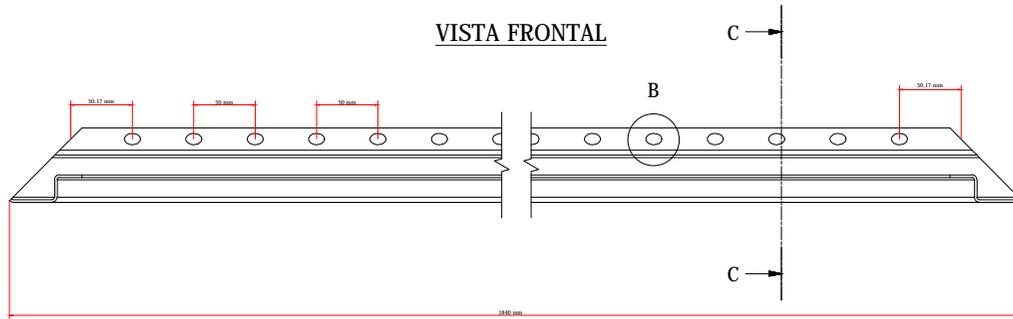
DISTRITO
MAGDALENA
 DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
06/10/2015
 REV
01

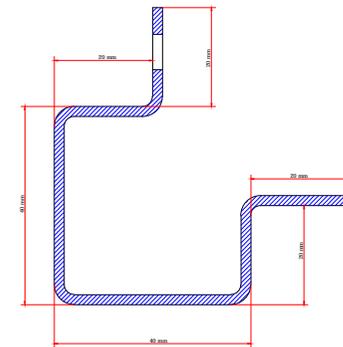
LAMINA
01-06

COLUMNA DE FONDO TABLERO AUTOSOPORTADO

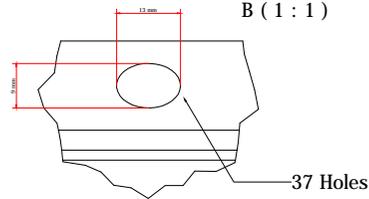
VISTA FRONTAL



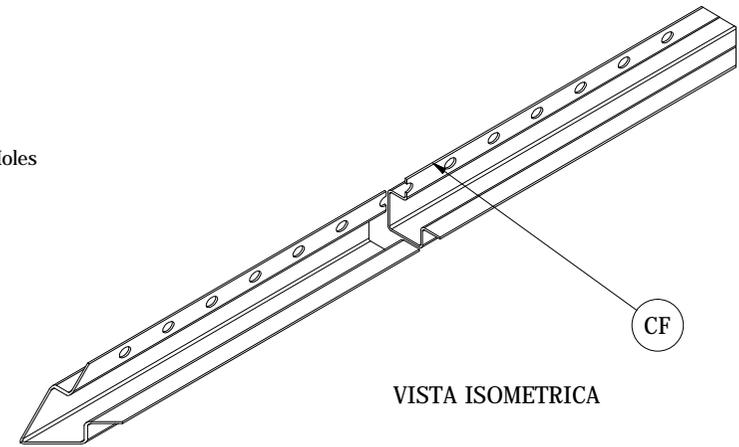
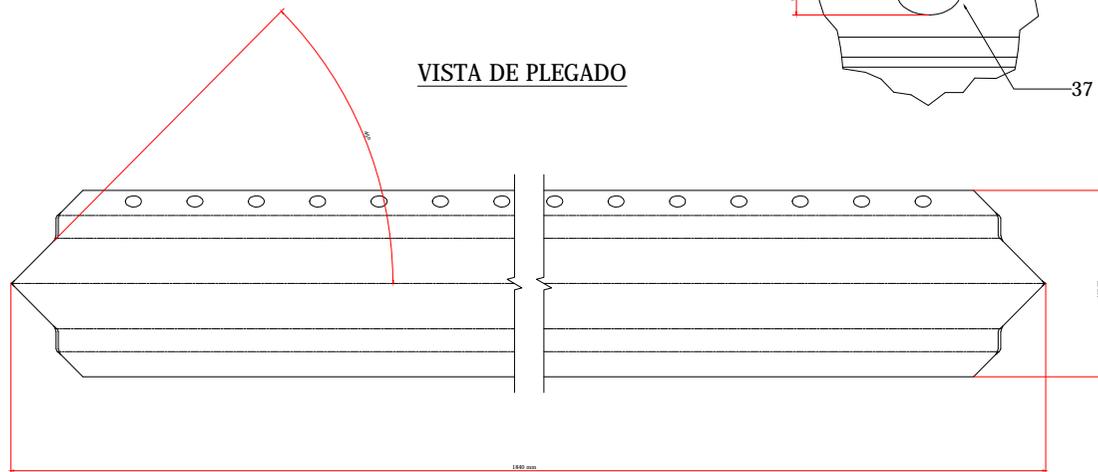
C-C (1 : 1)



B (1 : 1)



VISTA DE PLEGADO



VISTA ISOMETRICA

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
CF	2	Columna de Fondo	Plancha de FG de 2 mm



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
MAGDALENA

FECHA
06/10/2015



DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

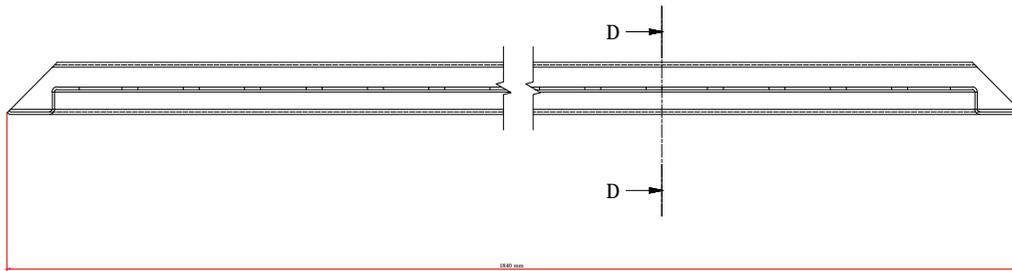
DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

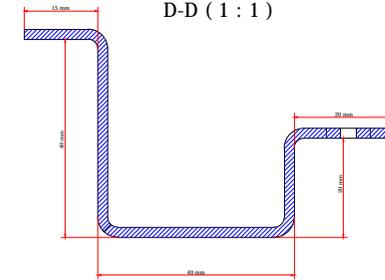
LAMINA
2-6

COLUMNA DELANTERA TABLERO AUTOSOPORTADO

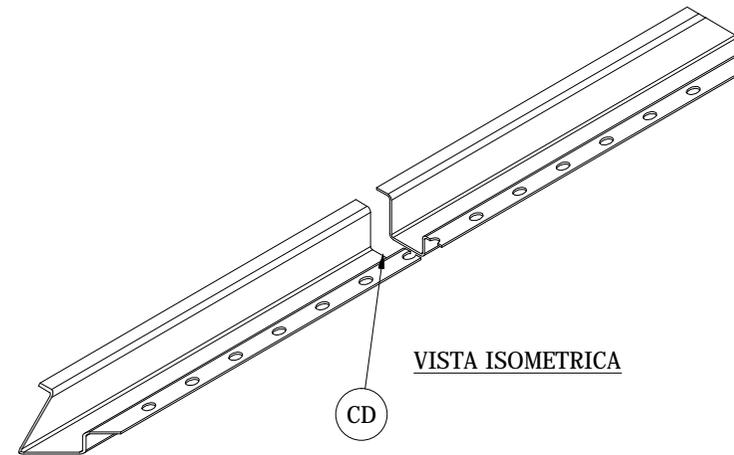
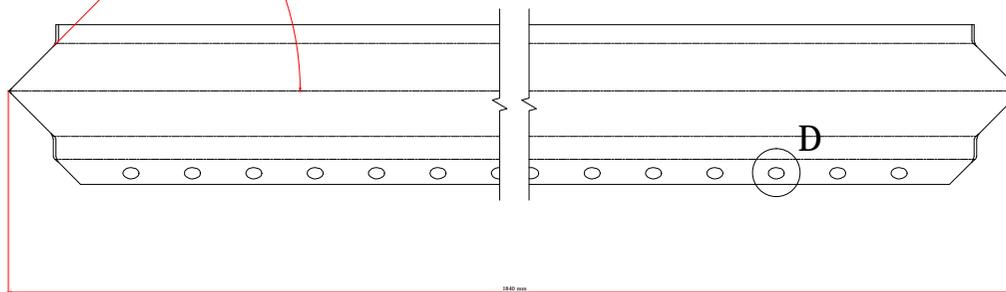
VISTA FRONTAL



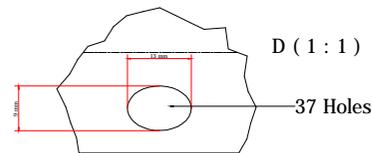
D-D (1 : 1)



VISTA DE PLEGADO



VISTA ISOMETRICA



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
CD	2	Columna Delantera	Plancha de FG de 2 mm



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
MAGDALENA

FECHA
06/10/2015



DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

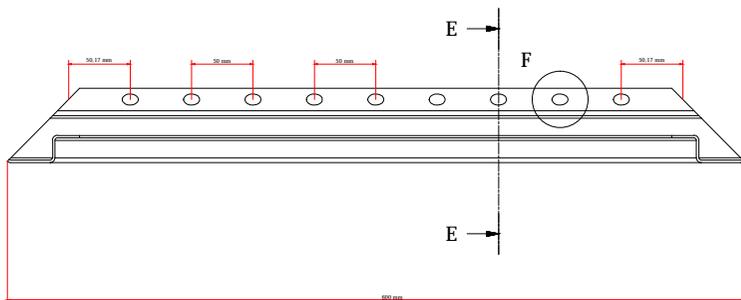
DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

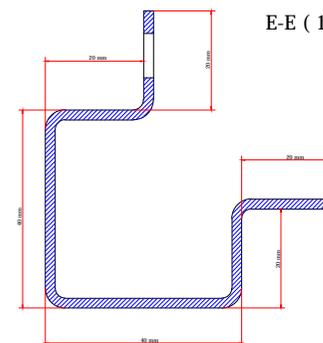
LAMINA
3-6

BASE LATERAL TABLERO AUTOSOPORTADO

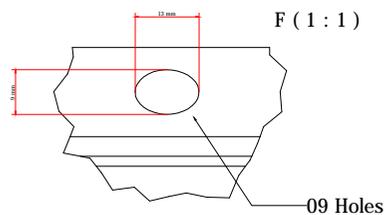
VISTA FRONTAL



E-E (1:1)



F (1:1)

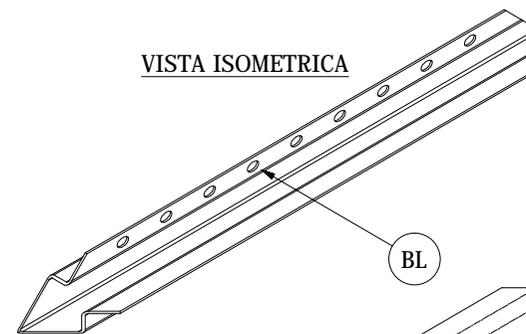


09 Holes

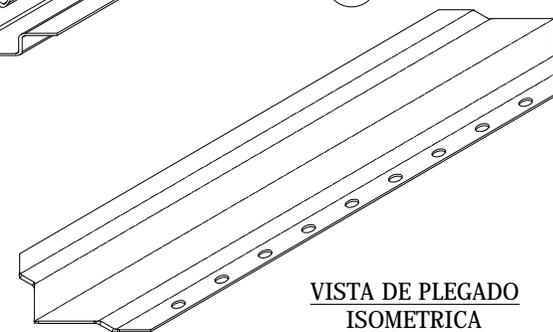
VISTA DE PLEGADO



VISTA ISOMETRICA



VISTA DE PLEGADO ISOMETRICA



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
BL	4	Base Lateral	Plancha de FG de 2 mm



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
MAGDALENA

FECHA
06/10/2015



DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

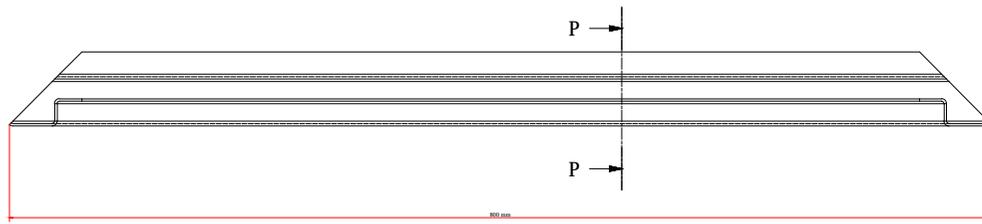
DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

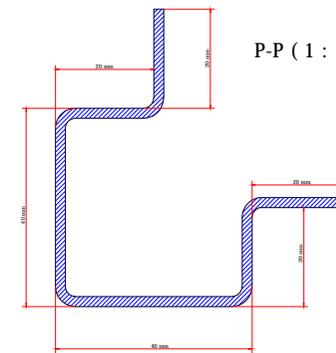
LAMINA
4-6

BASE DE FONDO TABLERO AUTOSOPORTADO

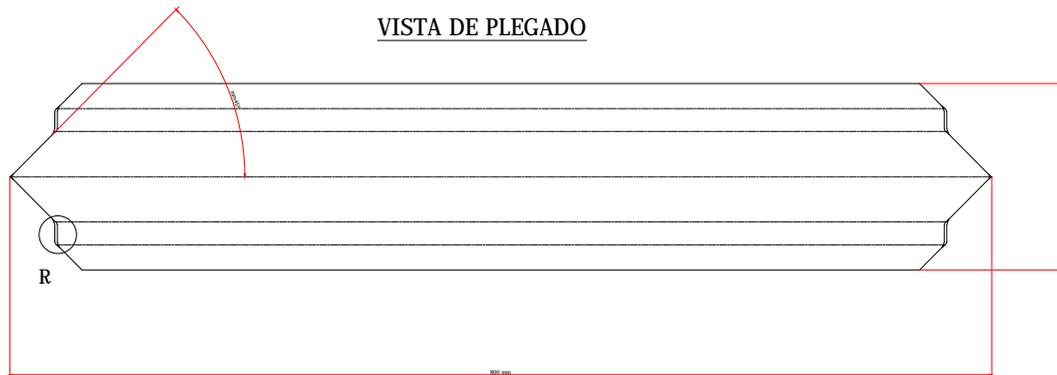
VISTA FRONTAL



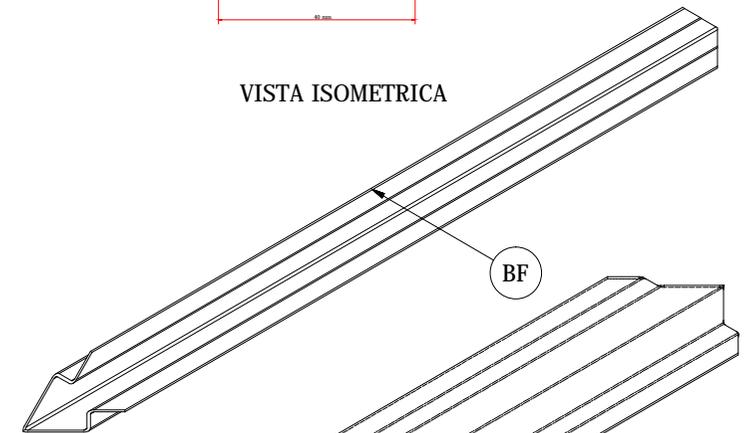
P-P (1 : 1)



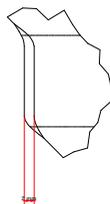
VISTA DE PLEGADO



VISTA ISOMETRICA



R (1 : 1)

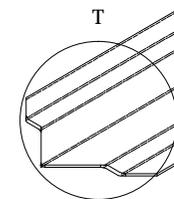
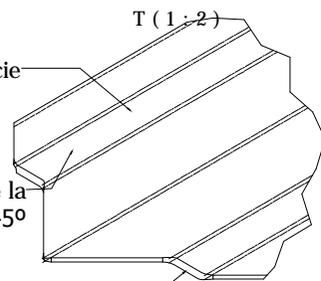


Superficie

T (1 : 2)

Esmerilado a 1.5 mm de la superficie, con una baja de 45°

Esmerilado a 1.5 mm de la superficie, con una bajada de 45°



VISTA DE PLEGADO ISOMETRICO

LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
BF	2	Base de Fondo	Plancha de FG de 2 mm



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
MAGDALENA

FECHA
06/10/2015



DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

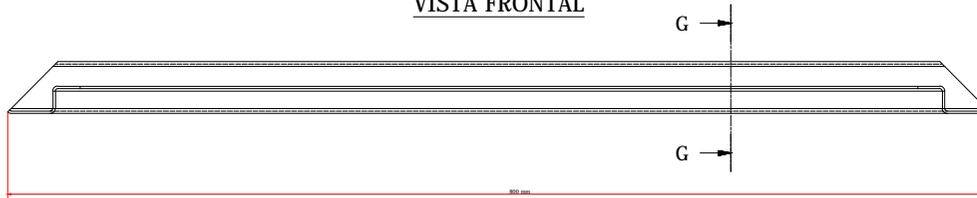
DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

