



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN**

**“PLAN DE DISEÑO TÉCNICO Y CONSTRUCTIVO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL  
CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN SAN PEDRO SULA, HONDURAS”**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**21711209**

**ARMANDO JOSÉ ESCALÓN BONILLA**

**21641218**

**CARLOS ANDRÉS AVELAR DÁVILA**

**21711283**

**JOHAN GERARDO REYES CARBAJAL**

**ASESOR METODOLÓGICO: ING. MICHAEL JOB PINEDA**

**CAMPUS SAN PEDRO SULA, ABRIL, 2021**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA**

**UNITEC**

**PRESIDENTA EJECUTIVA**

**ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA**

**VICERRECTOR ACADÉMICO**

**DESIRÉE TEJADA CALVO**

**RECTOR ACADÉMICO**

**MARLO ANTONIO BREVÉ REYES**

**SECRETARIO GENERAL**

**ROGER MARTÍNEZ MIRANDA**

**VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA**

**CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA**

**JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

**HÉCTOR WILFREDO PADILLA**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS**

**EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO**

**INGENIERO CIVIL**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE I**

**"ING. MICHAEL JOB PINEDA"**

**ASESOR METODOLÓGICO FASE II**

**"ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA"**

**ASESOR TEMÁTICO**

**"ING. MARIO HUMBERTO CÁRDENAS"**

**"ING. JUAN RAMÓN BUSTAMANTE"**

**MIEMBROS DE LA TERNA**

**"ING. ÁNGEL FUNEZ"**

**"ING. ARNOLD JOVEL"**

**"ING. ADA RODRÍGUEZ"**

## **DERECHOS DE AUTOR**

© COPYRIGHT 2021

ARMANDO JOSÉ ESCALÓN BONILLA

CARLOS ANDRÉS AVELAR DÁVILA

JOHAN GERARDO REYES CARBAJAL

Todos los Derechos Reservados

## **DEDICATORIA**

Primeramente, quiero dedicarle esta tesis a Dios que me ha brindado mucha fortaleza durante todos mis años universitarios. A mis padres Julia Bonilla e Israel Escalón que me apoyaron, aconsejaron y siempre me dieron su fuerza en todo momento para nunca rendirme. A mis abuelos Julia Tabora y Alfredo Bonilla que fueron un refugio en los momentos difíciles y que siempre me brindaron sus consejos para salir adelante. También dedicársela a mis compañeros con los que compartí toda mi carrera en la universidad, Carlos Avelar, Adriana Sánchez, Eduardo Contreras, Johan Reyes y Laura Vijil por siempre brindarnos apoyo y estar el uno para el otro.

*Armando Escalón*

Quiero dedicarle a Dios por brindarme la fuerza necesaria y la oportunidad de culminar mis estudios. Quiero dedicarle y agradecerle con todo mi corazón a mis padres, Roque Reyes y Doris Reyes, sin ellos nada de esto hubiera sido posible, todo el sacrificio que realizaron para poder sacarme adelante, todo ese sacrificio me sirvió de aliento para demostrar que con trabajo y dedicación todo es posible.

Quiero dedicarle a todos mis amigos y todas las personas especiales que me apoyaron y me ayudaron en todo este recorrido, a mis compañeros Armando Escalón y Carlos Avelar, ellos forman parte de este gran logro, y por último me lo dedico a mí mismo por no rendirme, aunque se complicaran las cosas y esforzarme por salir adelante y lograrlas.

*Johan Reyes*

Primeramente, quiero dedicar este logro a Dios que me ha brindado la oportunidad y las herramientas necesarias para culminar mis estudios, a mis padres Alex Avelar y Elma Dávila quienes han estado siempre dándome aliento y fuerzas para seguir adelante. A mis hermanos Alex y Sonia quienes me han enseñado a no darme por vencido y siempre brindar lo mejor. A mis compañeros a lo largo de la carrera Armando Escalón, Adriana Sánchez, Eduardo Contreras, Laura Vijil y Johan Reyes con los cuales he compartido muchas experiencias y logros juntos.

*Carlos A. Avelar*

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecer a Dios por la oportunidad de haber recibido la educación necesaria para poder crecer como profesionales. A nuestros maestros de UNITEC por su tiempo y dedicación en cada clase impartida.

Agradecer a nuestros asesores: Ing. Mario Cárdenas y el Ing. Juan Ramón Bustamante, por tomarse el tiempo necesario para brindarnos su apoyo y colaboración con nuestro proyecto y a nuestro asesor metodológico: Ing. Michael Job, por su dedicación y atención en cada clase para motivarnos a realizar un excelente trabajo y exceder la excelencia.



## RESUMEN EJECUTIVO

En Honduras no existe un manual sobre la implementación de un cableado eléctrico subterráneo, y existe una gran problemática a la contaminación, y múltiples accidentes por un cableado aéreo, por lo que se refleja de realizar este proyecto, para que de esta manera se reduzcan los riesgos por accidentes y la contaminación visual por el cableado aéreo como también para que se tome como base para futuros a realizar sobre cableado eléctrico subterráneo. Se realizaron encuestas a la ciudadanía y se obtuvo información relevante sobre la problemática actual que representa el cableado eléctrico aéreo en la ciudad de San Pedro Sula donde se obtuvo que el 61.1% se siente muy incómodo al ver la maraña de cables y un 94.5% de los ciudadanos han sido víctimas de apagones o cortes de energía por accidentes en la red aérea, también se obtuvo que un 97.8% de los encuestados está de acuerdo que se implemente un sistema de cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula y así mismo se realizaron entrevistas a profesionales civiles y eléctricos para obtener y evaluar la necesidad, parámetros constructivos sobre un sistema de cableado eléctrico subterráneo. Con los resultados obtenidos se recomendó realizar un cambio en la red en áreas donde el tránsito de personas es alto y se encuentra en mayor riesgo de accidentes. Se recomendó que en el proceso constructivo de las tapaderas se tome en cuenta el factor lluvia y se realice el debido sellado que evite la infiltración de agua.

Palabras clave: Civil, Eléctrico, Manual, Planos, Subterráneo.



## **ABSTRACT**

In Honduras there is no manual on the implementation of an underground electrical wiring and there is a great problem to pollution, and multiple accidents by an aerial wiring, so it is important to realize this project, to reduce the risk of accidents and visual contamination by overhead wiring and to provide a basis for future developments over underground electrical wiring. Surveys were conducted to the citizenry and relevant information was obtained about the current problem represented by the aerial electrical wiring in the city of San Pedro Sula, where it was obtained that 61.1% feel very uncomfortable to see the tangle of cables and 94.5% of citizens have been victims of power outages or outages due to accidents in the air network, 97.8% of those surveyed also agreed to the implementation of an underground electrical wiring system in San Pedro Sula and interviews were conducted with civilian and electrical professionals to obtain and assess the need, construction parameters on an underground electrical wiring system. With the results obtained, it was recommended to make a change in the network in areas where the traffic of people is high and is at greater risk of accidents. It was recommended that in the construction process of the covers, the rain factor be taken into account and that the necessary sealing be carried out to prevent the infiltration of water.

Keywords: Manual, Plans, Underground, Electric, Civil.



## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>I.</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>Planteamiento del Problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1.</b>	<b>Precedentes del Problema .....</b>	<b>2</b>
<b>2.2.</b>	<b>Definición del Problema.....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>Enunciado del Problema .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>Formulación del Problema .....</b>	<b>4</b>
<b>2.3.</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>4</b>
<b>2.4.</b>	<b>Preguntas de Investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.1.</b>	<b>Objetivo General.....</b>	<b>7</b>
<b>2.5.2.</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>III.</b>	<b>Marco Teórico.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.</b>	<b>Análisis de la Situación Actual.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1.</b>	<b>Análisis del Macro Entorno.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1.1.</b>	<b>Proyecto de Especificaciones Técnicas para el diseño de redes subterráneas, Ecuador.....</b>	<b>9</b>
<b>3.1.1.2.</b>	<b>Diseño de Red de Distribución subterránea en 13,8Kv, Tamaulipas ....</b>	<b>12</b>
<b>3.1.1.3.</b>	<b>Soterramiento de Redes. Experiencia Comparada.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>Análisis del Micro Entorno.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2.1.</b>	<b>Avenida Gutenberg, Tegucigalpa .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2.2.</b>	<b>Bulevar Kennedy, Tegucigalpa.....</b>	<b>21</b>
<b>3.1.3.</b>	<b>Análisis Interno .....</b>	<b>23</b>

3.1.3.1.	Ciudad Jaraguá .....	23
3.1.3.2.	Ciudad Maya .....	25
3.2.	Teoría de Sustento .....	26
3.2.1.	NEC (National Electrical Code) .....	26
3.2.2.	CHOC (Código Hondureño de la Construcción) .....	27
3.2.3.	UNE 157001.....	28
3.2.4.	ISO 128 .....	30
3.2.4.1.	ISO 128-23: 1999 Líneas Sobre Planos de Construcción .....	30
3.2.4.2.	ISO 128-30:2001 Convenciones Básicas para Vistas .....	31
3.2.4.3.	ISO 128-40:2001 Convenciones Básicas para Cortes y Secciones.....	31
3.3.	Marco Conceptual.....	31
3.4.	Marco Legal .....	37
IV.	Metodología .....	39
4.1.	Enfoque .....	39
4.2.	Variables de Investigación .....	40
4.2.1.	Diagrama de Variables de Operacionalización .....	42
4.2.2.	Tabla de Operacionalización .....	43
4.3.	Técnicas e instrumentos aplicados.....	46
4.3.1.	Instrumentos.....	46
4.3.2.	Técnicas .....	50
4.4.	Población y Muestra .....	51
4.4.1.	Población.....	51
4.4.2.	Tamaño de Muestra .....	51

4.5. Metodología de Estudio .....	52
4.5.1. Tipo de Diseño .....	52
4.6. Cronograma de Actividades .....	53
V. Análisis y Resultados .....	57
5.1. Encuestas aplicadas a los ciudadanos de San Pedro Sula, Honduras .....	57
5.2. Entrevistas aplicadas a profesionales eléctricos y civiles.....	65
5.3. Propuesta de Manual.....	73
VI. Conclusiones.....	74
VII. Recomendaciones .....	75
VIII. Bibliografía.....	76
IX. Anexos .....	80

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - Diagrama de variables de operacionalización .....	12
Ilustración 2 - Localización Parque Industrial "El Huasteco" .....	14
Ilustración 3 - Instalación de enlace de una red aérea a una subterránea. ....	17
Ilustración 4 - Instalación de distribución de una red subterránea. ....	18
Ilustración 5 - Antes y Después Avenida Gutenberg.....	21
Ilustración 6 - Traslado de Postes.....	23
Ilustración 7 - Parque Ciudad Jaraguá.....	24
Ilustración 8 - Residencial Ciudad Maya.....	26
Ilustración 9 - Portada Norma NEC 2020.....	27
Ilustración 10. Portada CHOC-08 .....	28
Ilustración 11 – Enfoque Cuantitativo .....	39
Ilustración 12 - Diagrama de variables de operacionalización.....	42
Ilustración 13 - Paquete de Autodesk.....	46
Ilustración 14 - Autodesk Autocad Architecture.....	46
Ilustración 15 - Autodesk Autocad.....	47
Ilustración 16 - Autodesk Civil 3D .....	47
Ilustración 17 - Paquete de Microsoft Office.....	48
Ilustración 18 - Zoom .....	48
Ilustración 19 - Google Meet.....	49
Ilustración 20 – Formato de Encuesta y Entrevistas.....	49
Ilustración 21 - Diagrama de Técnicas de Investigación Aplicadas .....	50
Ilustración 22 - Cálculo de Muestra No Probabilística.....	51

Ilustración 23 - Tipo de Diseño de Investigación.....	52
Ilustración 24 - Cronograma de Actividades S1-S4 .....	54
Ilustración 25 - Cronograma de Actividades S5-S9 .....	55
Ilustración 26 - Cronograma de Actividades S9-S10.....	56
Ilustración 27 - Resultados Pregunta 1.....	57
Ilustración 28 - Resultados Pregunta 2.....	58
Ilustración 29 - Resultados Pregunta 3.....	59
Ilustración 30 - Resultados Pregunta 4.....	60
Ilustración 31 - Resultados Pregunta 5.....	61
Ilustración 32 - Resultados Pregunta 6.....	62
Ilustración 33 - Resultados Pregunta 7.....	63
Ilustración 34 - Resultados Pregunta 8.....	64
Ilustración 35 - Resultados Pregunta 9.....	65
Ilustración 36 - Resultados Pregunta 1 (Entrevista 1).....	66
Ilustración 37 - Resultados Pregunta 2 (Entrevista 1).....	67
Ilustración 38 - Resultados Pregunta 3 (Entrevista 1).....	67
Ilustración 39 - Resultados Pregunta 4 (Entrevista 1).....	68
Ilustración 40 - Resultados Pregunta 5 (Entrevista 1).....	69
Ilustración 41 - Resultados Pregunta 1 (Entrevista 2).....	70
Ilustración 42 - Resultados Pregunta 2 (Entrevista 2).....	70
Ilustración 43 - Resultados Pregunta 3 (Entrevista 2).....	71
Ilustración 44 - Resultados Pregunta 4 (Entrevista 2).....	72
Ilustración 45 - Resultados Pregunta 5 (Entrevista 2).....	72

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Situación de la red europea en baja tensión. ....	15
Tabla 2- Situación de la red europea en media tensión. ....	16
Tabla 3-Tabla de Variables de Operacionalización .....	40
Tabla 4 Tabla de Operacionalización.....	43

## I. INTRODUCCIÓN

Imaginar un mundo sin cables eléctricos es misión imposible, ya que en la actualidad la electricidad es el tipo de energía más empleado en la vida cotidiana. Este invento cambió el mundo por completo, mejorando el bienestar de cada ser humano. Con el desarrollo creciente de proyectos urbanísticos, industriales y comerciales en Honduras, se ha tratado de mejorar la tecnología en muchos sectores, producto de las ventajas que presentan a sistemas antiguos, la distribución de un cableado eléctrico subterráneo se ha implementado tratando de suplantar estos sistemas, y viene a ser una solución para satisfacer las necesidades cada vez mayores de muchas empresas que quieren tener un servicio de energía eléctrica de mayor calidad y con mejores márgenes de seguridad y continuidad.

El cableado eléctrico en Honduras representa un gran problema visual y también un problema que pone en riesgo a los habitantes; en San Pedro Sula, es muy evidente el uso de cableado aéreo, este se encuentra presente en la mayor parte de la ciudad, a excepciones de algunas colonias privadas que cuentan con este sistema de cableado eléctrico subterráneo. El mal mantenimiento de este sistema ha causado múltiples accidentes como incendios, cortos circuitos, cortes de energía eléctrica y accidentes vehiculares que pueden ocasionar mucho daño por el desprendimiento de estos cables.

Los eventos climáticos y desastres naturales como el huracán ETA e IOTA en el año 2020 evidenciaron la necesidad de instalar un cableado eléctrico subterráneo, esto disminuiría o evitaría los cortes del suministro de electricidad, los cuales son críticos para quienes dependen del uso constante de la energía eléctrica. Esto también se trata de un aporte a la seguridad y a la eliminación de la contaminación visual.

La implementación del sistema de cableado eléctrico subterráneo se está convirtiendo de gran uso en muchos países, por lo que es importante conocer detalladamente las especificaciones técnicas necesarias para su construcción aquí en Honduras, ya que no se cuenta con ningún manual que brinde esta información, y así de esta manera renovar la estructura actual y embellecer lo que son las calles de la ciudad.

## **II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A continuación, se presentará el planteamiento del problema en el cual se identificarán las complicaciones que se han venido arrastrando del proyecto a realizar, incluyendo los precedentes del, la definición del problema y su justificación, en los cuales se establecerán el enunciado, las preguntas de investigación para el proyecto y los debidos objetivos a realizar que brindarán el rumbo de la investigación.

### **2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA**

Se sabe por información recopilada del "Manual de Organización Área Centralizada", (2016) de la ENEE que, las primeras instalaciones de alumbrado eléctrico en Honduras fueron en 1897 durante la Administración del General Sierra. La municipalidad de Tegucigalpa, decidió realizar el proyecto de alumbrado eléctrico, por medio de un contrato de dos señores que tuvieron la iniciativa, Guillermo McDonald y Alberto Harrem, creándose así la "Empresa de Luz Eléctrica" con un monto de 80,000 lempiras. El 9 de abril del mismo año el Congreso Nacional aprueba mediante decreto No. 132 la creación de la Empresa de Luz Eléctrica.

La primera vez que la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica) se pronunció sobre un cambio en el cableado eléctrico, fue por causa de un accidente devastador en el 2007, según La Prensa:

El desastre fue provocado en el centro de la ciudad por la irresponsabilidad de un conductor que dejó sin comunicación ni electricidad y con pérdidas económicas a varios comerciantes sampedranos, la magnitud del desastre fue comparada con el paso de un huracán o la explosión de una bomba de alto poder, esto dejó en evidencia la fragilidad del tendido eléctrico aéreo. (Bográn, 2007, p.1)

A raíz de este suceso, La ENEE estableció una reunión con varias empresas que forman parte del cableado eléctrico y la municipalidad para motivar la instalación del cableado subterráneo en el centro de la ciudad, de esta manera comenzó el interés de la nueva implementación del sistema.



Actualmente, según La prensa (2020), ocurrió uno de los tantos incendios recurrentes en la zona y se incendiaron varios cables del tendido eléctrico en San Pedro Sula. Se presume que el fuego se originó por la sobrecarga eléctrica debido a conexiones clandestinas y por las altas temperaturas que se registran en la ciudad las cuales alcanzaron más de 40 grados centígrados.

Según La Prensa, (2014), El gerente de distribución de gas natural Fenosa, Sebastián Pérez, en Panamá, hablando sobre el beneficio y la mejora que ha traído este sistema a la ciudad, cuenta que trae consigo una arquitectura de red diferente, en la que los transformadores tienen como mínimo 2 alternativas de alimentación, de esta forma aumentara la calidad del sistema, ya que los clientes tendrán un respaldo, se puede tener daños en algún cable, pero como hay alternativas para arreglarlo, la calidad del servicio trae consigo una mejora.

En 2016 se comenzó a hablar sobre un plan de mejora a la ciudad de San Pedro Sula, el "Plan Maestro de Desarrollo Urbano en Honduras", antes de que este fuera realizado, los múltiples accidentes ocasionados por el cableado eléctrico aéreo y la magnitud de la contaminación visual llamaron la atención para implementar el sistema de cableado eléctrico subterráneo a este plan, pero se complicaba ya que el costo de este sistema según varios ingenieros es mucho y de mucha complicación realizarlo ya que las empresas de teléfono, cable y servicios de internet han aumentado y entablar reuniones y planes con dichas empresas se podría hacer complicado, el alcalde Armando Calidonio, en 2019 puso en marcha este plan, el cual tiene como propósito convertir la ciudad en una "Smart City" en 25 años, con el objetivo de crear mejores infraestructuras para los ciudadanos, desde transporte público, pasando por ahorro energético, sostenibilidad y eficiencia en todos sus aspectos, pero en este plan no hay indicios de realizar una mejora en el cableado eléctrico actual, ni mucho menos la implementación de un cableado eléctrico subterráneo, por lo que podemos establecer que actualmente no se cuenta con ningún plan para la mejora de este sistema en Honduras.

## **2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

Mediante lo expuesto anteriormente en los precedentes del problema, se puede entrar en el contexto de la problemática que ha sucedido a lo largo de los años, a continuación, se detallará con el enunciado y formulación del problema, la necesidad y la importancia de la implementación de un cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula.

### **2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA**

“El tendido eléctrico al aire libre ha ocasionado un impacto en la contaminación visual y múltiples accidentes en todo el territorio hondureño, por ende, la falta de implementación de un plan técnico y constructivo para cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula retrasa el futuro de una ciudad moderna y atenta a la seguridad de los habitantes.”

### **2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En función de su necesidad, ¿Qué parámetros técnicos y constructivos habrán de valorarse para el desarrollo del plan de construcción de diseño de un sistema de cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula?

## **2.3. JUSTIFICACIÓN**

Según el informe de La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2020, este estimó que el 92% de la población de los países del SICA (Sistema de la Integración Centroamericana) tenía accesos a servicios de energía eléctrica. Por países, ese indicador muestra los siguientes valores, Costa Rica (99.4%), Republica Dominicana (97.9%), El Salvador (97%), Belice (95.6%), Nicaragua (95.6%), Panamá (93.3%), Guatemala (88.1%) y Honduras (80.8%). Todos los países, con excepción de Honduras, reportan importantes avances. Esas cifras indicarían que alrededor de 4.6 millones de personas carecen de energía eléctrica.

Según Diario Tiempo, (2020) este señala que los desastres naturales que recientemente impactaron al país en 2020, causaron un daño en el sistema eléctrico de un total de 2 millones, reportado por la EEH. De acuerdo con el director de EEH, los fenómenos naturales dejaron 858 postes caídos, 549 árboles que cayeron sobre la red de distribución en todo el país, 336 rupturas

de conductores y 27 derrumbes que provocaron la caída de estructuras de distribución. Así mismo, el desbordamiento de 8 ríos de gran caudal provocó la caída de red de estructuras y cables, y 83 transformadores dañados en total.

Muchas ventajas trae consigo al instalar un cableado subterráneo, en San Pedro Sula estaremos reduciendo las probabilidades de una rotura y de cortocircuitos, según información de Renta Machine, una empresa de instalación subterráneas, las ventajas que trae este sistema son:

-Baja probabilidad de rotura y cortocircuito:

El sistema de cables subterráneos tiene mayor vida útil que el cableado aéreo, pues está en menor medida expuesto a los desgastes producidos por contaminantes, ramas, rayos ultravioleta o componentes medioambientales corrosivos. Generalmente, los cables que van bajo tierra están insertos dentro de un ducto para resguardarlos, esto permite un mejor ordenamiento en el cableado, previniendo cortocircuitos y rasgaduras. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

-Mejor aspecto del espacio abierto:

Los cables soterrados proporcionan mayor visibilidad en general, es decir, dan mayor respiro visual a las panorámicas urbanas/rurales. Fomentan la conservación de la belleza estética en los lugares u otorgan más espacio al no necesitar de postes ni torres de alta tensión en las calles que los sostengan. De esta forma, evitan la contaminación visual y favorecen a los peatones porque pueden disfrutar de los paisajes en el sitio. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

-Mayor seguridad y protección:

La seguridad y protección de los ciudadanos es un aspecto fundamental, en este sentido, el cableado bajo tierra representa la mejor alternativa puesto que disminuye notoriamente

el riesgo de tocar accidentalmente cables de alta tensión en balcones o terrazas. También, reduce el peligro de ocasionar accidentes por un derrumbe de postes con cables de telefonía/luz, donde igualmente quedarían a la vista de los transeúntes, sobre todo al alcance de niños pequeños, quienes pueden eventualmente manipular estos peligrosos elementos. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

-Continuidad de servicio y funcionalidad al 100%:

En la mayoría de los casos de accidentes o desplome de postes eléctricos, el servicio, sea cual sea, se ve inmediatamente afectado, muchas veces ocasionando retrasos y contratiempos. Por el contrario, el cableado subterráneo resulta óptimo debido a las pocas veces donde el servicio se ve alterado o interrumpido por imprevistos. Su funcionalidad es prácticamente inalterable e ininterrumpida. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

- Moderado costo de mantención: "Este tipo de sistema no requiere de grandes sumas de inversión en mantenimiento al no tener exposición ni contacto directo con la superficie" (Admin.bloq, 2019).

-Inocua intervención del suelo

Este proceso no impide el paso de automóviles o peatones, básicamente, sólo se necesita una abertura pequeña de inicio y otra para sacar la maquinaria. Existen varios métodos para hacer la instalación pero, en todos los casos, la alteración de los suelos es casi invisible. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

-Reducción significativa de riesgos en incendios:

A diferencia del sistema de cables aéreos, cuya probabilidad de producir incendios por tormentas eléctricas, vientos fuertes u otros factores es sumamente alta, la instalación

tuberías subterráneas reduce los riesgos de generar algún incidente a causa de un desastre natural. (Admin.bloq, 2019, p.1.)

#### **2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

- 1) ¿Qué parámetros civiles, eléctricos y de opinión pública habrán de considerarse para la implementación del sistema de cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula en función de su necesidad?
- 2) ¿Qué propiedades eléctricas y constructivas deberán contemplarse para el debido funcionamiento de un cableado eléctrico subterráneo?
- 3) Según las propiedades del entorno, ¿Con que características de diseño, estructurales y constructivas deberá contar el plan de implementación?