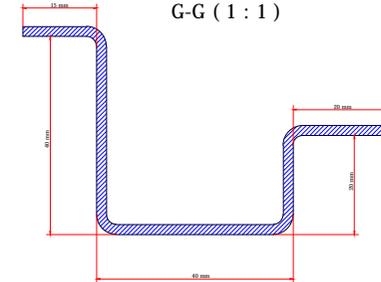
LAMINA
5-6

BASE DELANTERA TABLERO AUTOSOPORTADO

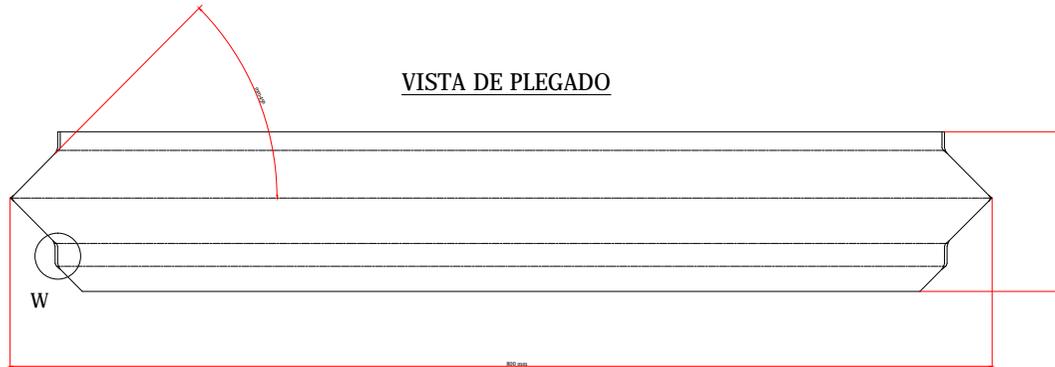
VISTA FRONTAL



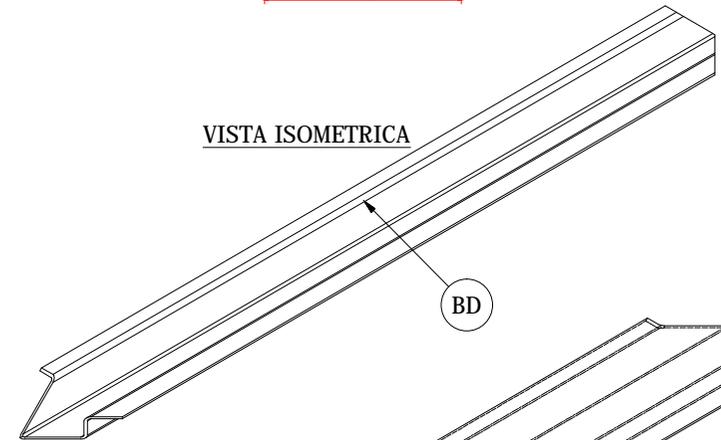
G-G (1:1)



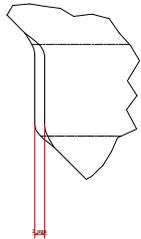
VISTA DE PLEGADO



VISTA ISOMETRICA



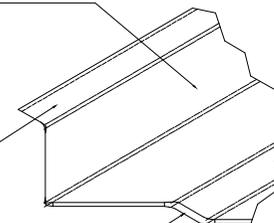
W (1:1)



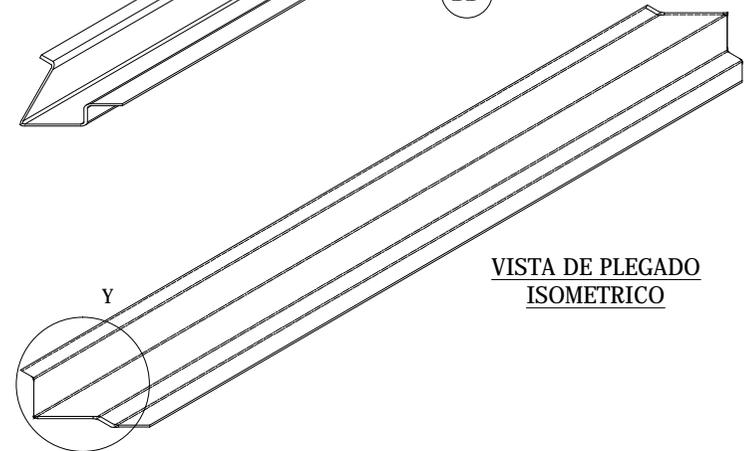
Superficie Y (1:2)

Esmerilado a 1.5 mm de bajo de la superficie, con una baja de -45°

Esmerilado a 1.5 mm de la superficie, con una bajada de 45°



VISTA DE PLEGADO ISOMETRICO



LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	NOMBRE DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
BD	2	Base Delantera	Plancha de FG de 2 mm



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
MAGDALENA

FECHA
06/10/2015



DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA
6-6

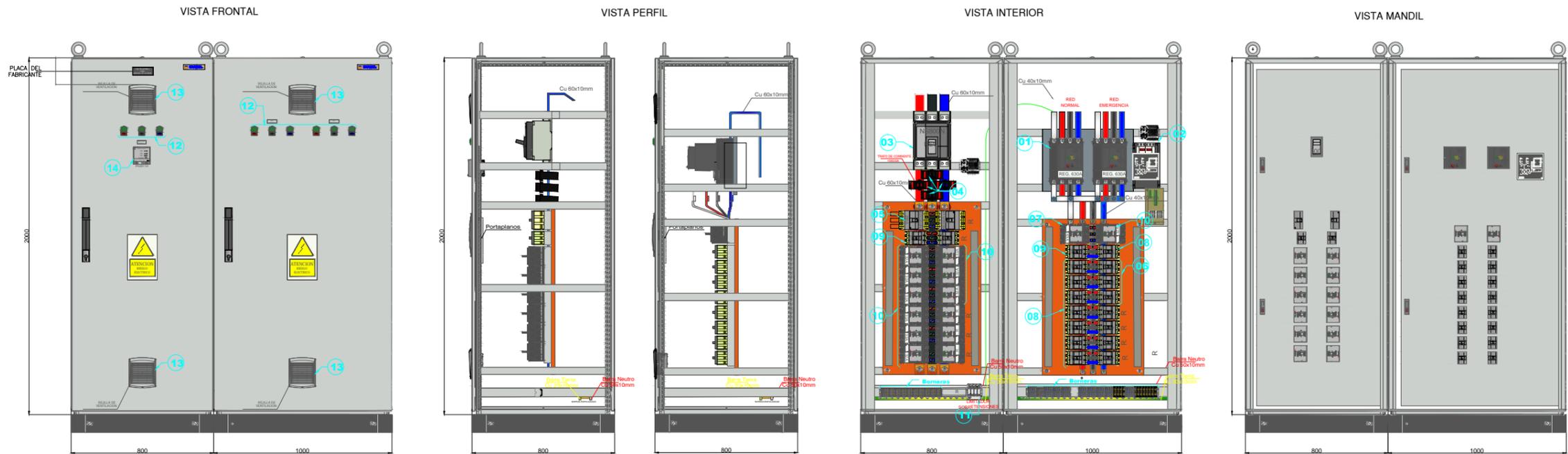
ANEXO C
PLANOS MECÁNICOS DE LOS TABLEROS
ELÉCTRICOS

TABLERO T-SG1

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-SG1 - AUTOSOPORTADO (2 Cuerpos) Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en plachas (fe) galvanizadas de 1.6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado - cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 800mm	

- Nota 1: SE RETIRO LAS LUCES DE SEÑALIZACIÓN DE ESTADO DEL GRUPO ELECTRÓGENO HACIA EL TABLERO GENERAL DE EMERGENCIA T-GE.
- Nota 2: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCIÓN ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO INDICADO.
- Nota 3: LAS RESERVAS NO SON EQUIPADAS (LLAVES REFERENCIALES EN PLANO)
- Nota 4: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	Sistema de Transferencia Automatica C/ITM Compac NSX 4x630A - SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	Automatismo de Control UA para Sistema de Transferencia - SCHNEIDER ELECTRIC	01
03	ITM 3X800A, NS800N Reg 320-800A 380V 50KA, - SCHNEIDER ELECTRIC	01
04	Transformador de Corriente 800/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	06
05	ITM 3X250A, EZC250N 380V 25KA - SCHNEIDER ELECTRIC	01
06	ITM 3X80A, EZC100N 18ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	03
07	ITM 3X63A, CVS100B Reg. 44.1-63A 25ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC (REG. 50A)	01
08	ITM 3X50A, EZC100N 18ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	08
09	ITM 3X40A, EZC100N 18ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	02
10	ITM 3X32A, CVS100B Reg. 22.4-32A 25ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	10
11	Limitador de sobretensiones transitorias 3P+N IPRD40 - SCHNEIDER ELECTRIC	01
12	PILOTO DE SEÑALIZACION LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	09
13	Ventilación Forzada IP54 + Termostato - SCHNEIDER ELECTRIC	02
14	Medidor de Energia PM 5110 - SCHNEIDER ELECTRIC	01

Se regulara a 50A por por cambio de capacidad ITM general del TE-P1



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
25/11/2015
REV
02

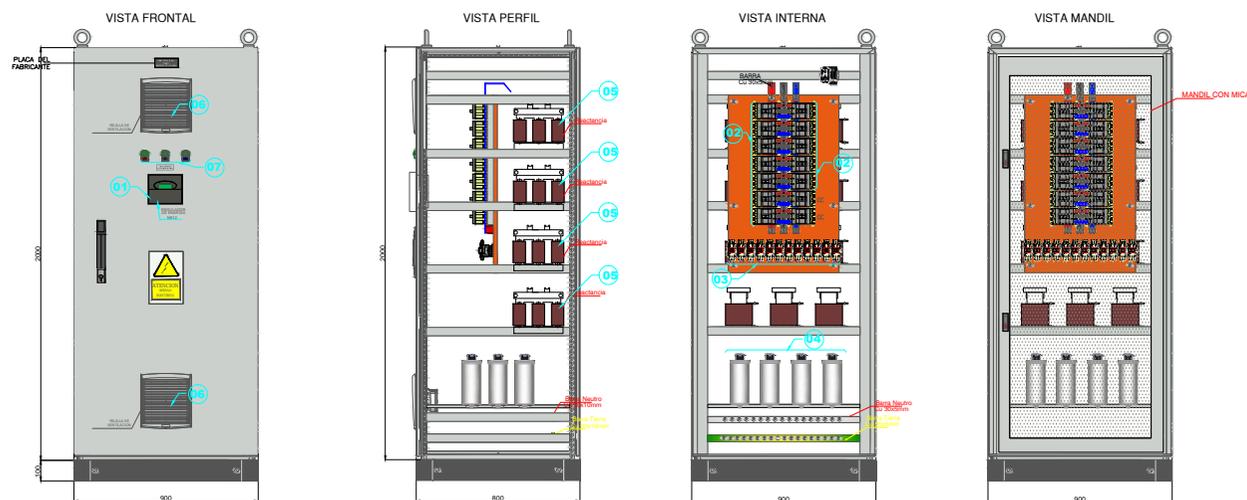
LAMINA

TABLERO T-BC1

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-BC- 88 KVAR AUTOSOPORTADO (1 Cuerpo) Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en placas (fe) galvanizadas de 1.6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.



Nota 1: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCION ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.

Nota 2: LAS RESERVAS NO SON EQUIPADAS (LLAVES REFERENCIALES EN PLANO).

Nota 3: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN LA BANDEJA.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F ^o G ^o	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 800mm	

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	Regulador de Factor de Potencia Varlogic 12 Pasos NRC12 - SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	ITM 3X20A, EZC100N 18kA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	12
03	Contactores de Condensadores TeSys LC1DFKM7 13 Kvar /400V - SCHNEIDER ELECTRIC	12
04	Condensadores trifásicos de potencia Varplus Can 380V. 9 Kvar - SCHNEIDER ELECTRIC	12
05	Reactancias Antiresonantes para Banco de 25 Kvar , 380V Trifásico - SCHNEIDER ELECTRIC	12
06	Ventilación Forzada IP54 + Termostato - SCHNEIDER ELECTRIC	01
07	PILOTO DE SEÑALIZACION LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	03



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
03/11/2015

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

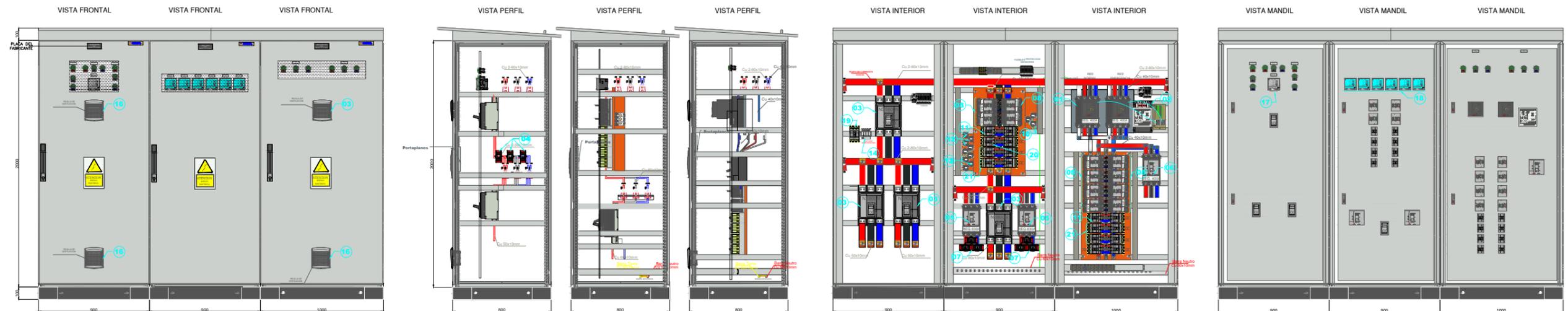
LAMINA

TABLERO T-SG2

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-SG2 - AUTOSOPORTADO (3 Cuerpos) Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en plachas (fe) galvanizadas de 1.6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado - cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F ^o G ^o	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
1er Cuerpo Fondo : 800mm	
2do Cuerpo Fondo : 800mm	
3er Cuerpo Fondo : 800mm	

- Nota 1: LA TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA LLEVA UNA PLACA DE SOPORTE DE LOS INTERRUPTORES QUE CONTIENE EL SISTEMA DE ENCLAVAMIENTO MECÁNICO.
- Nota 2: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCION ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.
- Nota 3: LAS RESERVAS NO SON EQUIPADAS (LLAVES REFERENCIALES EN PLANO)
- Nota 4: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL

EL GRADO DE PROTECCION DEL ENVOLVENTE ES: IP 54
 PRIMERA CIFRA 5: Protegido contra polvo , solo pasará el tamaño y cantidad de polvo que no daña al dispositivo.
 SEGUNDA CIFRA 4: Protegido contra inyecciones de agua proyectada en todas direcciones. (Splashing Water)

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	Sistema de Transferencia Automatica C/ITM Compac NSX 4x400A - SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	Automatismo de Control UA para Sistema de Transferencia - SCHNEIDER ELECTRIC	01
03	ITM 3X800A, NS800N Reg 320-800A 380V 50KA, - SCHNEIDER ELECTRIC	03
04	Transformador de Corriente 2000/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	04
05	ITM 3X630A, NSX630N Reg 320-800A 380V 50KA, - SCHNEIDER ELECTRIC	02
06	ITM 3X400A, NSX400N Reg 320-800A 380V 50KA, - SCHNEIDER ELECTRIC	01
07	Transformador de Corriente 800/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	06
08	ITM 3X32A, CVS100B Reg. 22.4-32A 25KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	11
09	ITM 3X63A, CVS100B Reg. 44.1-63A 25KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	01
10	Transformador de Corriente 75/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	03
11	ITM 3X50A, EZC100N 18KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	02
12	Transformador de Corriente 100/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	03
13	Transformador de Corriente 50/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	06
14	Limitador de sobretensiones transitorias 3P+N IPRD40 - SCHNEIDER ELECTRIC	01
15	PILOTO DE SEÑALIZACION LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	15
16	Sistema de ventilación Forzada IP54 + Termostato - SCHNEIDER ELECTRIC	02
17	Medidor de Energia PM 5110 - SCHNEIDER ELECTRIC	01
18	Medidor de Energia PM 1200 Series - SCHNEIDER ELECTRIC	06
19	ITM 3X40A, EZC100N 18KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	01
20	ITM 3X80A, EZC100N 18KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	01
21	ITM 3X25A, EZC100N 18KA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	04

Un ITM de 32A se regulará a 25A para completar 5 interruptores de la misma capacidad

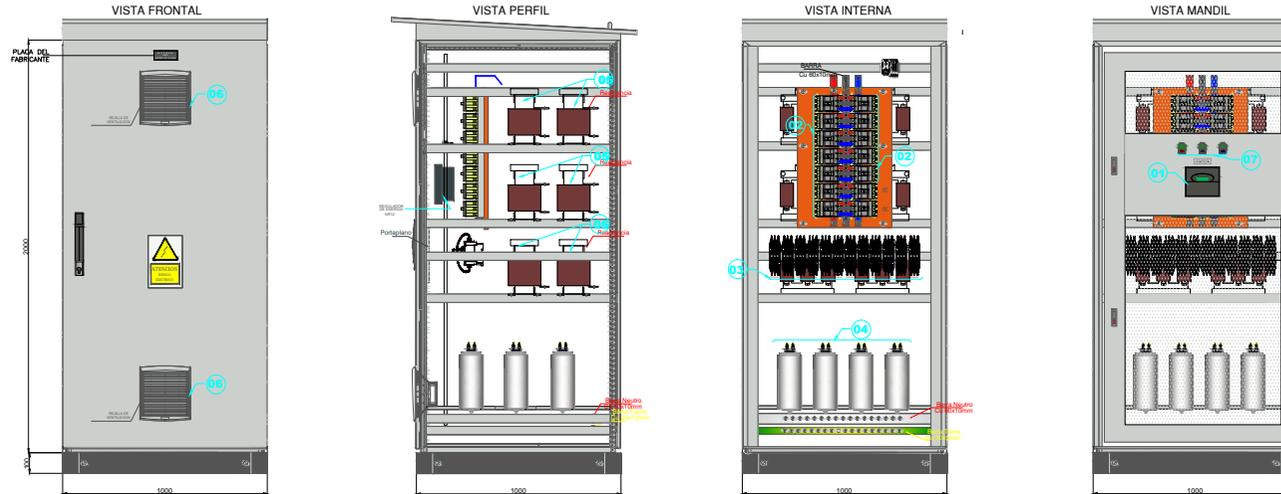
	REVISADO ELVIS BARRERA	DETALLES PLANOS MECÁNICOS	CLIENTE AyA Edificaciones	DISTRITO SURQUILLO	FECHA 25/11/2015	LAMINA
	DISEÑADO ELVIS BARRERA	OBRA SKY TOWER		DEPARTAMENTO LIMA	REV 01	

TABLERO T-BC2

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-BC- 310 KVAR AUTOSOPORTADO (1 CUERPO) Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en placas (fe) galvanizadas de 1,6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado,stickier de señalización según NTP.