#### **2.5. OBJETIVOS**

Para determinar lo que se realizará en el proyecto, se proponen los objetivos que serán una de las bases para la investigación, estos son divididos en un objetivo general y en objetivos específicos. El objetivo general brinda la idea central de nuestro proyecto y los objetivos específicos indicarán las acciones que se llevarán a cabo para cumplir con el objetivo principal.

##### **2.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Mediante lo presentado anteriormente, en la justificación se pudo ver la necesidad de mejora del sistema actual en San Pedro Sula, por lo que tomamos nuestra idea principal y la damos en el objetivo general.

Crear un plan de diseño técnico y constructivo para la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo, mediante la normativa NEC (National Electrical Code) para reducir la contaminación visual y accidentes que muestra la ciudad de San Pedro Sula, Honduras.

##### **2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Habiendo determinado nuestro objetivo principal, los objetivos específicos indicaran las acciones que tomaremos para dar los lineamientos y solución a nuestro objetivo general.

- 1) Evaluar la necesidad, parámetros civiles y constructivos sobre un sistema de cableado eléctrico subterráneo desde la perspectiva del ciudadano, especialistas civiles y eléctricos.
- 2) Determinar las propiedades eléctricas y constructivas para el debido funcionamiento de un cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula, Honduras.
- 3) Proponer un sistema de diseño estructural y constructivo para la aplicación de los requerimientos técnicos para la implementación del sistema.

### **III. MARCO TEÓRICO**

Una vez explicado el planteamiento del problema, donde se definieron los objetivos claves para la investigación y las preguntas de investigación a responder, se procede a realizar el marco teórico, el cual tiene como objetivo brindar información de interés para el proyecto, haciendo un análisis de la situación actual con proyectos referentes tanto a nivel nacional e internacional, así mismo, las teorías de sustento del proyecto, el marco conceptual y marco legal, definiendo de esta manera los conceptos, normas y leyes que son imprescindibles para la investigación.

#### **3.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Mediante un análisis actual, de manera que se toma en cuenta la situación global, nacional y en el área del proyecto a realizar, se recopila información de proyectos en Honduras y fuera del país para poder tomarlos de referencia sobre el cableado eléctrico subterráneo y la forma en la que estos proyectos han sido realizados en estos diferentes sectores, por lo que se busca de esta manera brindar soporte a los resultados a presentar en el manual.

##### **3.1.1. ANÁLISIS DEL MACRO ENTORNO**

A continuación, se presentarán una cantidad de proyectos que hacen referencia a nuestro proyecto de investigación, los cuales están ubicados en distintas partes del mundo, como Canadá, Ecuador y México, estos servirán como referencia para la toma de decisiones de la investigación.

##### *3.1.1.1. Proyecto de Especificaciones Técnicas para el diseño de redes subterráneas, Ecuador.*

En Ecuador se realizó un proyecto de una red subterránea, debido al crecimiento urbanístico y para el embellecimiento del casco histórico de la ciudad, así lo mencionan Quinde:

Con el desarrollo creciente de proyectos urbanísticos, comerciales e industriales en nuestro país, se ha incrementado el uso de la tecnología de la distribución eléctrica subterránea como resultado de las ventajas que presenta este esquema de distribución con respecto de otros. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. viii)

Así mismo, la distribución subterránea viene a ser la solución para satisfacer, de una manera adecuada, las necesidades cada vez mayores de los clientes de las empresas de distribución, por obtener un servicio de energía eléctrica de mayor calidad y con mejores índices de continuidad. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. viii)

Quinde & Oswaldo (2012) afirman: "Esta situación ha hecho que la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se haya visto en la necesidad de contar con sus propias especificaciones técnicas para la regulación de los nuevos sistemas de distribución eléctrica subterránea" (p. viii).

En las grandes ciudades se utilizan tanto los sistemas de distribución aéreos como subterráneos, pero al aumentar las densidades de carga, la construcción aérea se vuelve difícil y peligrosa en virtud que se requieren de transformadores y conductores de mayor tamaño. Por esta razón en las zonas comerciales del centro, en la mayor parte de las ciudades se acostumbra a utilizar la distribución subterránea. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. 1)

En la ciudad de Cuenca considerando el crecimiento de la demanda de energía eléctrica, fue una preocupación la recuperación de la imagen de la ciudad y el embellecimiento del casco comercial de la ciudad, por lo que fue necesario realizar un estudio dirigido al diseño eléctrico de una red eléctrica subterránea. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. 1)

Esto ha mostrado que, por el crecimiento de las ciudades, estos proyectos han aumentado, y la regulación de algún manual es necesaria para la implementación en el país, según el proyecto de especificaciones:

La tendencia a este tipo de distribución está aumentando y se espera que siga creciendo es por ello por lo que se debe tomar precauciones específicas en el diseño del sistema.



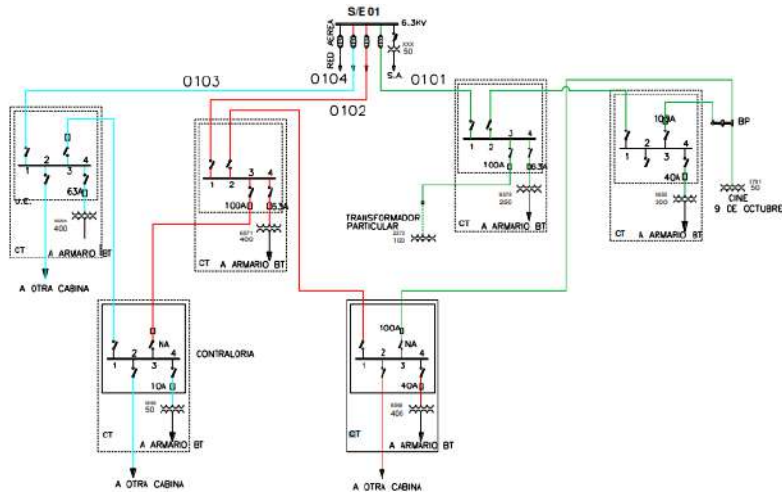
Por estas razones, con este proyecto de especificaciones técnicas se busca reglamentar el diseño y la construcción de las redes subterráneas, mejorando la calidad y seguridad del servicio de distribución de energía eléctrica. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. 1)

El estudio, abarca las especificaciones técnicas que la EERCS implantará como modelo para el diseño y construcción de redes eléctricas subterráneas que deberán aplicar los profesionales de la rama eléctrica cuando estos tengan que realizar este tipo de trabajos; tales como, Cabinas de Transformación, ductos, pozos de distribución, zanjas, conductores subterráneos, empalmes, equipos de protección, de corte y de maniobra y transformadores. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. 2)

Quinde & Oswaldo (2012) afirman: "Entre los sistemas de distribución primarios subterráneos se encuentra el servicio a zonas céntricas urbanas. Los secundarios son de sistema radial, el suministro primario procede de varios alimentadores primarios trifásicos que tienen un sistema de conexión en anillo" (p. 2).

El sistema primario está formado por una serie de circuitos trifásicos, pozos de distribución y cabinas subterráneas. Los cables se instalan dentro de ductos de PVC dispuestos en bancos para contener el número necesario de cables, estos suelen recubrirse de hormigón para darles más protección mecánica. (Quinde & Oswaldo, 2012, p. 3)

En el proyecto realizado, se disponía de unas cabinas subterráneas, donde se realizaría la distribución de circuitos de medio y bajo voltaje, por lo que se cuenta con una topología de una red eléctrica subterránea, la cual mantiene todos los elementos necesarios para su uso correcto, incluyendo su sistema de ventilación adecuado, todo esto representado en la Ilustración 1 a continuación:



**Ilustración 1 - Diagrama de variables de operacionalización**

Fuente: (Proyecto de Especificaciones Técnicas para el diseño de redes subterráneas, Ecuador)

### 3.1.1.2. *Diseño de Red de Distribución subterránea en 13,8Kv, Tamaulipas*

En México se realizó un proyecto de red de distribución subterránea, con el fin de ser ejemplo para futuros proyectos en la zona, ya que se tiene pensado ampliar estos proyectos en el país.

Hernández (2015) afirma:

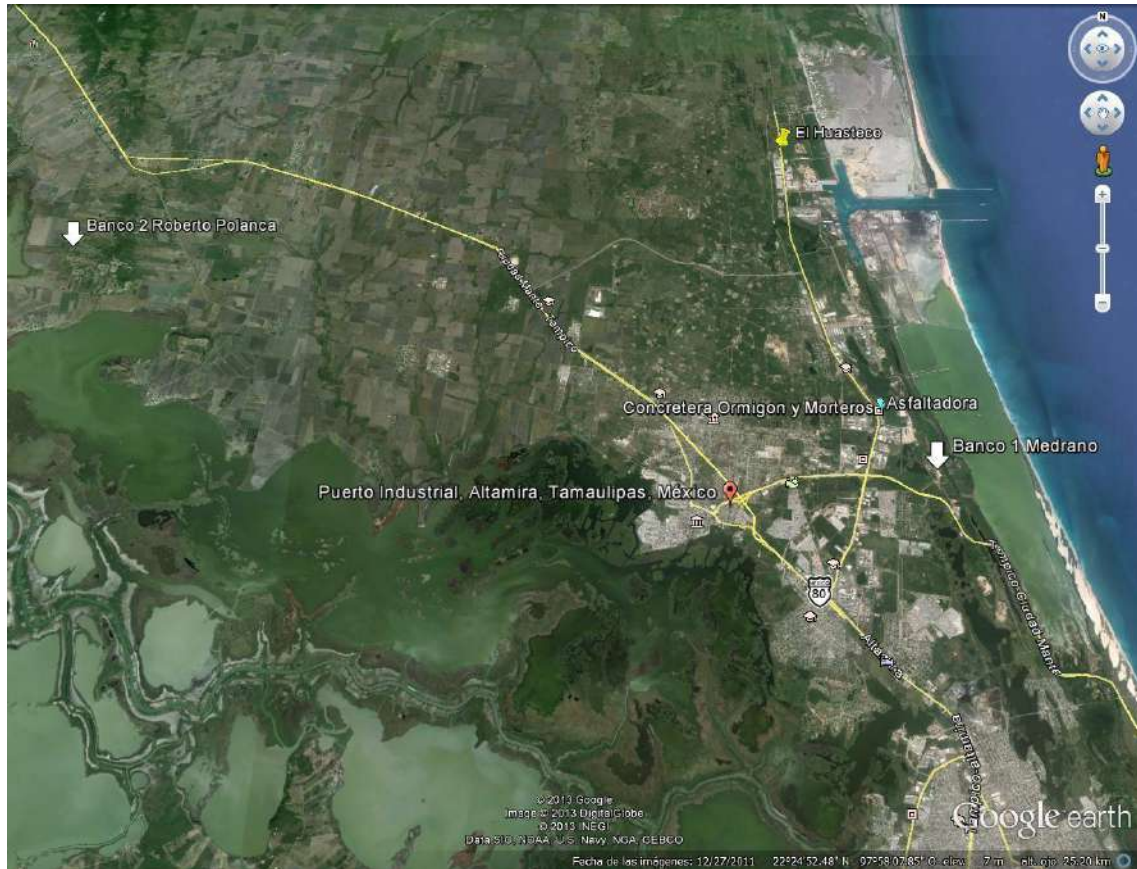
La posición geográfica de Tamaulipas hace del puerto de Altamira una de las principales conexiones de México con el mercado mundial para exportar e importar, por ello es necesario ampliar y construir infraestructura necesaria para el establecimiento de nuevas empresas y la expansión de las existentes. Por lo que el País debe de contar con infraestructura competitiva a nivel internacional en el ámbito de parques industriales, incentivando el desarrollo regional y nuevas fuentes de empleo, buscando que las actividades industriales sean más redituables. Lo anterior llevará a fortalecer y promover los parques industriales, como mecanismo para impulsar el desarrollo económico regional.

(p.i)

En base a lo anterior se construirá un parque industrial llamado EL HUASTEKO en el cual se considera un total de 17 lotes, este parque necesita diversos servicios entre los cuales destaca el suministro de energía eléctrica, que se abordará en este trabajo. Para suministrar la energía eléctrica en el parque industrial es necesario diseñar una red de distribución en la cual se considere continuidad en el servicio, ampliaciones de carga futuras, seguridad de los usuarios y de la propia red, el diseño de la red de distribución puede tener dos tipos de arreglos normalizados: Arreglo en operación anillo. Arreglo en operación radial. (Hernández, 2015, p.i)

El diseño de la red de distribución en este parque industrial será del tipo subterráneo; a pesar de que su costo inicial es mayor que el de una red aérea, su costo se justifica ya que ofrece tener el menor número de fallas en la red y además un menor costo de mantenimiento, en la zona de Altamira Tamaulipas tiene un gran número de tormentas tropicales por lo cual una red subterránea es la mejor opción. Se contemplará el diseño de la red en base a un arreglo en operación en anillo ya que se garantiza un suministro continuo e ininterrumpido. (Hernández, 2015, p.ii)

El propósito de este proyecto es que sirva para empresas nuevas, ya que se tiene proyectado ampliaciones de carga por ciertos periodos, por lo que el diseño de la red eléctrica subterránea en 13.8kV está sujeto a seguir ampliándose. La ubicación del proyecto esta mostrada en la Ilustración 2 a continuación:



**Ilustración 2 - Localización Parque Industrial “El Huasteco”**

Fuente: (Red de Distribución Subterránea El Huasteco)

### 3.1.1.3. Soterramiento de Redes. Experiencia Comparada.

Es un informe en el cual se elaboró un estudio sobre los mecanismos de soterramientos implementados en distintos países, en el cual fueron considerados Inglaterra, Estados Unidos y Canadá.

Entre los países europeos que cuentan con la implementación de soterramiento de cableado eléctrico resaltan Inglaterra, Alemania, Dinamarca entre otros. La situación de líneas que han sido soterradas en cada país es diferente dependiendo el tipo de red que ha sido utilizada (véase tablas 1 y 2) donde se detalla la situación por cada país y cada tipo de tendido que existe en ellos.

**Tabla 1- Situación de la red europea en baja tensión.**

País	Km. de red	Longitud de la red (metros por habitantes)	Porcentaje de soterramiento	Tasa de soterramiento (Periodo 1999/2000)	
				Km./año	%
Países bajos	145.000	8,9	100%		
Inglaterra	377.000	6,4	81%	9.000	1,4%
Alemania	926.000	11,3	75%	40.000	4,3%
Dinamarca	92.000	17,6	65%		
Bélgica	108.000	10,6	44%		
Noruega	185.000	41,3	38%		
Italia	185.000	12,1	30%	11.000	1,6%
Francia	709.000	10,5	27%	20.000	3,1%
Portugal	632.000	11,9	19%		
España	112.000	6,0	17%		
Austria	65.000	8,0	15%		

Fuente: Underground of electricity lines in Europe (2003)

En la Tabla 1 se puede observar que Países Bajos posee el porcentaje más alto de soterramiento junto con Inglaterra, pero que Alemania posee una mayor cantidad de Km. de red.

**Tabla 2- Situación de la red europea en media tensión.**

País	Km. de red	Longitud de la red (metros por habitantes)	Porcentaje de soterramiento	Tasa de soterramiento (Periodo 1999/2000)	
				Km./año	%
Países bajos	101.900	8,9	100%	2.000	2,0
Bélgica	65.000	6,4	85%	2.000	3,0
Inglaterra	372.000	6,3	81%	5.200	1,4
Alemania	475.000	5,8	60%	12.000	2,5
Dinamarca	55.000	10,5	59%		
Suecia	98.700	12,3	53%		
Italia	331.000	5,7	35%	5.100	1,5
Francia	574.000	9,5	32%	8.000	1,4
Noruega	92.000	20,5	31%		
España	96.448	2,4	30%		
Portugal	58.000	6,1	16%	950	1,6
Austria	57.000	7,0	15%		

Fuente: Underground of electricity lines in Europe (2003).