Nota 1: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCION ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.

Nota 2: LAS RESERVAS NO SON EQUIPADAS (LLAVES REFERENCIALES EN PLANO).

Nota 3: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN LA BANDEJA.

EL GRADO DE PROTECCION DEL ENVOLVENTE ES: IP 54

PRIMERA CIFRA 5: Protegido contra polvo , solo pasará el tamaño y cantidad de polvo que no daña al dispositivo.

SEGUNDA CIFRA 4: Protegido contra inyecciones de agua proyectada en todas direcciones. (Splashing Water)

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1,5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1,5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 1000mm	

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	Regulador de Factor de Potencia Varlogic 12 Pasos NRC12 - SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	ITM 3X60A, EZC100N 18kA 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	12
03	Contactores de Condensadores TeSys LC1DPKM7 30Kvar/400V - SCHNEIDER ELECTRIC	12
04	Condensadores trifasicos de potencia Varplus Can 380V, 27,1 Kvar - SCHNEIDER ELECTRIC	12
05	Reactancias Antiresonantes para Banco de 25 Kvar , 380V Trifasico - SCHNEIDER ELECTRIC	12
06	Ventilación Forzada IP54 + Termostato - SCHNEIDER ELECTRIC	01
07	PILOTO DE SEÑALIZACION LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	03



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
03/11/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

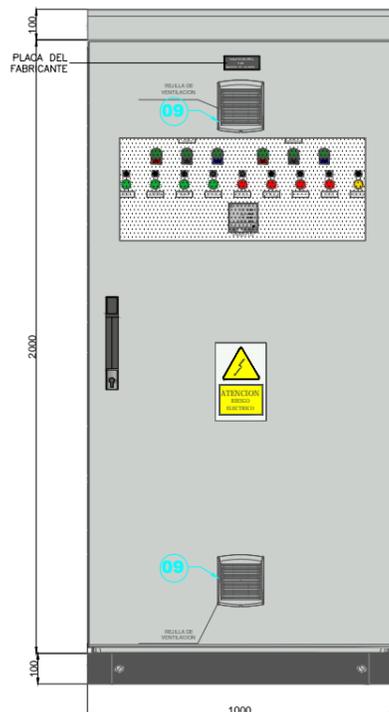
TABLERO T-GE

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

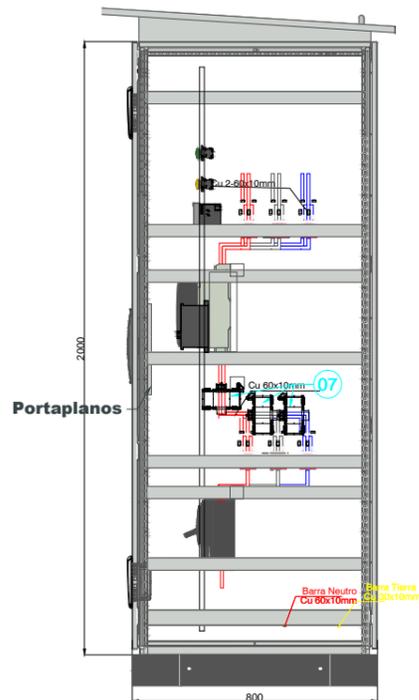
NOTAS:

TABLERO T-GE AUTOSOPORTADO (1 Cuerpo) Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en plachas (fe) galvanizadas de 1.6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.

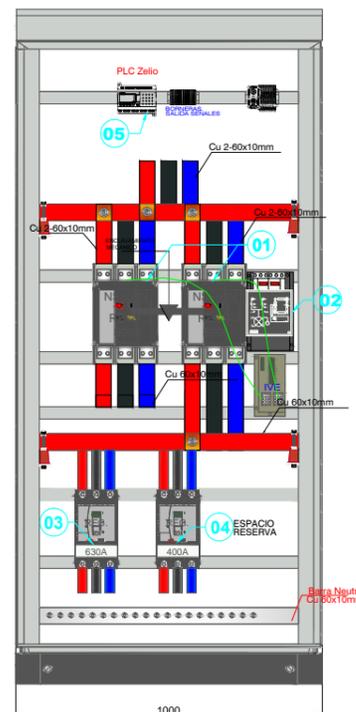
VISTA FRONTAL



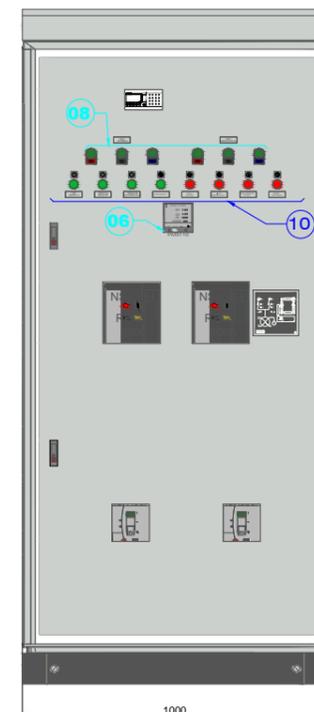
VISTA PERFIL



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



Nota 1: LOS INTERRUPTORES DE LA TRANSFERENCIA CONSTAN DE 1 KIT DE ENCLAVAMIENTO MECÁNICO POR CABLES.

Nota 2: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCION ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.

Nota 3: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL

EL GRADO DE PROTECCION DEL ENVOLVENTE ES: IP 54

PRIMERA CIFRA 5: Protegido contra polvo , solo pasará el tamaño y cantidad de polvo que no daña al dispositivo.

SEGUNDA CIFRA 4: Protegido contra inyecciones de agua proyectada en todas direcciones. (Splashing Water)

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 800mm	

DETALLE DE EQUIPAMIENTO

CANTIDAD

01	Sistema de Transferencia Automatica C/ITMS Regulables Compac NSX 3x800A - SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	Automatismo de Control UA (CONMUTADOR) para Sistema de Transferencia - SCHNEIDER ELECTRIC	01
03	ITM 3X630A, NSX630N Reg 252-630A 380V 50KA- SCHNEIDER ELECTRIC	01
04	ITM 3X320A, NSX400N Reg 160-400A 380V 50KA - SCHNEIDER ELECTRIC	01
05	CONTROLADOR LOGICO PROGRAMABLE (PLC) ZELIO MODULAR SR3 100- 240 VAC - SCHNEIDER ELECTRIC	01
06	Medidor Multifunción PM 5110 Series - SCHNEIDER ELECTRIC	01
07	Transformador de Corriente 1600/5A - SCHNEIDER ELECTRIC	03
08	PILOTOS DE SEÑALIZACION LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	06
09	Ventilación Forzada IP54 + Termostato - SCHNEIDER ELECTRIC	01
10	PILOTOS DE SEÑALIZACION (ESTADO DEL GRUPO ELECTROGENO)	08



BRANCH®

REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
25/11/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

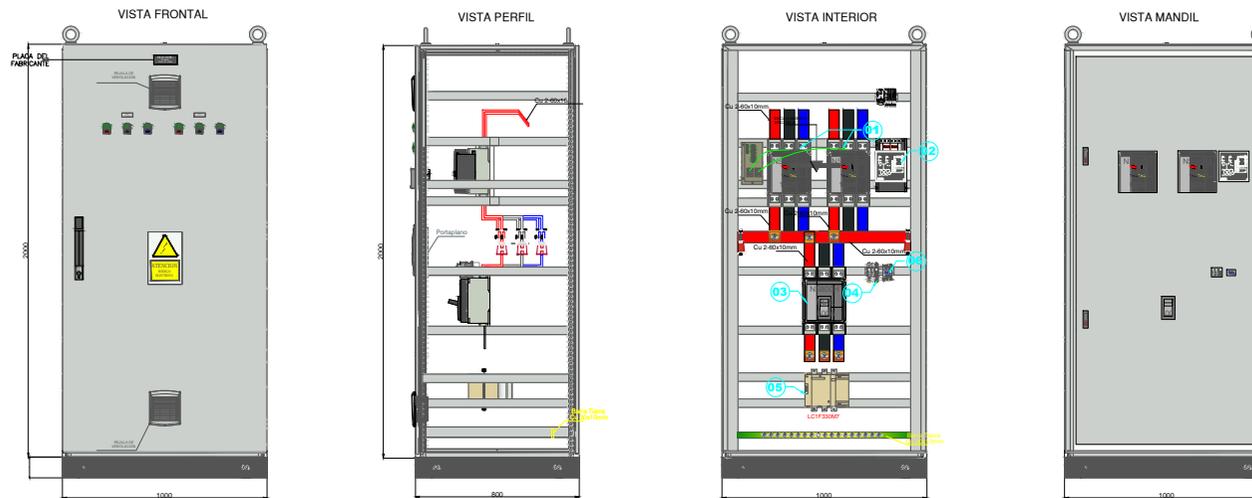
LAMINA

TABLERO TF-BACI

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO TF-BACI AUTOSOPORTADO (1 CUERPO) Tablero eléctrico uso interior, grado de protección IP54, fabricado en placas (fe) galvanizadas de 1,6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado, cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032. Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida, disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado, scitker de señalización según NTP.



Nota 1: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCION ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.

Nota 2: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F ² Q ^P	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 800mm	

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	Sistema de Transferencia Automática C/ITMS Regulable Compac NSX 3x1000A.- SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	Automatismo de Control UA para Sistema de Transferencia - SCHNEIDER ELECTRIC	01
03	ITM 3X800A, NS800N Reg 320-800A 380V 50KA, - SCHNEIDER ELECTRIC	01
04	ITM 3X32A, iC60N 10KA 380V, - SCHNEIDER ELECTRIC	01
05	Contactor Tripolar Serie F LC1F330M7 135 HP 220V - SCHNEIDER ELECTRIC	01
06	Contactor Tripolar LC1D18M7 18A- AC3 -220V, - SCHNEIDER ELECTRIC	01
07	PILOTO DE SEÑALIZACIÓN LED 220VAC VERDE - SCHNEIDER ELECTRIC	06



BRANCH®

REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
03/11/2015

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

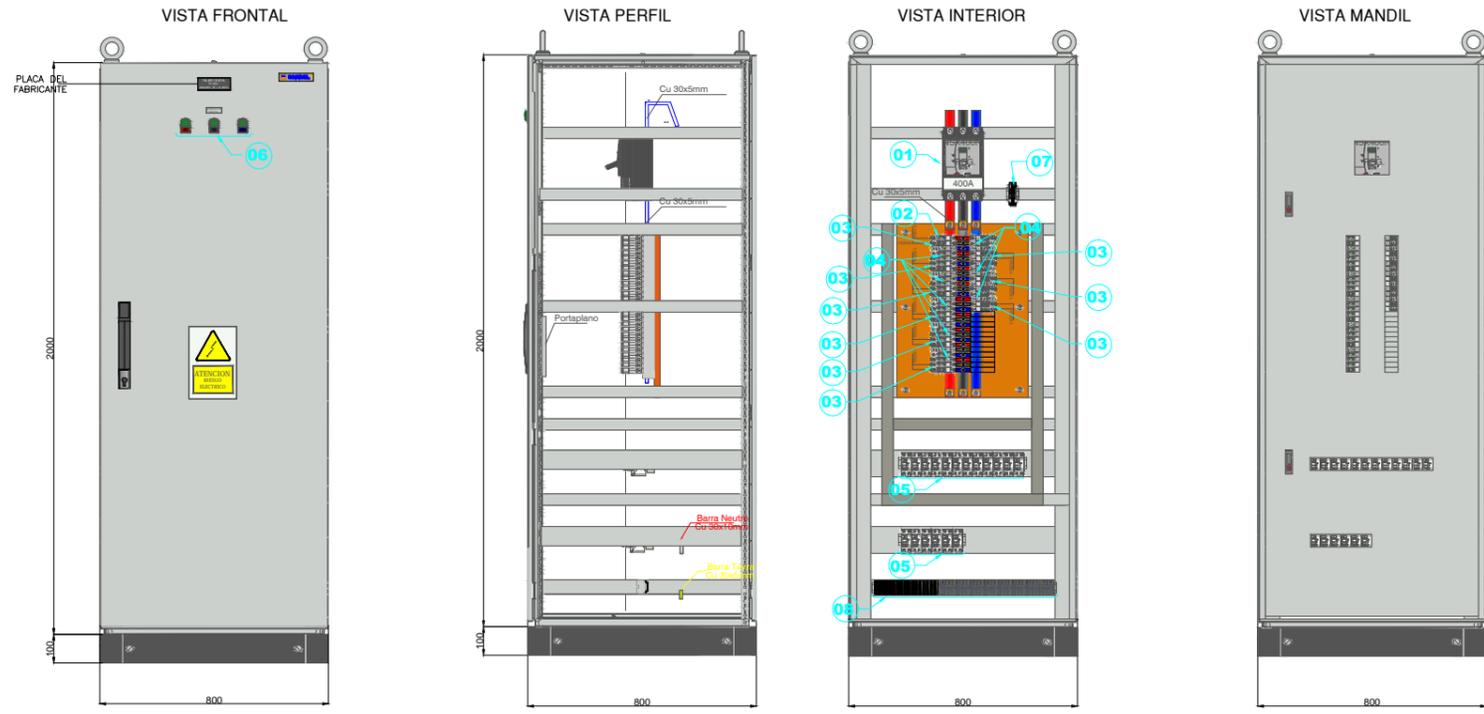
LAMINA

TABLERO TF-ASC

(AUTOSOPORTADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO TF-ASC AUTOSOPORTADO Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en plachas (fe) galvanizadas de 1.6mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.



Nota 1: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCIÓN ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.

Nota 2: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 800mm	

DETALLE DE EQUIPAMIENTO		CANTIDAD
01	ITM 3X400A, NSX400N Reg 160-400A 380V 50KA- SCHNEIDER ELECTRIC	01
02	ITM 1X16A, iC60N 10ka 230V - SCHNEIDER ELECTRIC	01
03	ITM 1X20A, iC60N 10ka 230V - SCHNEIDER ELECTRIC	17
04	ITM 3X63A, iC60H 15ka 380V - SCHNEIDER ELECTRIC	08
05	I. Dif. IID 2 x 25A 30mA Clase AC - SCHNEIDER ELECTRIC	18
06	Lampara de señalizacion LED - SCHNEIDER ELECTRIC	03
07	Portafusibles y fusibles incluidos 2A - SCHNEIDER ELECTRIC	03
08	Borneras - SCHNEIDER ELECTRIC	68

	REVISADO ELVIS BARRERA	DETALLES PLANOS MECÁNICOS	CLIENTE AyA Edificaciones	DISTRITO SURQUILLO	FECHA 20/11/2015	LAMINA
	DISEÑADO ELVIS BARRERA	OBRA SKY TOWER		DEPARTAMENTO LIMA	REV 01	

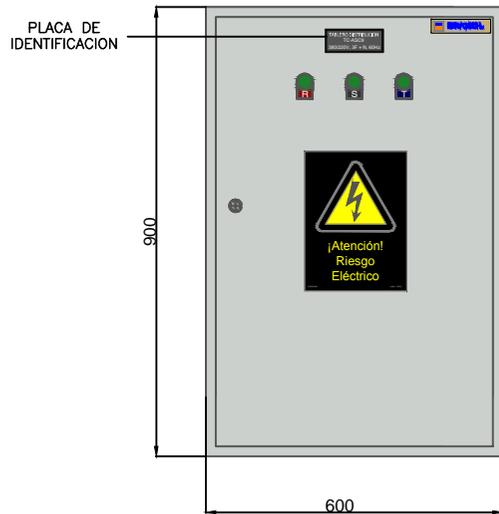
TABLERO TC-ASC9

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO ADOSADO Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

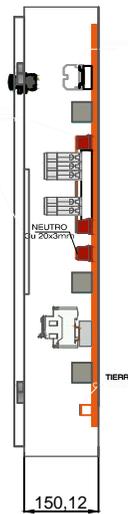
VISTA FRONTAL



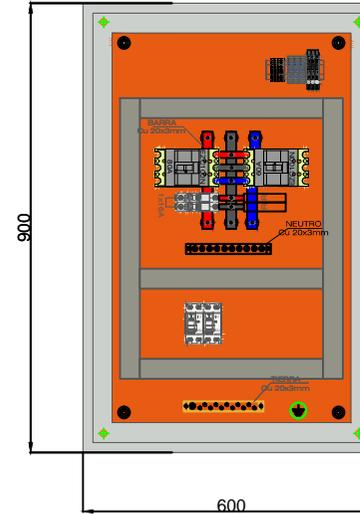
VISTA PERFIL



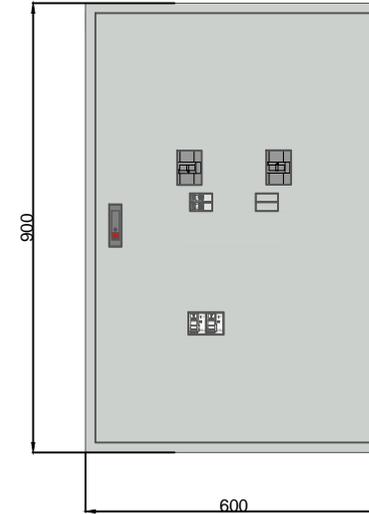
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F ^o G ^o	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



BRANCH®

REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
17/09/2015

ADICIONAL

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA
PM - 01

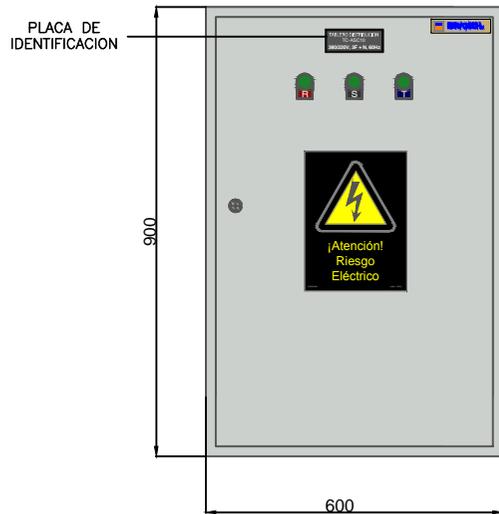
TABLERO TC-ASC10

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO ADOSADO Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

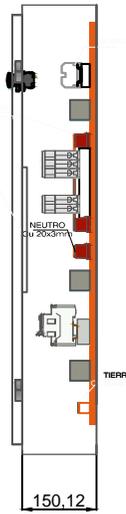
VISTA FRONTAL



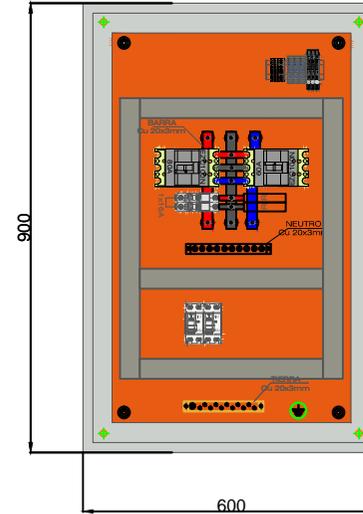
VISTA PERFIL



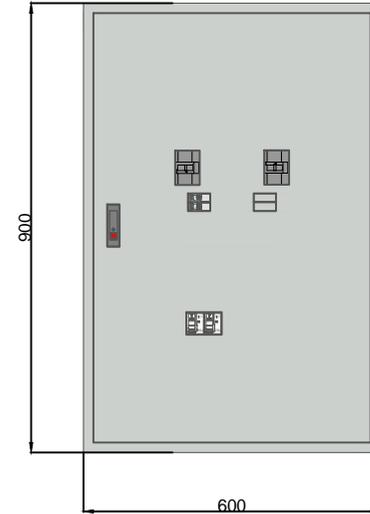
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F ^o G ^o	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



BRANCH®

REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
17/09/2015

ADICIONAL

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

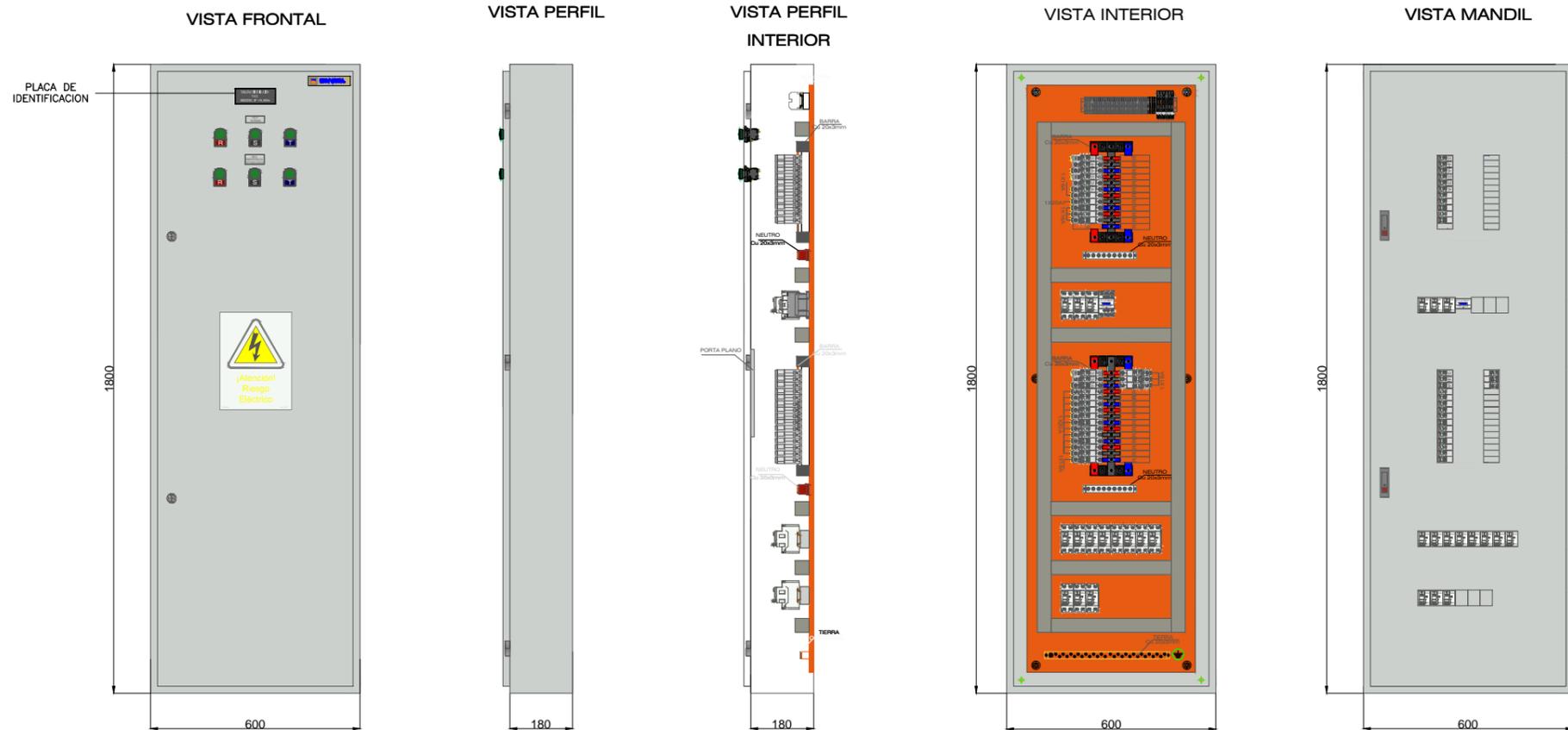
LAMINA
PM - 02

TABLERO T-CC

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-CC - ADOSADO Tablero eléctrico uso interior , grado de protección IP54, fabricado en plachas (fe) galvanizadas de 1.5mm de espesor y c/puerta de acceso frontal, mandil abisagrado cerraduras con chapas push botón y manijas de accionamiento, acabado en pintura electrostática al horno Ral 7032 .Equipamiento con barras de cobre al 99.99% de pureza de acuerdo a la capacidad requerida disposición de (04) barras 3fases +N + tierra.. Identificación del tablero y circuitos con placas de aluminio anodizado.sctiker de señalización según NTP.



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Autosoportado con plancha F ^o G ^o	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 2mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.5mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.5mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 180mm	

- Nota 1: LAS BARRAS ESTAN FORRADAS POR MANGAS TERMOCONTRAIBLES LAS CUALES SON DE PROTECCIÓN ANTE CUALQUIER CONTACTO A LAS BARRAS EXPUESTAS Y ES USADO PARA INDICACION DE LAS MISMAS SEGÚN EL COLOR: R (ROJO), S (NEGRO), T(AZUL), N (BLANCO). CUMPLIENDO LA FUNCIÓN DEL PLÁSTICO ACRÍLICO INDICADO.
- Nota 2: LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES DE LOS CIRCUITOS DE LA BARRA EMERGENCIA ESTABILIZADA SON SUPERINMUNIZADOS.
- Nota 3: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE ENCONTRARÁN EN EL MANDIL
- Nota 4: Se incluyó un ITM 3x32A en la Barra Emergencia Estabilizada.



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
Surquillo

FECHA
03/12/2015

LAMINA

DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
02

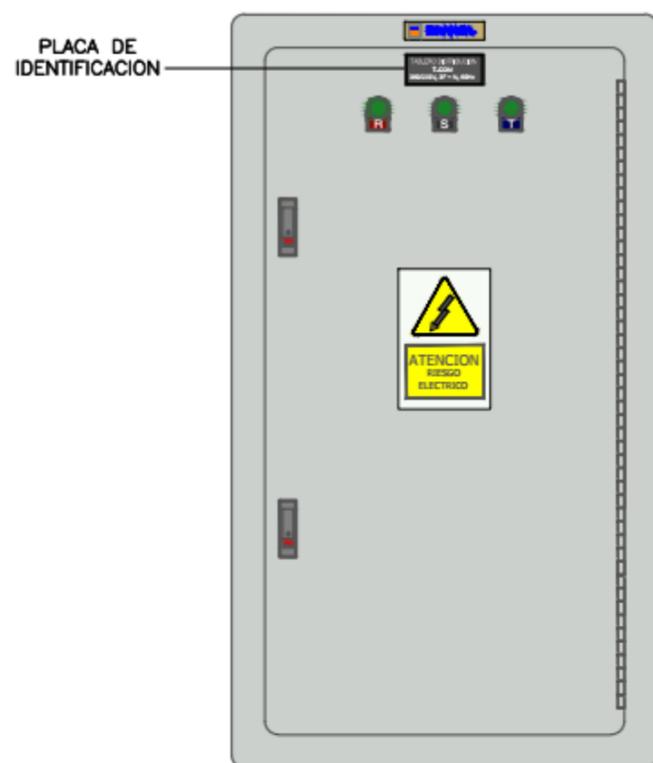
TABLERO T-COM

(EMPOTRADO - 380V +N, 3Ø , T)

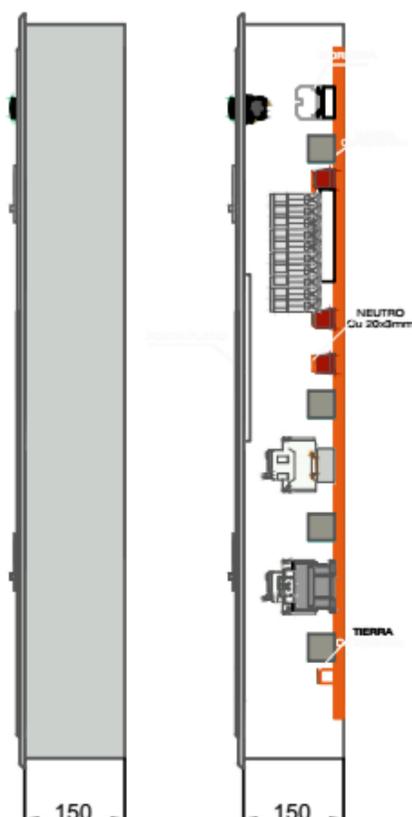
NOTAS:

TABLERO T-COM Empotrado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxy polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

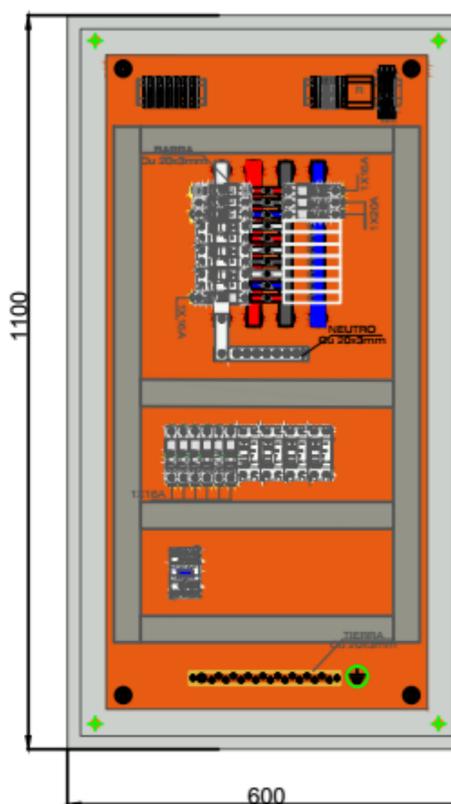
VISTA FRONTAL



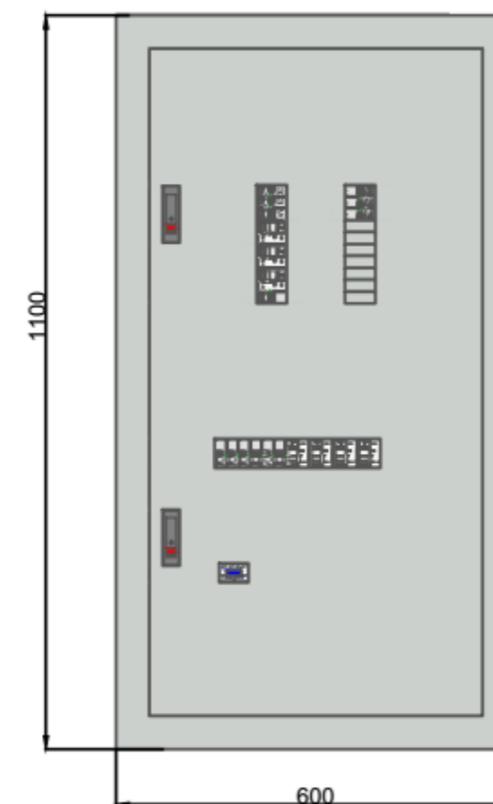
VISTA PERFIL



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO

ELVIS BARRERA

DETALLES

PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO

SURQUILLO

FECHA

17/09/2015

DEPARTAMENTO

LIMA

REV

01

LAMINA

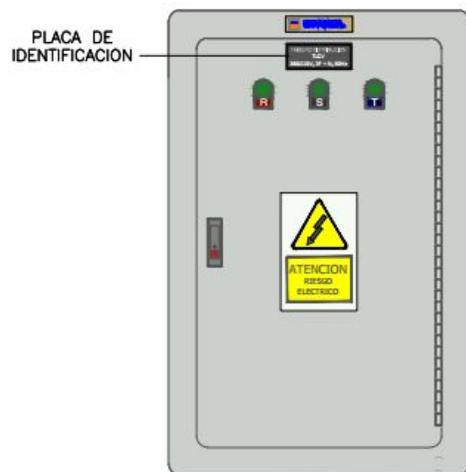
TABLERO T-CV

(EMPOTRADO - 380V +N, 3Ø , T)

NOTAS:

Tablero Empotrado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

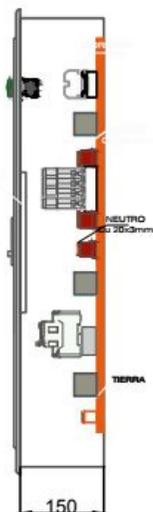
VISTA FRONTAL



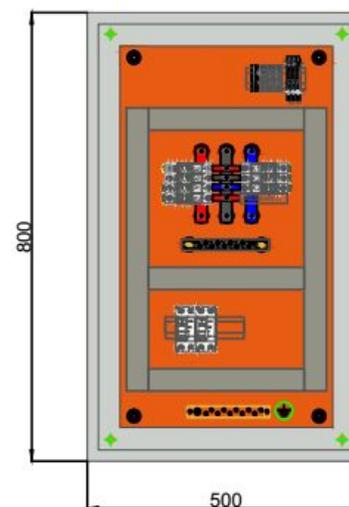
VISTA PERFIL



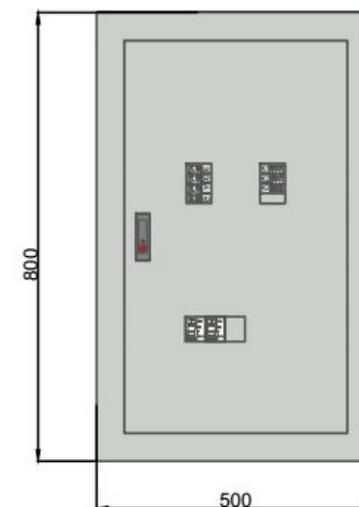
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Empotrado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA
DISEÑADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
17/09/2015
REV
01

LAMINA

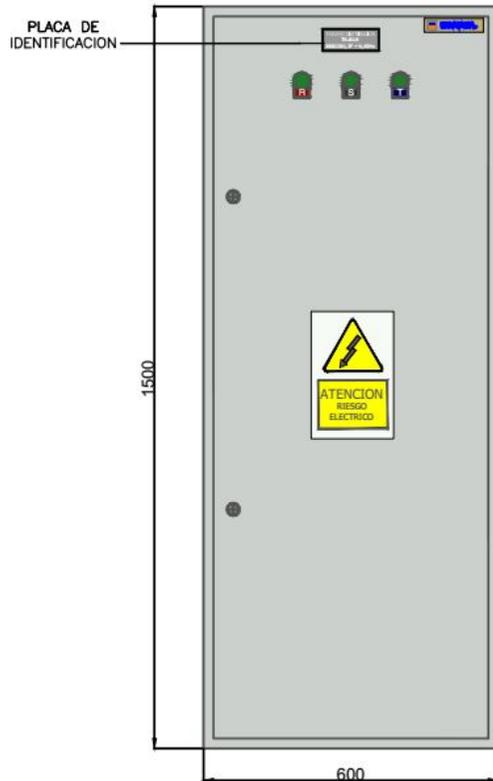
TABLERO TE-S1

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO TE-S1 Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032,gris., incluye reservas, accesorios.