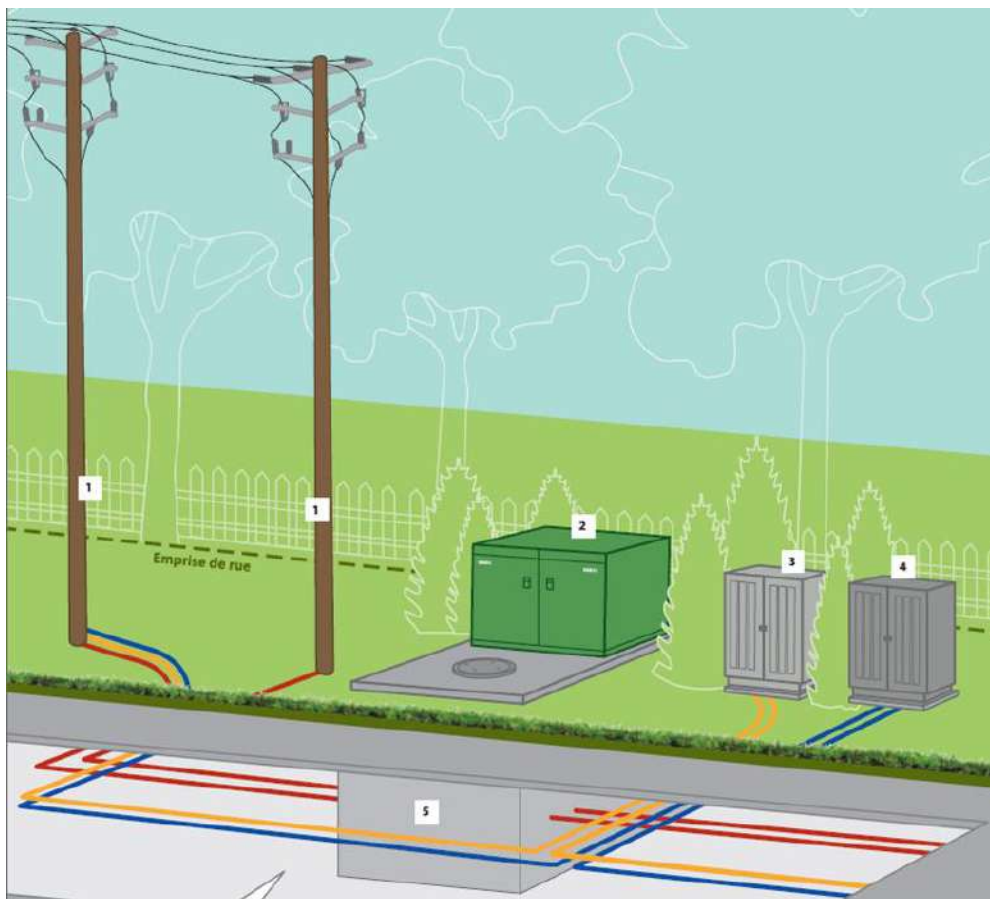
En la Tabla 2 se puede observar que Francia tiene más Km. De red y que de nuevo Países Bajos tiene más porcentaje de soterramiento.

Según el informe de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (2012) en la ciudad de Alberta, Canadá, se realizó un estudio llamado Electric Transmission Assessment Report que consiste en generar información acerca de las diferentes alternativas de abastecimiento al sistema de transmisión en líneas de alta tensión. El estudio analizó ambos métodos de transmisión aéreo y soterrado. Según se señala en el estudio, la combinación de ambos métodos de transmisión aéreo y subterráneo no es una solución fácil, ya que tiene un incremento muy grande en su costo, pero

es una solución viable en zonas urbanas y comerciales donde existe un espacio limitado para estas conexiones aéreas.

“El soterramiento es considerado un método de transmisión con un aspecto estratégico para los diferentes municipios, que permite recuperar zonas deterioradas, resaltar sectores patrimoniales, rejuvenecer y valorizar económica y visualmente algunos espacios urbanos” (BCN Informe, 2012, p.15).

El soterramiento de las líneas de transmisión también permite agilizar el mantenimiento de las calles, mejorar su diseño visual como también en espacio públicos. (Véase la Ilustración 3 y 4).



**Ilustración 3 - Instalación de enlace de una red aérea a una subterránea.**

Fuente: Guía Municipal de soterramiento, Quebec.

Como se observa en la Ilustración 3 existen estructuras que están numeradas donde:

1): Enlace aéreo - subterráneo.

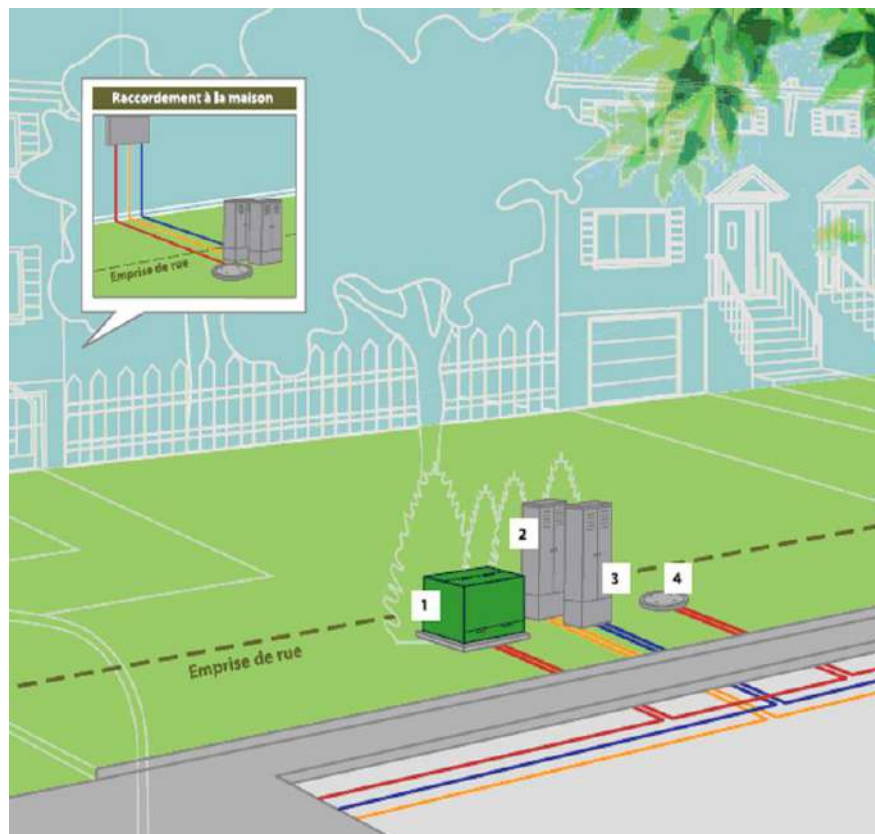
2) Gabinete de inspección de la sección.

3) Cabina de fibra óptica.

4) Gabinete de interconexión.

5) Cámara subterránea.

- Rojo: Red eléctrica
- Azul: Red Telecomunicaciones.
- Amarillo: Red de distribución de televisión por cable



**Ilustración 4 - Instalación de distribución de una red subterránea.**

Fuente: Guía Municipal de soterramiento, Quebec.

Como se observa en la Ilustración 4 existen estructuras que están numeradas donde:

1) Transformador tipo pedestal.



- 2) Pedestal distribución de televisión por cable.
- 3) Pedestal de telecomunicaciones.
- 4) Caja de conexiones.

### 3.1.2. ANÁLISIS DEL MICRO ENTORNO

En Honduras existen proyectos de cableado eléctrico subterráneo, la mayoría de estos proyectos se ubican en la capital, Tegucigalpa, y son encontrados en una variedad de colonias privadas, y también se han implementado en avenidas y calles muy transitadas para mejorar el aspecto de la ciudad.

#### 3.1.2.1. *Avenida Gutenberg, Tegucigalpa*

La avenida Gutenberg está ubicada en el barrio Guanacaste de Tegucigalpa, y es una de las avenidas más transitadas en la zona, según la Alcaldía Municipal del Distrito Municipal (AMDC), cerca de unos 30 mil conductores hacen uso de la vía de comunicación a diario.

Según la Alcaldía Municipal del Distrito Municipal en su sitio web afirman que:

En este tramo se ejecutó el proyecto piloto de cableado subterráneo en la capital, el cual tenía como objetivo transformar las condiciones de este barrio histórico en la capital, mejorando el ornato de la ciudad y reduciendo la contaminación visual que afectaba este sector de Tegucigalpa, este incluía el cambio de tuberías y la pavimentación con concreto hidráulico de 700 metros lineales, así como obras complementarias, que fueron la construcción de aceras y bordillos y la remodelación de los parques aledaños, el parque Finlay y Guanacaste. (Ramírez, 2017, p.1)

Según el Heraldo (2018), los trabajos iniciaron en el costado derecho de la calzada a la altura del Centro de Educación Básica José Cecilio del Valle y se extendieron hasta el Parque Finlay. En un estimado de 60 cajas eléctricas se hicieron las instalaciones subterráneas, estos espacios fueron utilizados por las empresas de telefonía, cable e Internet y la Empresa Nacional de Energía

Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) para soterrar sus líneas, a manera que cada caja contenga cableado exclusivo de cada entidad y acomodados en una especie de tubería vertical. En la zona se colocó una capa gruesa de concreto hidráulico y se cambiaron las tuberías en un área de 700 metros lineales. Se retiraron unos 17 postes que quedarán sin uso, solo quedaron los pilares que sostienen las líneas primarias de la energía eléctrica. El tendido de alta tensión son los únicos cables que no fueron retirados por parte de la comuna capitalina, ya que las autoridades de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica recomendaron a las autoridades locales mantenerlos elevados. Además, se instalaron unos postes decorativos para el servicio de alumbrado público.