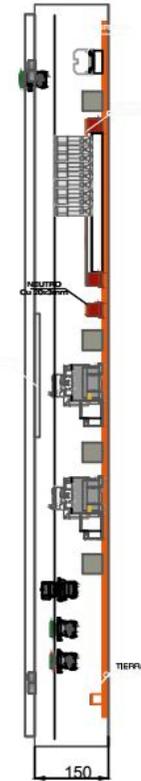
VISTA FRONTAL



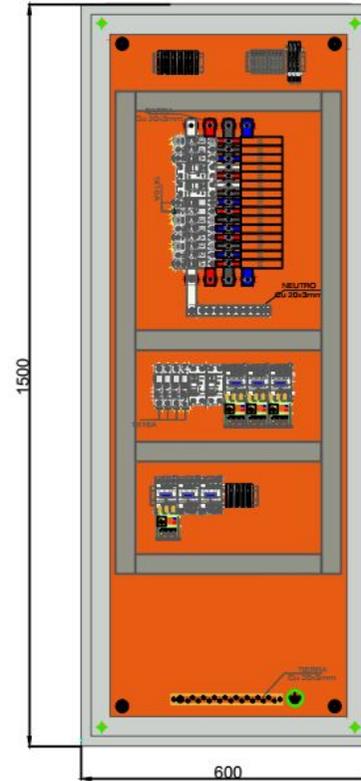
VISTA PERFIL



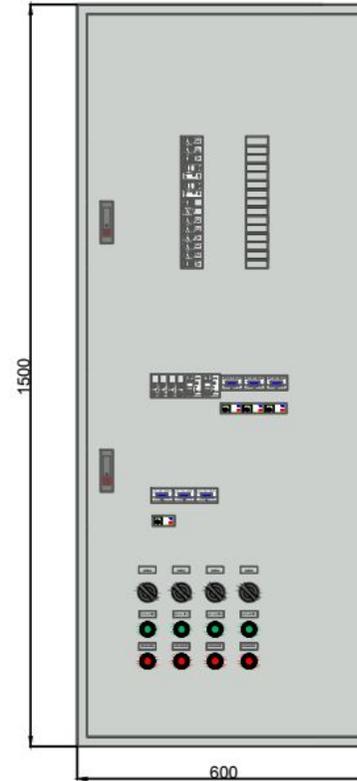
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



- NOTA 1: SE ASUME UNA BARRA NEUTRO PARA LA CONEXION DE LOS DIFERENCIALES.
 NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.
 NOTA 3: LAS BORNERAS DE LA PARTE INFERIOR SE ESTAN CONSIDERANDO PARA EL CONTROL CENTRALIZADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	

ELVIS BARRERA



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
17/09/2015

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

TABLERO TE-S2 AL TE-S8

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO T-S2 Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

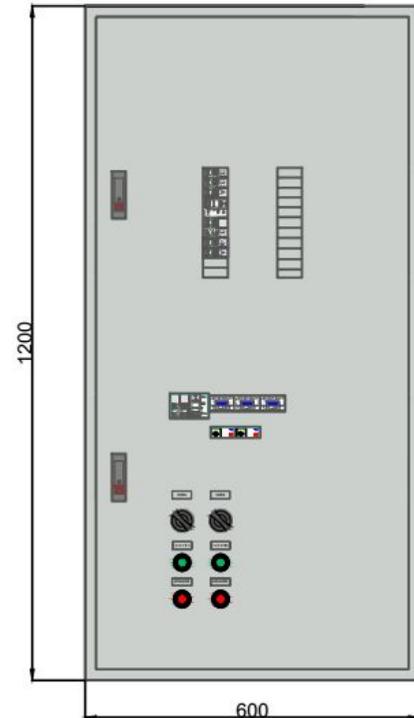
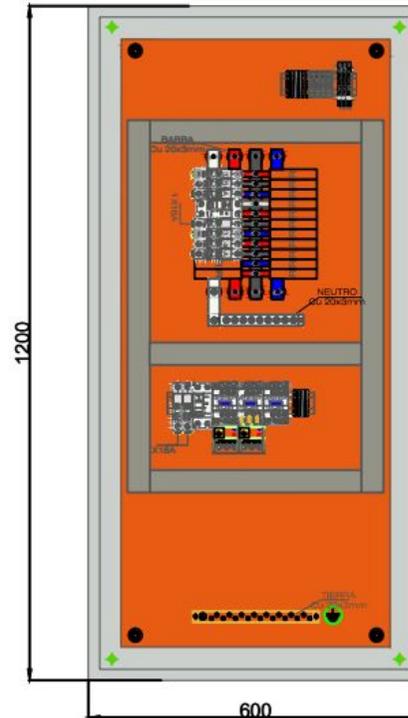
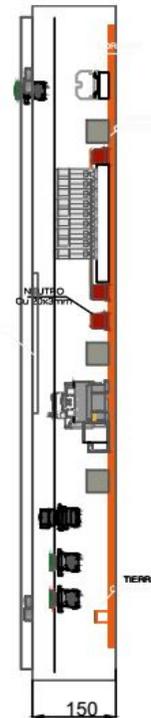
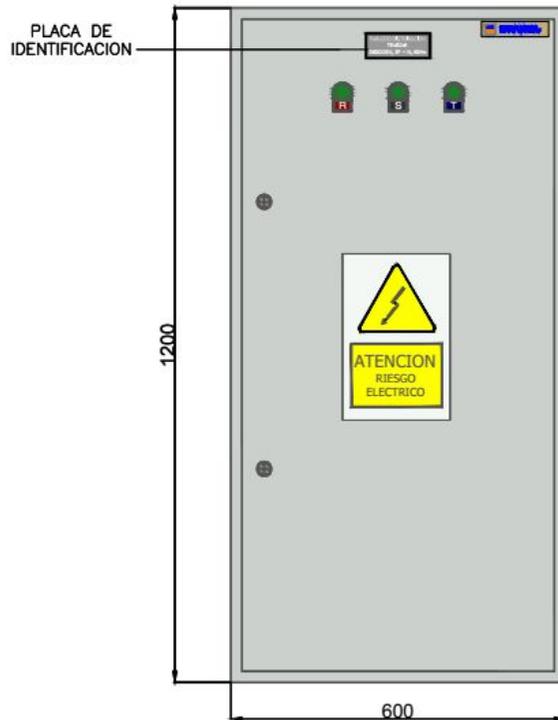
VISTA FRONTAL

VISTA PERFIL

VISTA PERFIL INTERIOR

VISTA INTERIOR

VISTA MANDIL



- NOTA 1: SE ASUME UNA BARRA NEUTRO PARA LA CONEXION DE LOS DIFERENCIALES.
 NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.
 NOTA 3: LAS BORNERAS DE LA PARTE INFERIOR SE ESTAN CONSIDERANDO PARA EL CONTROL CENTRALIZADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA
DISEÑADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
17/09/2015
REV
01

LAMINA

TABLERO TE-S9

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO TE-S9 - ADOSADO Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

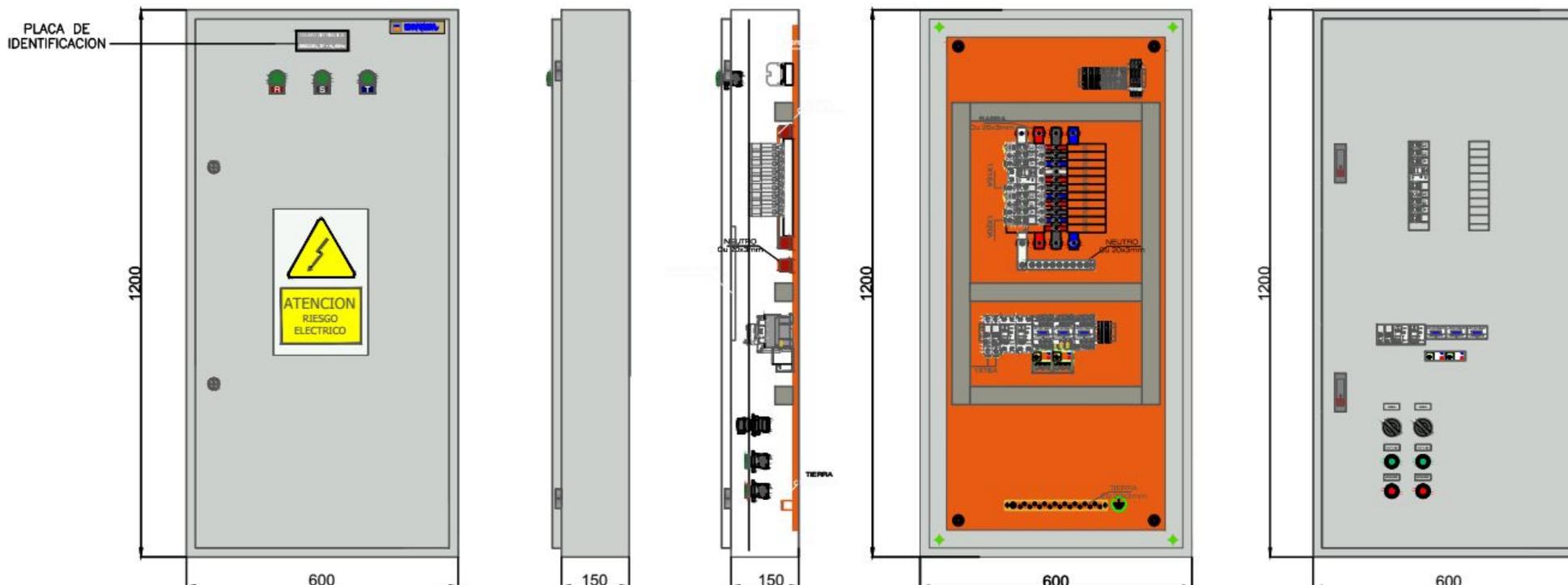
VISTA FRONTAL

VISTA PERFIL

VISTA PERFIL INTERIOR

VISTA INTERIOR

VISTA MANDIL



NOTA 1: SE ASUME UNA BARRA NEUTRO PARA LA CONEXION DE LOS DIFERENCIALES.

NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

NOTA 3: LAS BORNERAS DE LA PARTE INFERIOR SE ESTAN CONSIDERANDO PARA EL CONTROL CENTRALIZADO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	

ELVIS BARRERA



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
17/08/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

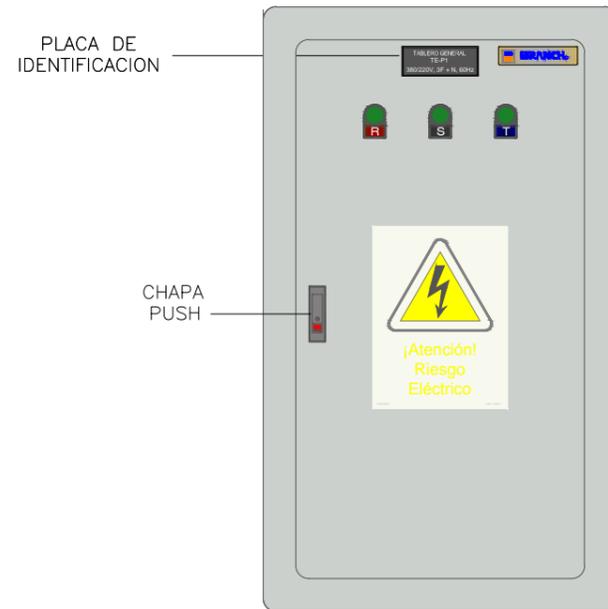
TABLERO TE-P1

(Empotrado - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO TE-P1 Empotrado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

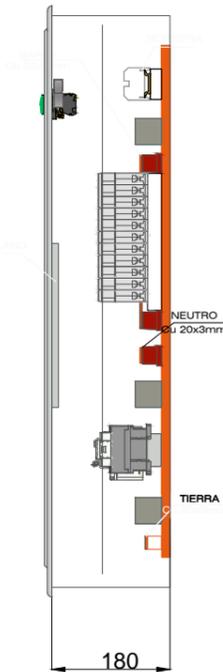
VISTA FRONTAL



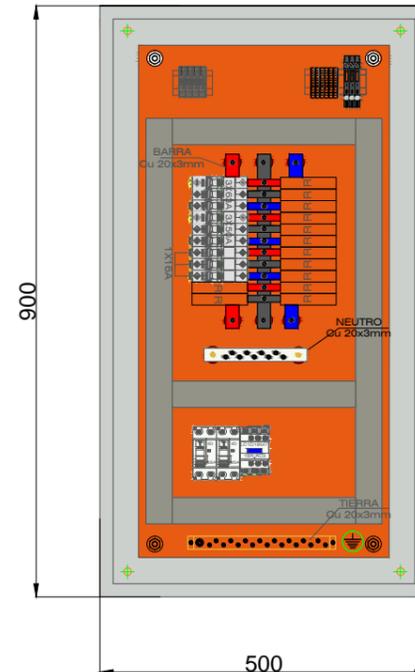
VISTA PERFIL



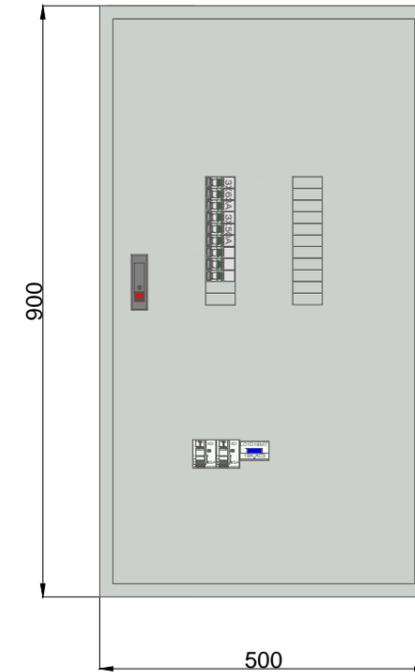
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Empotrado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
13/10/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
03

LAMINA

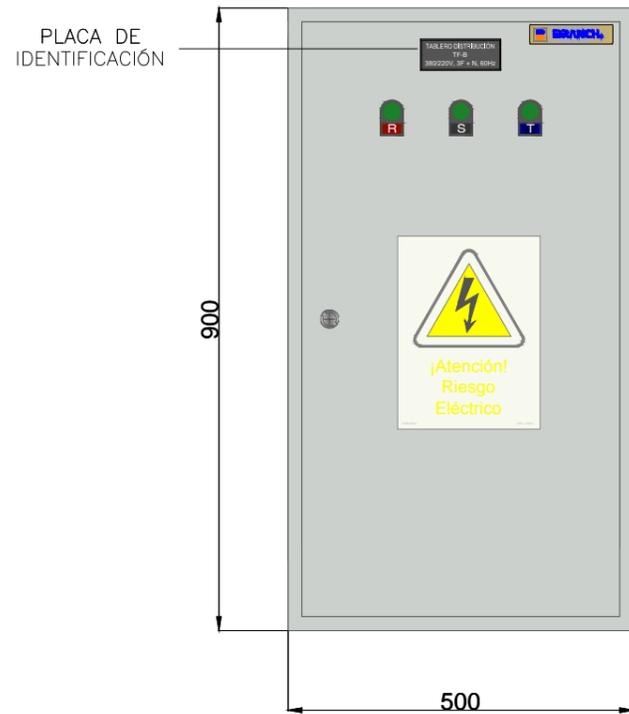
TABLERO TF-B

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

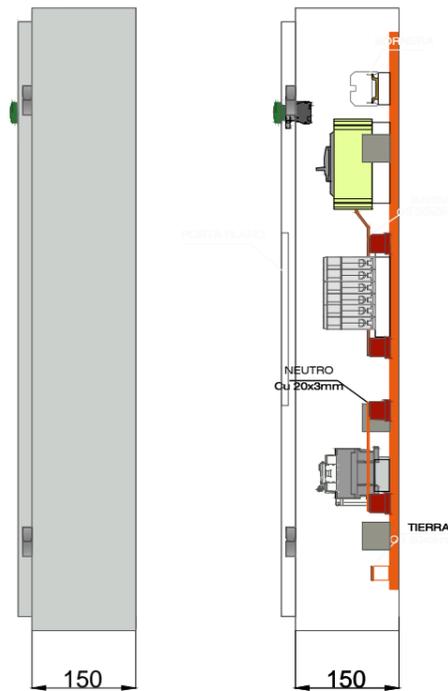
NOTAS:

TABLERO TF-B Adosado Metalico IP 65 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

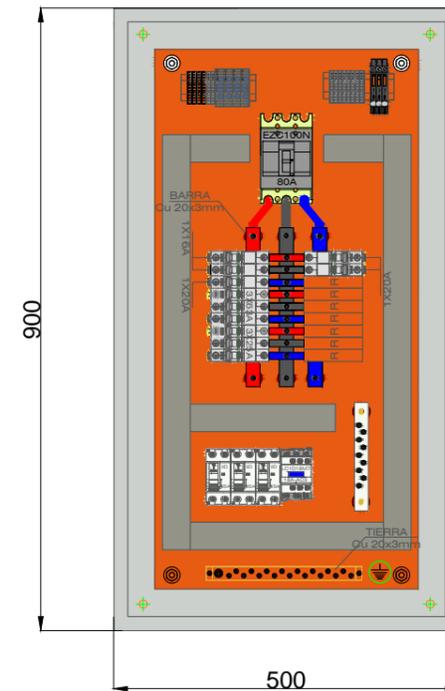
VISTA FRONTAL



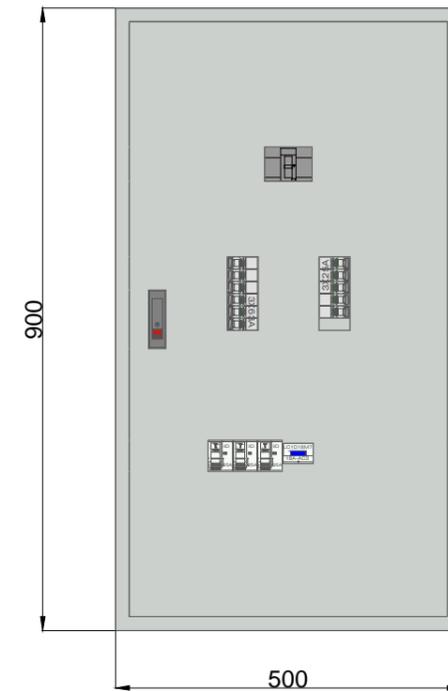
VISTA PERFIL VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: SE LE ADICIONÓ LAS RESERVAS INDICADAS EN LA OBSERVACIONES DE LA SUPERVISION.
 NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.
 NOTA 3: LAS PLACAS DE IDENTIFICACIÓN DE LOS CIRCUITOS SE UBICARAN EN EL MANDIL.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
18/09/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
03

LAMINA

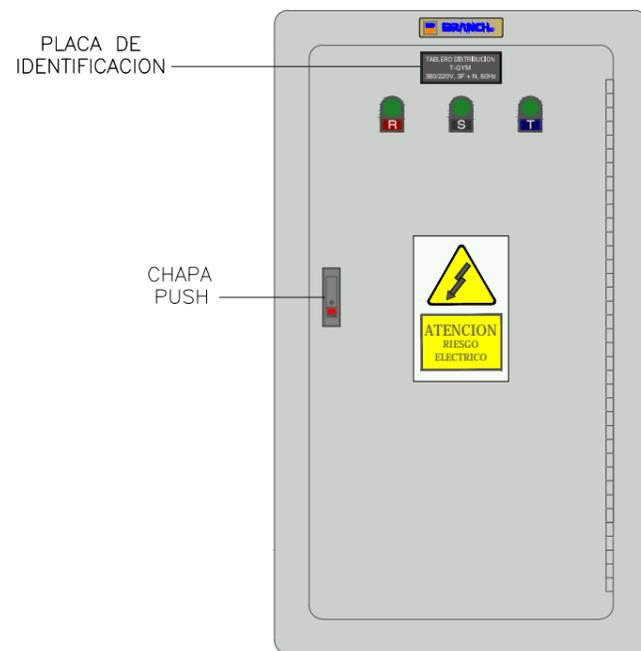
TABLERO T-GYM

(EMPOTRADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

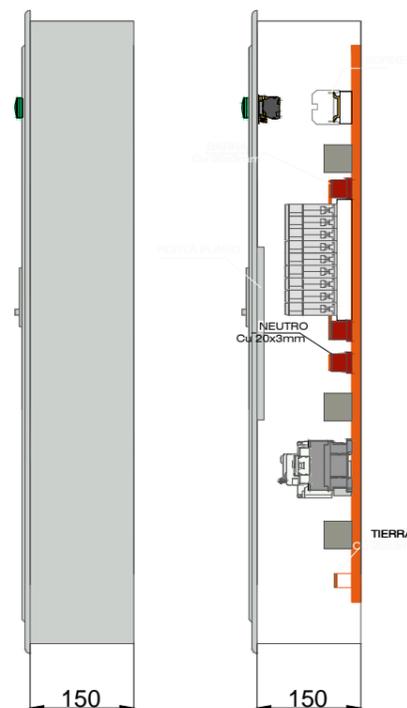
NOTAS:

TABLERO Empotrado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

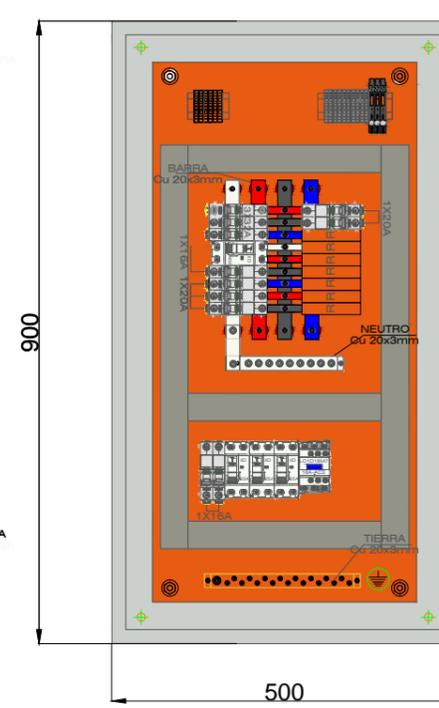
VISTA FRONTAL



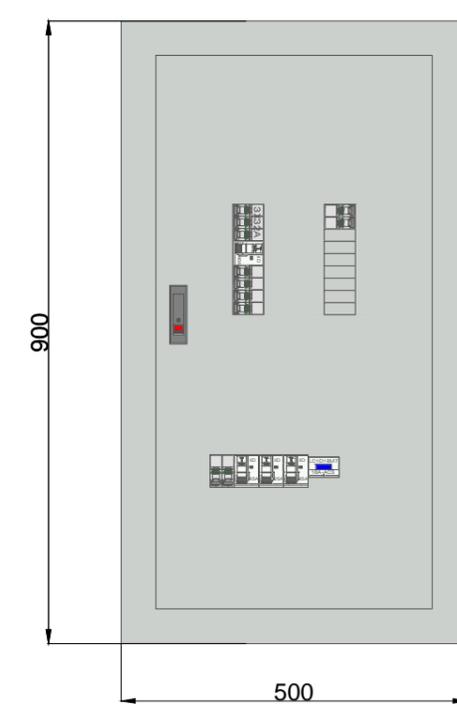
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

NOTA 2: SOLAMENTE EN LOS TABLEROS EMPOTRADOS SE LE CONSIDERA CHAPA PUSH QUE CONSTA CON LLAVE PARA ASEGURAR EL CIERRE DEL TABLERO.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Empotrado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
18/09/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

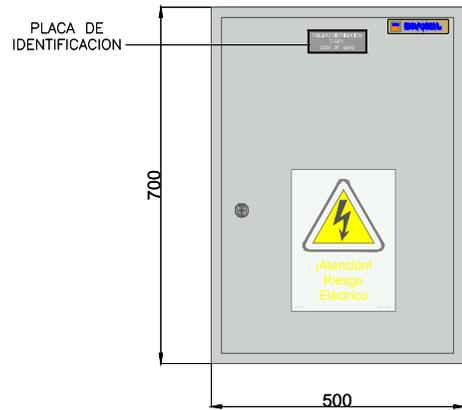
TABLERO T-OF1

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

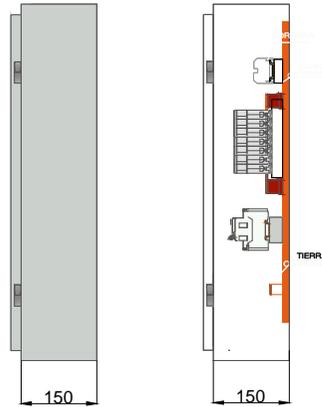
NOTAS:

TABLERO T-OF1 (105) Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

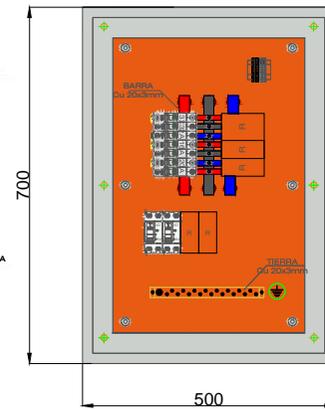
VISTA FRONTAL



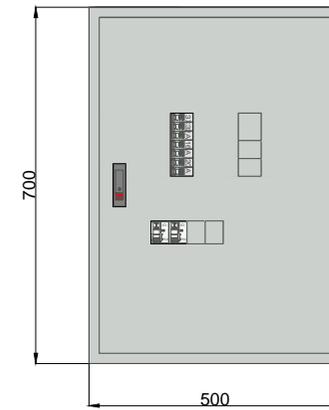
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
04/10/2015
REV
01

LAMINA

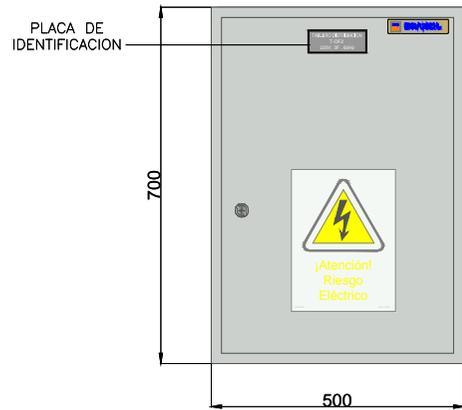
TABLERO T-OF2

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

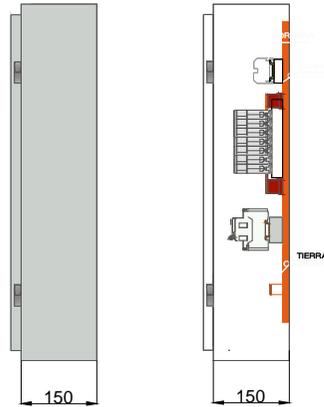
NOTAS:

TABLERO T-OF2 (103-104) Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

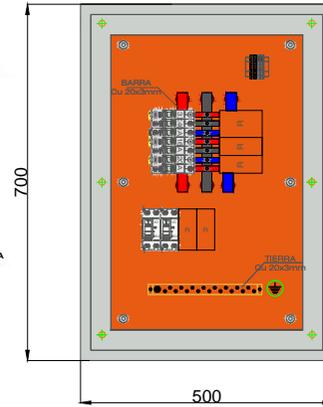
VISTA FRONTAL



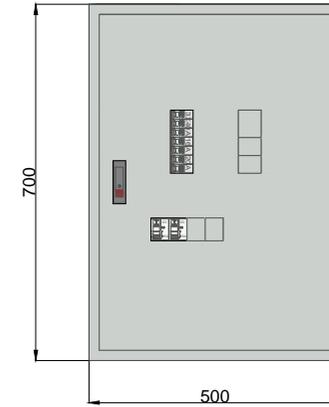
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
Aya Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
04/10/2015
REV
01

LAMINA

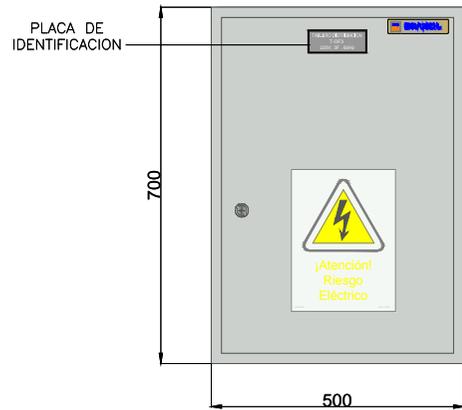
TABLERO T-OF3

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

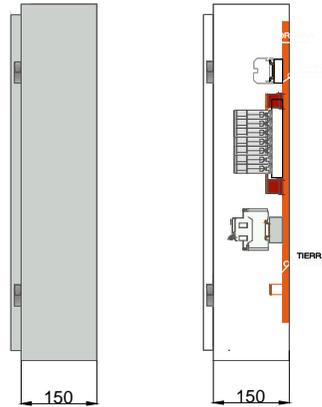
NOTAS:

TABLERO T-OF3 (102/ 202 AL 205 / 302 AL 305/ 402 AL 405/ 502 AL 505/ 602 AL 605/ 702 AL 705 /802 AL 805 / 902 AL 905/ 1002 AL 1005/1102 AL 1105/ 1202 AL 1205/ 1302 AL 1305/ 1402 AL 1405/ 1502 AL 1505/ 1602 AL 1605/ 1702 AL 1705/ 1802 AL 1805/ 1902 AL 1905/ 2002 AL 2005) Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

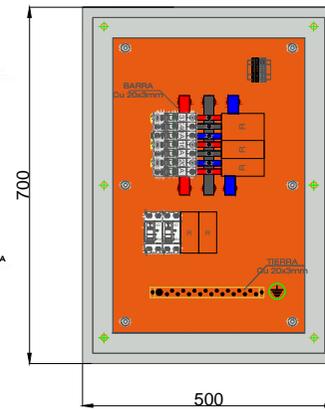
VISTA FRONTAL



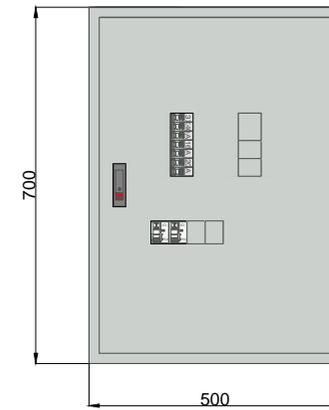
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
04/10/2015
REV
01

LAMINA

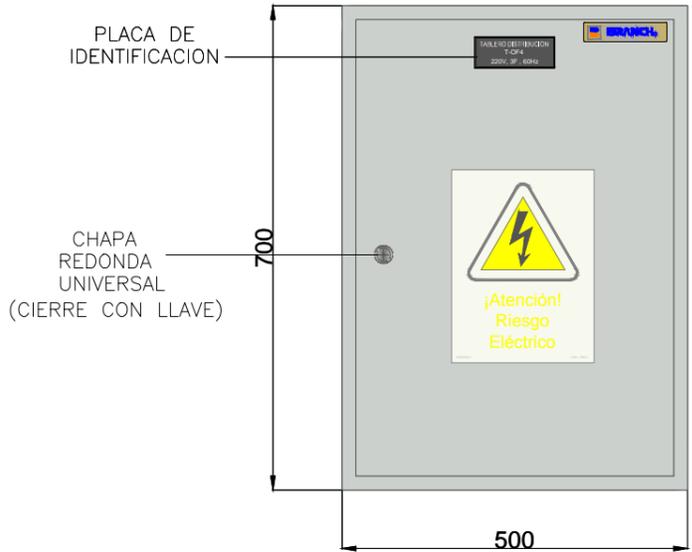
TABLERO T-OF4

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

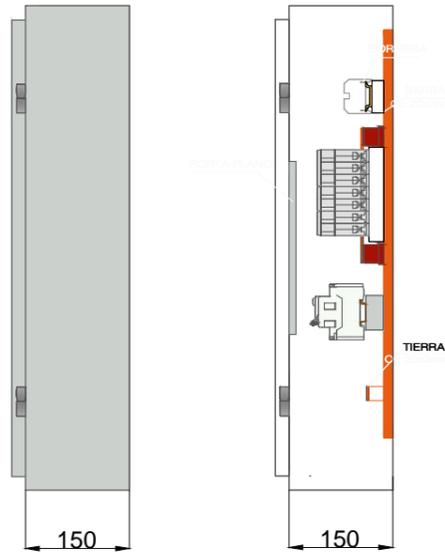
NOTAS:

TABLERO T-OF4 (101) Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

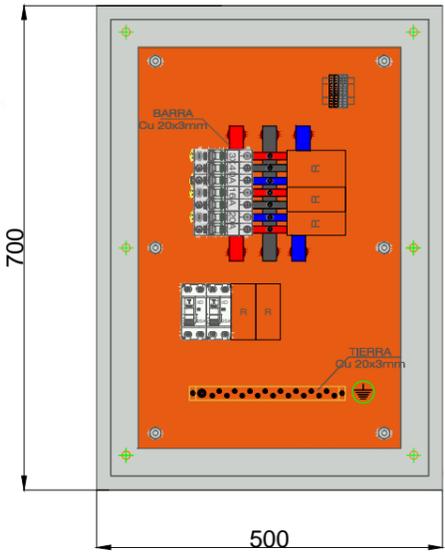
VISTA FRONTAL



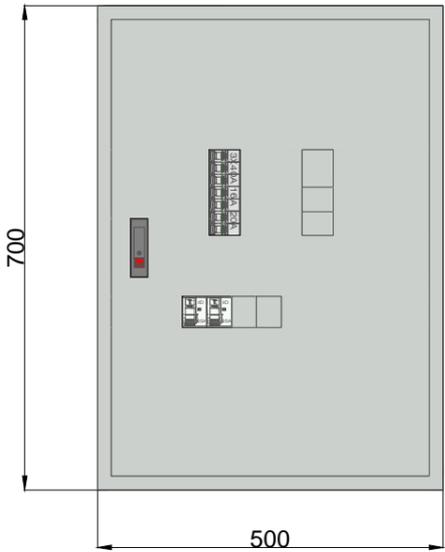
VISTA PERFIL VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 12mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
13/10/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

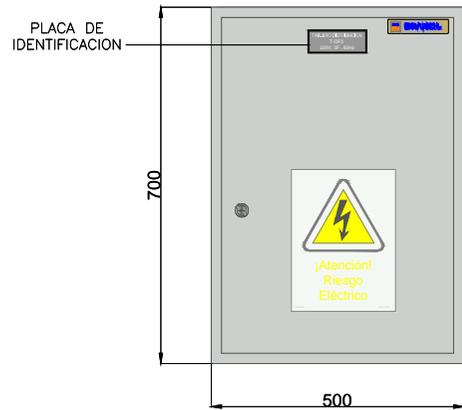
TABLERO T-OF5

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

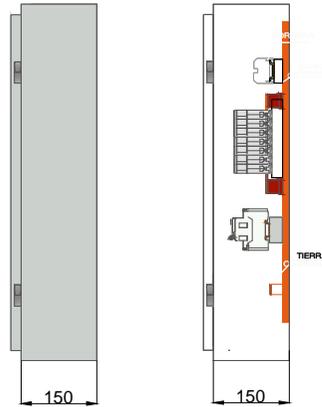
NOTAS:

TABLERO T-OF5 201 / 301/ 401/ 501/ 601/ 701/ 801/ 901/ 1001/ 1101/ 1201/ 1301/ 1401/ 1501/ 1601/ 1701/ 1801/ 1901/ 2001 Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

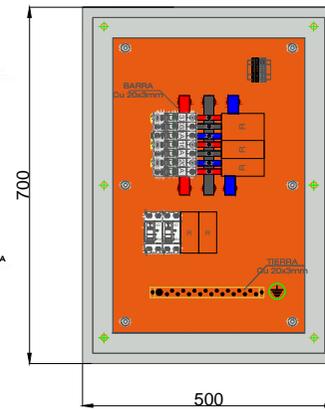
VISTA FRONTAL



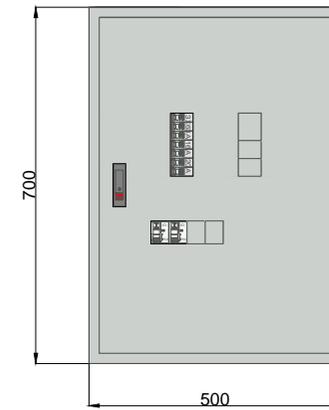
VISTA PERFIL VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
04/10/2015

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA

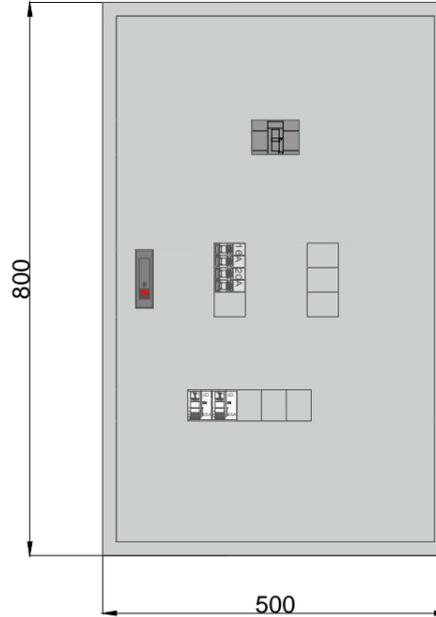
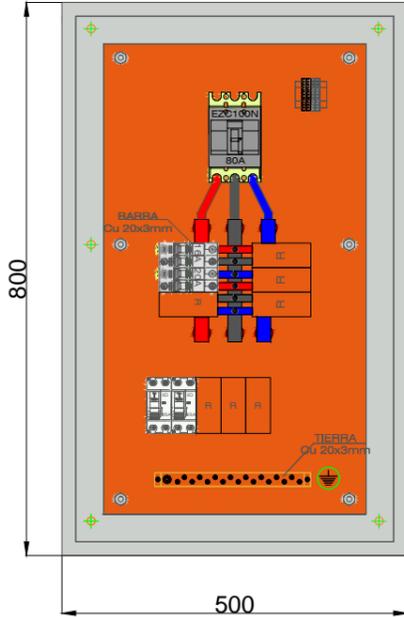
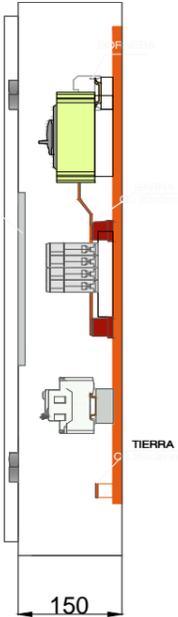
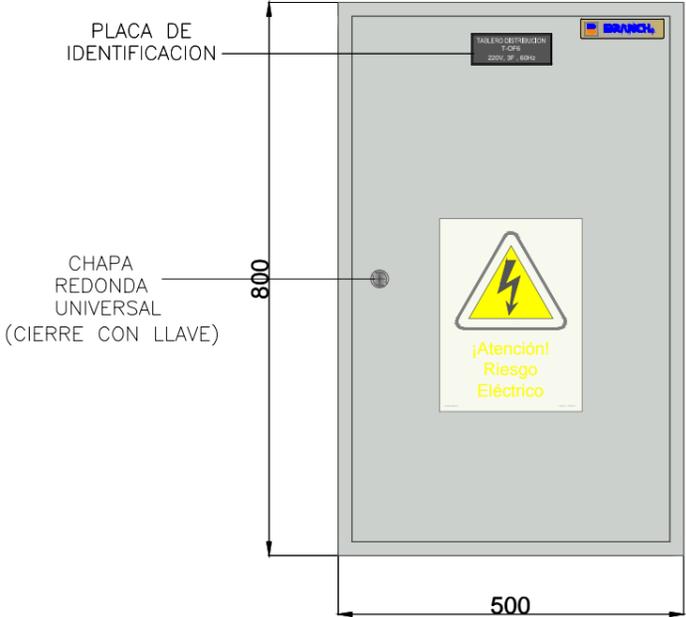
TABLERO T-OF6

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

NOTAS:

TABLERO T-OF6 (206 / 306 / 406 / 506 / 606 / 706 / 806 / 906 / 1006 / 1106 / 1206 / 1306 / 1406 / 1506 / 1606 / 1706 / 1806 / 1906 / 2006) Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

VISTA PERFIL VISTA PERFIL INTERIOR VISTA INTERIOR VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	

	REVISADO ELVIS BARRERA	DETALLES PLANOS MECÁNICOS	CLIENTE AyA Edificaciones	DISTRITO SURQUILLO	FECHA 13/10/2015	
	DISEÑADO ELVIS BARRERA	OBRA SKY TOWER		DEPARTAMENTO LIMA	REV 01	LAMINA

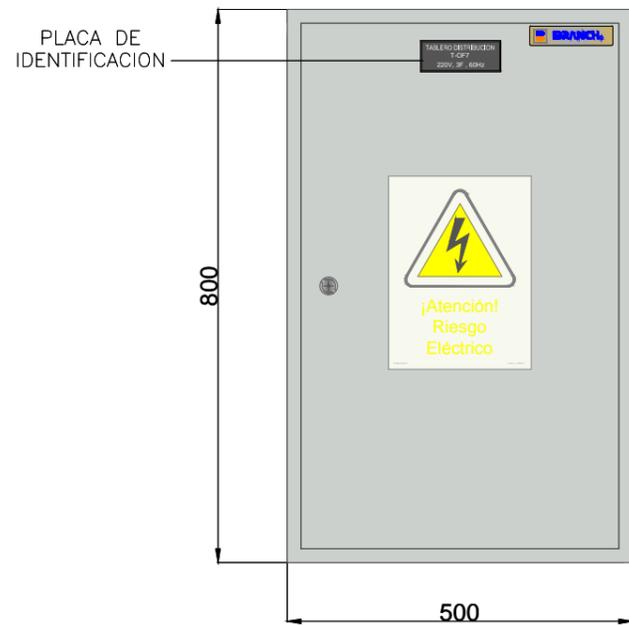
TABLERO T-OF7

(ADOSADO - 220 V, 60Hz, 3Ø)

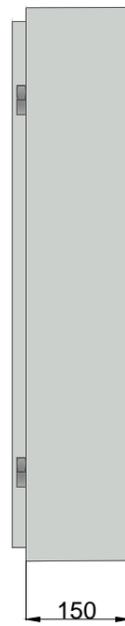
NOTAS:

TABLERO T-OF7 201 / 301/ 401 Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha F°G° 1.2mm, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

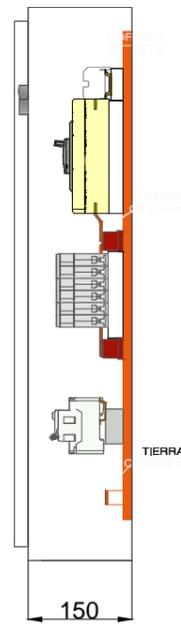
VISTA FRONTAL



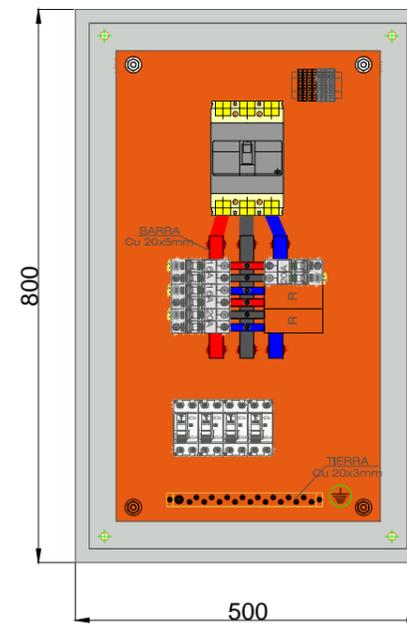
VISTA PERFIL



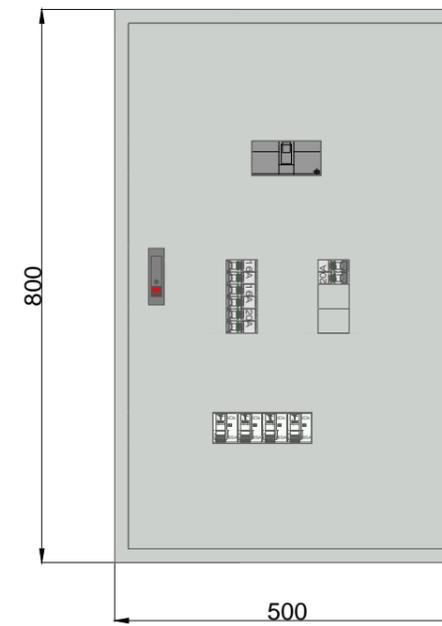
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



NOTA 1: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.

ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA M.
DISEÑADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS
OBRA
SKY TOWER

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO
DEPARTAMENTO
LIMA

FECHA
07/10/2015
REV
01

LAMINA

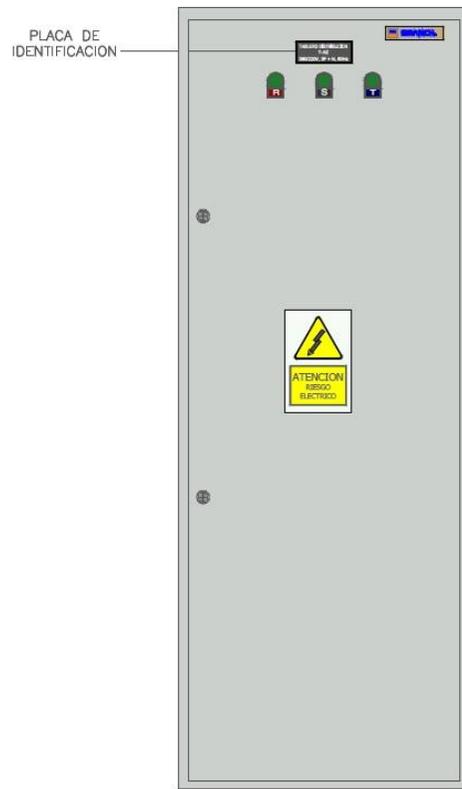
TABLERO T-AZ

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

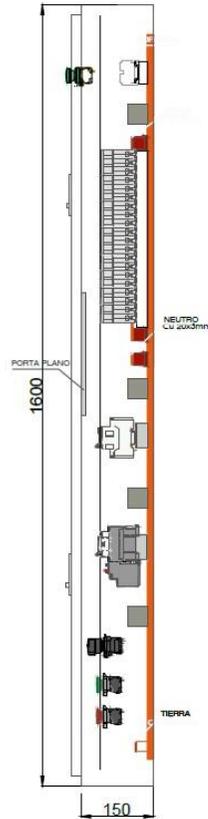
VISTA FRONTAL



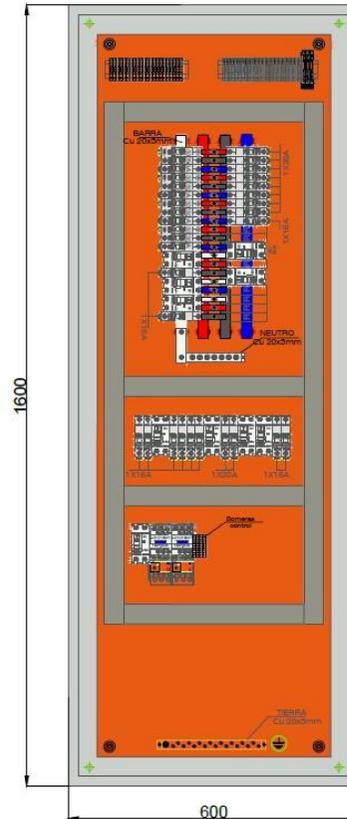
VISTA PERFIL



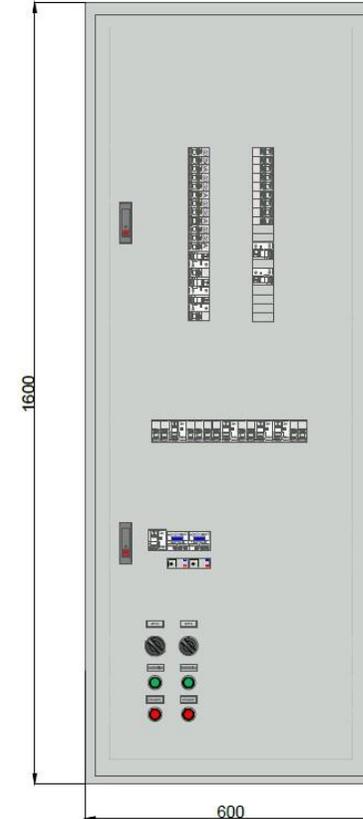
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F°G°	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
13/10/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
03

LAMINA

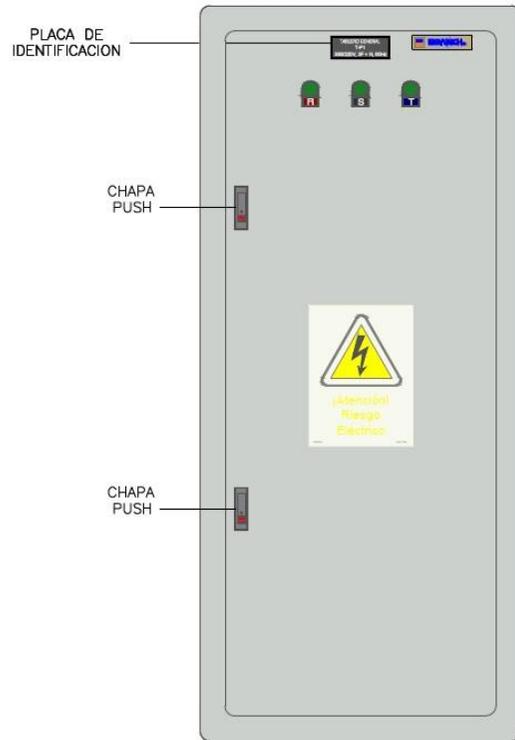
TABLERO T-P1

(EMPOTRADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:

TABLERO Empotrado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

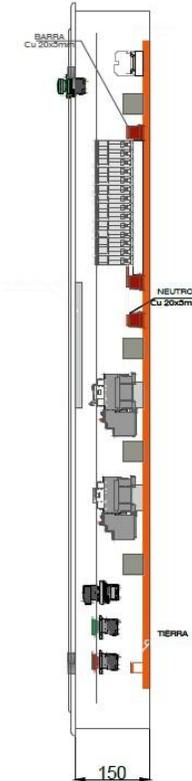
VISTA FRONTAL



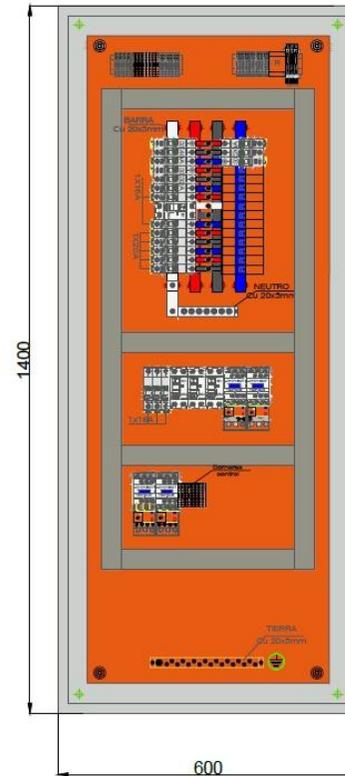
VISTA PERFIL



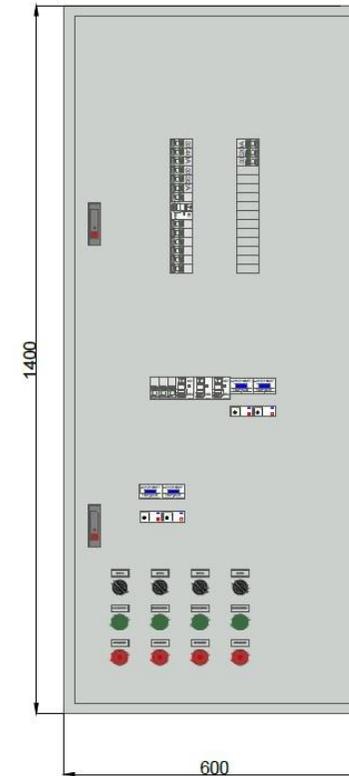
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Empotrado con plancha FºGº	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1.2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1.5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1.2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1.2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 150mm	



REVISADO

ELVIS BARRERA

DETALLES

PLANOS MECANICOS

CLIENTE

AyA Edificaciones

DISTRITO

SURQUILLO

FECHA

25/11/2015

DEPARTAMENTO

LIMA

REV

03

LAMINA

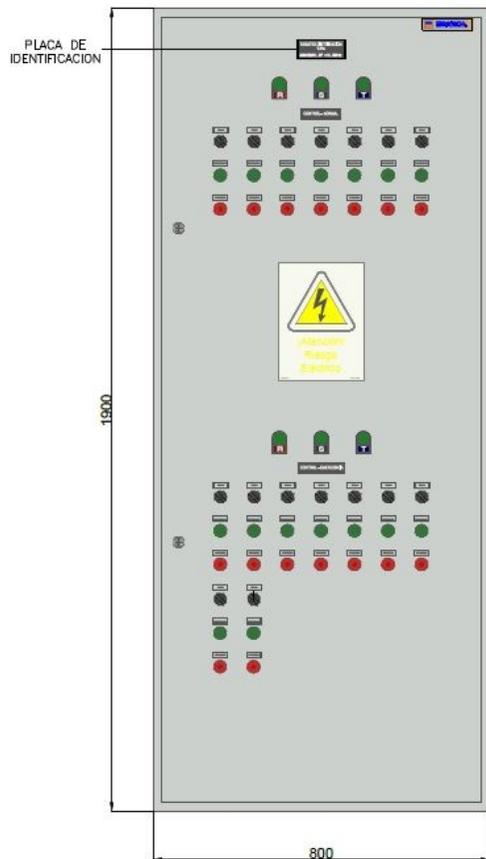
TABLERO T-P4

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

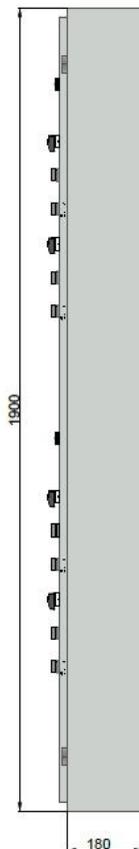
NOTAS:

TABLERO Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

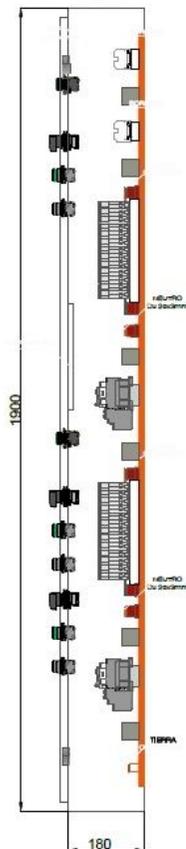
VISTA FRONTAL



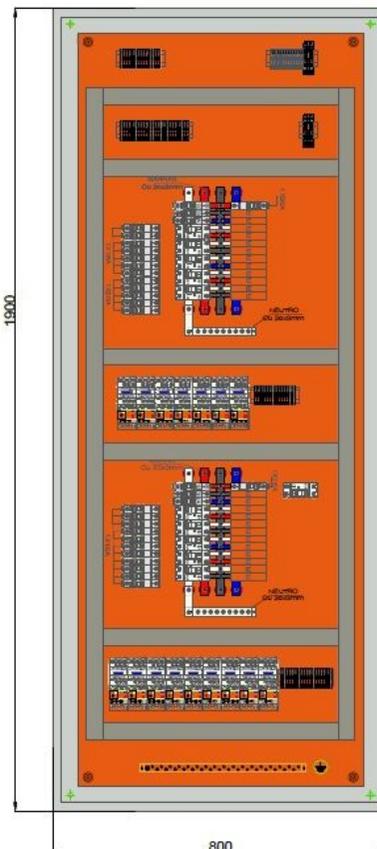
VISTA PERFIL



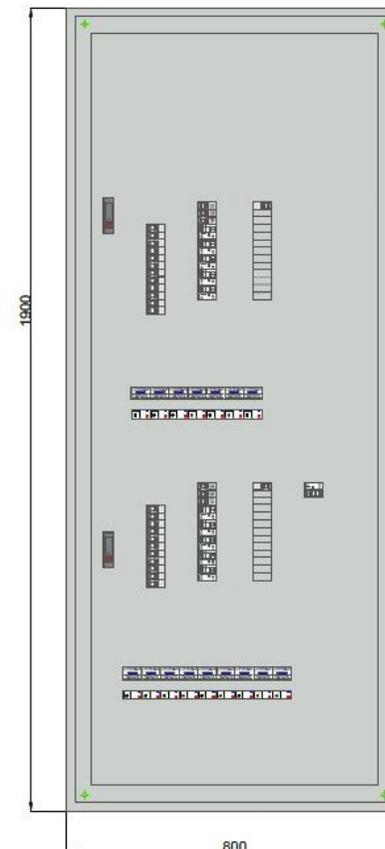
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Tablero Adosado con plancha F²G²
 Estructura : 1.5mm
 Puerta Frontal : 1.5mm
 Tapa Lateral : 1.5mm
 Tapa posterior : 1.5mm
 Mandil Abisagrado
 Fondo : 180mm

COLOR

Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
 Fase R: Rojo
 Fase S: Negro
 Fase T: Azul
 Tierra : Verde

NOTA 1: SE ASUME UNA BARRA NEUTRO PARA LA CONEXION DE LOS DIFERENCIALES.
 NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.



REVISADO
ELVIS BARRERA M.

DETALLES
PLANOS MECANICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
18/09/2015

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
03

LAMINA

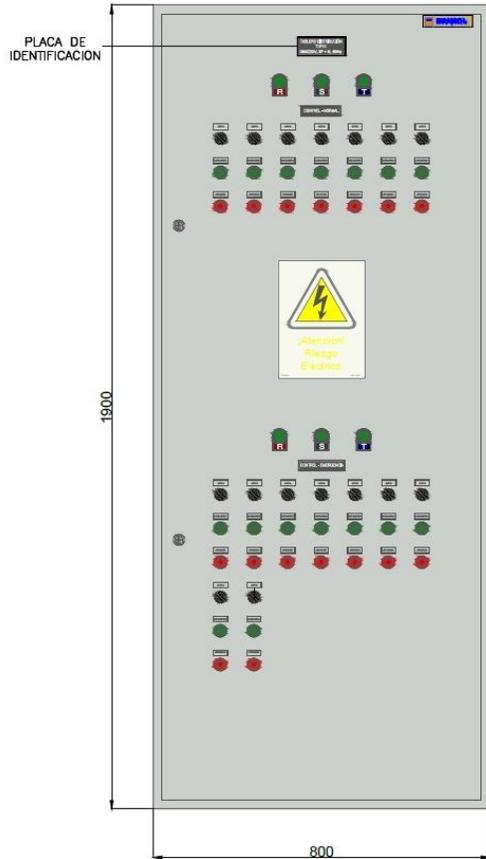
TABLERO T-P11

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

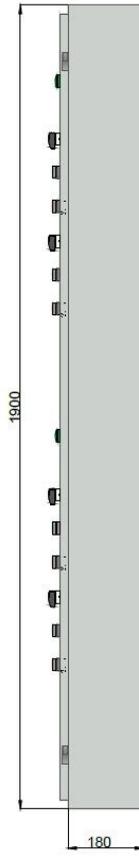
NOTAS:

TABLERO Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032.gris., incluye reservas, accesorios.

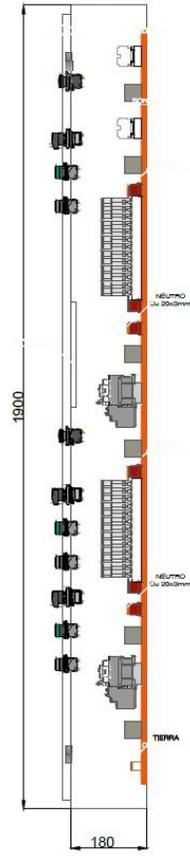
VISTA FRONTAL



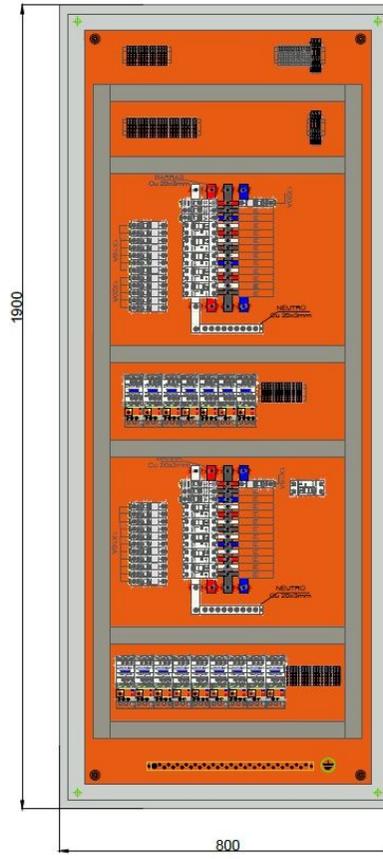
VISTA PERFIL



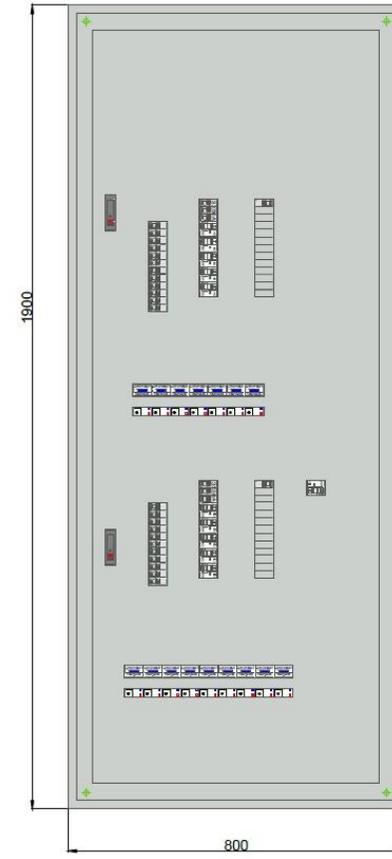
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:

Tablero Adosado con plancha F²G²
 Estructura : 1.5mm
 Puerta Frontal : 1.5mm
 Tapa Lateral : 1.5mm
 Tapa posterior : 1.5mm

Mandil Abisagrado
 Fondo : 180mm

COLOR

Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
 Fase R: Rojo
 Fase S: Negro
 Fase T: Azul
 Tierra : Verde

NOTA 1: SE ASUME UNA BARRA NEUTRO PARA LA CONEXION DE LOS DIFERENCIALES.
 NOTA 2: LAS BORNERAS SE CONSIDERAN EN LA PARTE SUPERIOR.



REVISADO
 ELVIS BARRERA M.

DETALLES
 PLANOS MECANICOS

CLIENTE
 AyA Edificaciones

DISTRITO
 SURQUILLO

FECHA
 18/09/2015

DISEÑO
 ELVIS BARRERA M.

OBRA
 SKY TOWER

DEPARTAMENTO
 LIMA

REV
 03

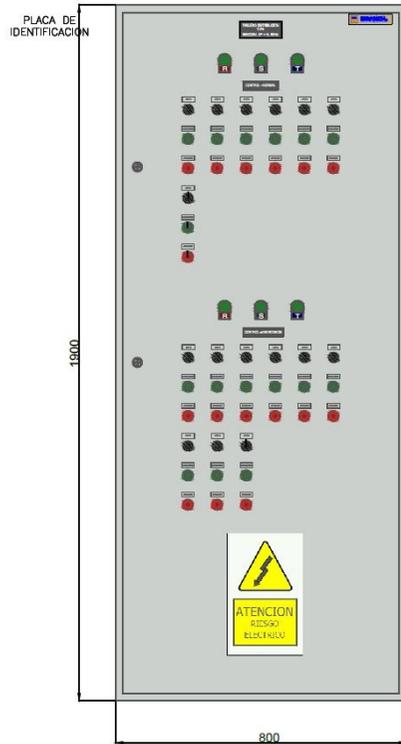
LAMINA

TABLERO T-P18

(ADOSADO - 380/220 V, 60Hz, 3Ø + N)

NOTAS:
 TABLERO Adosado Metalico IP 54 Puerta Frontal, Placa de Montaje y Mandil en Plancha LAF 1/16, Barra equipotencial a tierra. El acabado será con dos capas de base anticorrosivo y dos capas de pintura epoxi polyester color beige, según RAL 7032 gris., incluye reservas, accesorios.

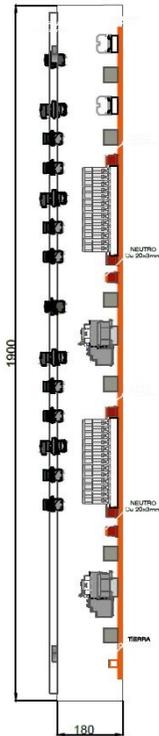
VISTA FRONTAL



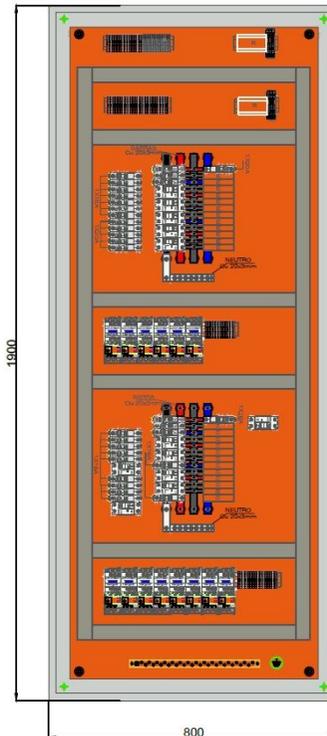
VISTA PERFIL



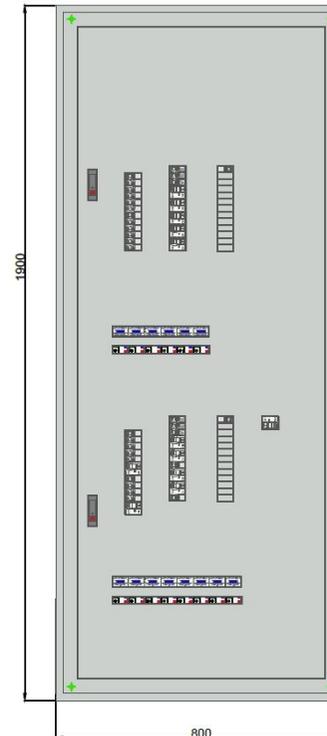
VISTA PERFIL INTERIOR



VISTA INTERIOR



VISTA MANDIL



ESPECIFICACIONES TECNICAS:	COLOR
Tablero Adosado con plancha F ³ G ²	Cuerpo: Ral 7032 - 100 Micrones
Estructura : 1,2mm	Fase R: Rojo
Puerta Frontal : 1,5mm	Fase S: Negro
Tapa Lateral : 1,2mm	Fase T: Azul
Tapa posterior : 1,2mm	Tierra : Verde
Mandil Abisagrado	
Fondo : 180mm	



REVISADO
ELVIS BARRERA

DETALLES
PLANOS MECÁNICOS

CLIENTE
AyA Edificaciones

DISTRITO
SURQUILLO

FECHA
24/08/2015

DISEÑADO
ELVIS BARRERA

OBRA
SKY TOWER

DEPARTAMENTO
LIMA

REV
01

LAMINA