De acuerdo a los avances del proyecto, El Heraldó (2018), informó que el proyecto presentó varias complicaciones al realizarse, se retrasó unos meses debido a que se realizó un cambio de tuberías, ya que la mayoría se encontraba obsoleta, dentro de este plan de mejora se incluyeron la construcción de 20 tragantes y de un colector principal de aguas lluvias de 400 metros lineales, además de considerar un nuevo diseño de un sistema de aguas negras nuevo.

Como conclusiones brindadas del proyecto, cuando se finalizó, la zona ahora tiene una vistosidad agradable y se ve mejor, ya que las enredaderas de cables no volverán a estar a la vista de los ciudadanos que circulen por el tramo. También la apertura de la avenida Gutenberg ha motivado a muchos motoristas a transitar por la zona, lo que en algunas horas provoca el desplazamiento lento de los vehículos que van de la avenida La Paz hacia el sector de La Ronda o los que van de las inmediaciones del parque Finlay hacia el Guanacaste.

Se recomendó para futuros proyectos, por medio de las autoridades locales que se evalúen las condiciones del sistema de alcantarillado para iniciar con los trabajos y así evitar que suceda lo mismo que en la avenida Gutenberg, donde se demoró más del tiempo estimado debido que existían tuberías obsoletas en la zona.

A continuación, la Ilustración 5 muestra un antes y un después de la implementación del cableado subterráneo en la avenida Gutenberg.



**Ilustración 5 - Antes y Después Avenida Gutenberg.**

Fuente El Heraldo

Se puede apreciar según la imagen, el proceso de construcción y el resultado final de la implementación del cableado subterráneo en la ciudad.

### *3.1.2.2. Bulevar Kennedy, Tegucigalpa.*

La Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), a través de la Unidad de Recepción de Proyectos, lleva a cabo la Supervisión de los trabajos de reubicación de la línea de Distribución que realiza la empresa de Ingeniería de Servicios de Construcción y Comunicación (INSECOM) en el bulevar de la Kennedy dado a la ampliación de la calle y construcción del puente en esta zona de alto tráfico de la capital de Honduras.

Según un informe sobre la modernización y el mejoramiento de servicio en la capital, en el sitio web de la ENEE (Empresa Nacional de Energía Eléctrica) afirman que:

La eliminación de cables y postes de las medianas es uno de los temas complementarios para la modernización de esta ciudad. En ese sentido, la Alcaldía Municipal y la ASETEL acordaron iniciar por el traslado temporal de los cables a la nueva postería en las aceras.

*(ENEE INCURSIONA EN LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS, s. f.)*

Aún con el traslado de una gran cantidad de cables, las medianas todavía se ven cargadas porque muchas empresas prefirieron instalar nuevas líneas y dejar inhabilitadas las de las medianas. Para

la actividad de corte de cables y eliminación de postes se tomaron las medidas de seguridad como la reducción de carriles y el cerramiento en la zona para protección de los conductores y peatones que circulan en el sector.

Según el sitio web de la ENEE, Mario Murillo, Ingeniero de Distribución, al referirse del proyecto en cuestión, afirma:

Este es un proyecto de la Alcaldía conocido como solución vial Jacalepa, UNITEC–Kennedy, es desarrollado por la empresa INSECOM responsable de la construcción eléctrica en reubicación de la línea troncal del circuito L-273, trabajo que concierne a la reubicación de la línea para darle acceso al proyecto. (Murillo, 2017, p.1)

Construir este nuevo tendido eléctrico requiere de especificaciones puntuales para garantizar la calidad de las obras y la seguridad de quienes transitan por esta vía por lo que Murillo afirma que:

Estamos aplicando una nueva normativa que son líneas subterráneas, dado a que en este caso hay unos cruces de línea aérea que no se pueden realizar debido a la construcción del puente, lo más fácil para nosotros es la canalización de la línea primaria de una forma subterránea. Con esta nueva modalidad de cableado se verifica el tipo de zanja, la profundidad, el tipo de ducto, el tipo de cable que se va utilizar y las cajas de registro por donde va ser canalizado dicho cable; el cual es un XLP ya que cuenta con un aislamiento especial para su construcción e instalación subterránea y así darle seguridad a los peatones que transitarán en la zona donde se construye esta línea (Murillo, 2017, p.1)

En razón de lo anterior, la ENEE supervisa que todas las labores de traslado de postes y línea cumplan con las normas establecidas, además del tiempo preestablecido de trabajo.

En la Ilustración 6, se aprecia el trabajo de la ENEE en la sustitución de las líneas antiguas de postes ubicados en el Bulevar Kennedy.



**Ilustración 6 - Traslado de Postes.**

Fuente ENEE

Se muestra en la imagen el avance del traslado de postes, en el cual se remueven los cables eléctricos, y posteriormente el poste.

### 3.1.3. ANÁLISIS INTERNO

En la ciudad de San Pedro Sula, actualmente los proyectos referentes están ubicados en zonas residenciales, no hay proyectos en las urbanizaciones por su alto costo, por lo que empresas privadas realizan este tipo de instalaciones en sectores privados de la ciudad para una urbanización amigable.

#### 3.1.3.1. *Ciudad Jaraguá*

Ciudad Jaragua o también conocido como Bosques de Jaraguá ubicada en el Sector NO, al final del bulevar Mackay, San Pedro Sula, Cortés.

Según el sitio oficial de Ciudad Jaraguá (2020), en el diseño del proyecto han participado más de 20 profesionales, entre ingenieros, arquitectos, paisajistas nacionales y extranjero, biólogos, técnicos, con el fin de cubrir todos los aspectos que harán de la vida de sus habitantes una experiencia especial y completa. Es un complejo eco arquitectónico o también se le conoce como arquitectura sostenible, y amigable con la naturaleza, para optimizar los recursos naturales, produciendo el mínimo impacto y adaptándose al medio visualmente.

El diseño minimalista es la constante de todo el proyecto, la arquitectura de las obras comunes y sus portales dan a Ciudad Jaraguá una distinción especial en la ciudad, al respetarse el estilo en todas las obras comunes y añadir modernos pasos a desnivel que se mezclan con la foresta natural.

El principal propósito de este proyecto es hacer de esta urbanización amigable con el medio ambiente, y para cumplir con este propósito implementaron muros de mampostería con materiales propios del sitio los cuales ayudan a los animales que habitan en esa área.

En el sitio web informan de la implementación del cableado eléctrico subterráneo para reducir el impacto de la contaminación visual y reducir los riesgos de accidentes, y es la única residencial en el sector Noroeste de San Pedro Sula que recicla sus aguas negras, ya que cuentan con su propia planta de tratamiento de aguas residuales.

El parque de la residencial se muestra en la Ilustración 7, a continuación:



**Ilustración 7 - Parque Ciudad Jaraguá.**

Fuente: Sitio Oficial Ciudad Jaraguá

La imagen muestra el parque sin ningún cable al aire libre, esto hace notar el embellecimiento de la zona con el cableado subterráneo.

La construcción del cableado eléctrico subterráneo fue realizada por la empresa Flores y Flores Ingeniería utilizando las normas del NEC, realizaron los siguientes trabajos:

- Diseño de red de Distribución de Energía Subterránea Media y Baja tensión.
- Instalación de red de media tensión para distribución primaria subterránea.
- Instalación de Transformadores Monofásicos para distribución en Baja tensión.
- Instalación de red de baja tensión para distribución secundaria subterránea.
- Diseño de Alumbrado público.
- Instalación de luminarias y postes de iluminación.
- Diseño de red de Comunicaciones por fibra óptica GPON.
- Instalación de red de fibra óptica.

Honduras está avanzando y buscando la implementación de nueva tecnología, como ser la eco-arquitectura o arquitectura sostenible, con el fin de poder cuidar nuestro medio ambiente y hacer de entorno ecológico, el cableado subterráneo viene a aportar bastante con este objetivo y nos impulsa más a realizar este soterramiento de cables en muchas áreas de la ciudad, con el fin de poder evitar esa contaminación visual. El manual del NEC será de gran ayuda para el proyecto ya que es el manual que se utiliza en el área eléctrica para la construcción.

#### 3.1.3.2. *Ciudad Maya*

Residencial ubicada en un lugar urbanístico en San Pedro Sula, es una residencial sin contaminación visual causada por el cableado eléctrico ya que todo va subterráneo, permitiendo así una vista libre a todo el entorno (Véase Ilustración 8).

Para la construcción de este sistema, realizaron todo el cableado subterráneo dejando los transformadores en lugares estratégicos al aire libre, donde se les brinda mantenimiento sin problema alguno.



**Ilustración 8 - Residencial Ciudad Maya.**

Fuente: Sitio Oficial Ciudad Maya

En la imagen se aprecia que no existe cableado aéreo, por lo que las calles de la residencial se ven muy ordenadas.

### **3.2. TEORÍA DE SUSTENTO**

En todo proyecto de investigación se requiere un sustento teórico ya que este brinda soporte al contenido del proyecto para poder solucionar el problema o interrogante y también nos explican el método empleado para obtener resultados, en este caso la Norma NEC (National Electrical Code) brindará mucho soporte a la obra eléctrica mientras que la obra civil será respaldada por el CHOC (Código Hondureño de la Construcción).

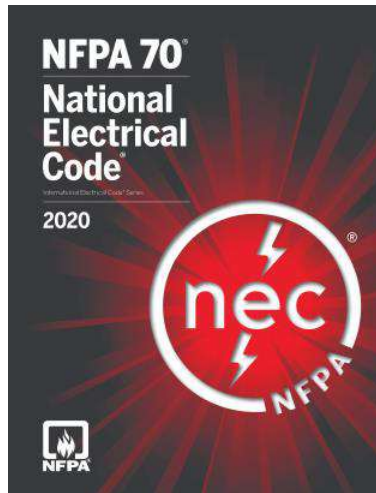
#### **3.2.1. NEC (NATIONAL ELECTRICAL CODE)**

El Código Eléctrico Nacional (escrito normalmente como "NEC") es una extensa colección de artículos para garantizar la segura instalación de los equipos eléctricos. Este código contiene disposiciones que se consideran necesarias para la seguridad. El cumplimiento de estas y el mantenimiento adecuado darán lugar a una instalación prácticamente libre de riesgos, pero no necesariamente eficiente, conveniente o adecuada para el buen servicio o para ampliaciones futuras en el uso de la electricidad. Este código cubre las instalaciones de conductores y equipos eléctricos en o sobre edificios públicos y privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes y otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos, otras áreas similares y subestaciones industriales. Instalaciones de conductores



y equipos que se conectan con fuentes de suministro de electricidad. Instalaciones de conductores y equipos exteriores dentro de la propiedad. Instalaciones de cables y canalizaciones de fibra óptica. Instalaciones en edificaciones utilizadas por las empresas de energía eléctrica, como edificios de oficinas, almacenes, garajes, talleres y edificios recreativos que no formen parte integral de una planta generadora, una subestación o un centro de control.

En la Ilustración 9 se muestra la portada del manual del NEC (National Electrical Code)



**Ilustración 9 - Portada Norma NEC 2020**

Fuente: Nfpa.org

### 3.2.2. CHOC (CÓDIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCIÓN)

El Código Hondureño de Construcción ha sido elaborado con el objetivo fundamental de mejorar el diseño y construcción de las edificaciones en general, mediante la uniformidad de normas y cumplimiento de estas. Este instrumento es de gran utilidad para estudiantes, ingenieros arquitectos, constructores, etc.

Este documento se divide en:

Capítulo 1 Cargas y Fuerzas Estructurales

Capítulo 2 Estructuras de Concreto

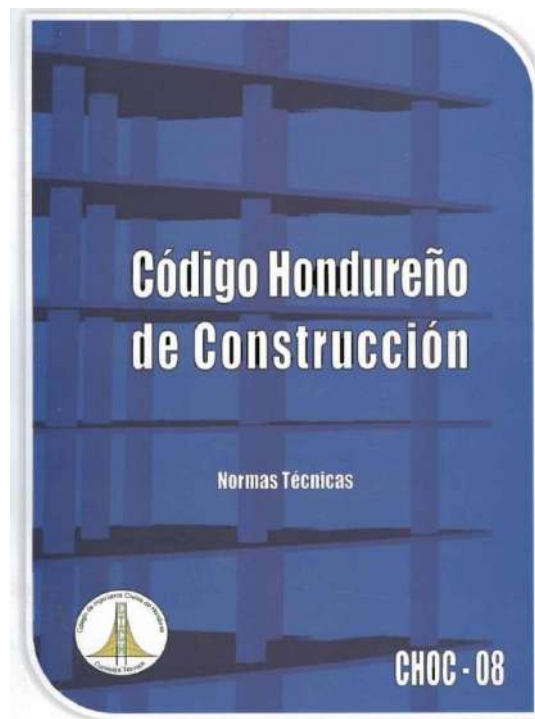
Capítulo 3 Estructuras de Acero

Capítulo 4 Estructuras de Mampostería

Capítulo 5 Estructuras de Madera

Capítulo 6 Cimentación y Muros de Retención

En la Ilustración 10 se muestra la portada CHOC (Código Hondureño de la Construcción)



**Ilustración 10. Portada CHOC-08**

Fuente: CHOC-08

### 3.2.3. UNE 157001

Esta norma tiene como objetivo establecer las consideraciones generales que permitan precisar las características que deben satisfacer los proyectos.

La UNE 157001 rige los documentos básicos que todo proyecto debe contener, tales como:

1) Índice General: Su objetivo es facilitar al lector la localización de los diferentes temas que contiene el proyecto.

2) Memoria: Su objetivo es validar las soluciones brindadas y describir el objetivo y alcance del proyecto. La memoria debe contener los siguientes puntos:

- a) Hoja de identificación: Título del proyecto, código identificador, razón social, fecha, firmas e índice de memoria.
  - b) Objetivo: Objetivos y justificación del proyecto.
  - c) Alcance: Aplicación del proyecto.
  - d) Antecedentes: Se detallan todos aquellos aspectos requeridos para la comprensión de todas las alternativas estudiadas.
  - e) Normas y referencias: Disposiciones legales y normas aplicadas, programas utilizados para cálculos, entre otras.
  - f) Definiciones y abreviaturas: Definiciones y abreviaturas que generan valor al proyecto.
  - g) Requisitos de diseño: Legislación, reglamentación, entorno como ser socioeconómico, ambiental entre otros.
  - h) Análisis de soluciones: Su objetivo es indicar las alternativas estudiadas.
  - i) Resultados finales: Aspectos que definen el proyecto.
  - j) Planificación: Etapas, metas e hitos que el proyecto tendrá en la etapa de ejecución de este.
- 3) Anexos: Documentos que aportan, justifican o definen apartados específicos de la memoria u otros de los documentos básicos, tales como:
- a) Documentación de partida: Documentos que fueron utilizados al momento de definir los requisitos de diseño.
  - b) Cálculos: Su objetivo es justificar la solución adoptada mediante algoritmos matemáticos.
- 4) Planos: Presentar gráficamente el proyecto.
- 5) Pliego de condiciones: Su objetivo es establecer condiciones económicas, técnicas administrativas y legales, y asegurar de esta manera que el proyecto este regido por condiciones específicas
- 6) Estado de mediciones: Definir unidades, debe incluir número y unidad.
- 7) Presupuesto: Monto de inversión aproximado para la realización del proyecto regido por las condiciones especificadas anteriormente.

8) Estudios con entidad propia: Documentos requeridos y exigencias legales como ser la realización de un programa de mitigación ambiental o realizar un plan de prevención de riesgos laborales.

### 3.2.4. ISO 128

Este apartado de la norma ISO brinda reglas generales con respecto a la realización de dibujos técnicos. Esta especifica la representación gráfica de objetos con el objetivo de facilitar el intercambio de información en dibujos de manera internacional y de esta manera poder asegurar un sistema integral. Esta norma es aplicable tanto para dibujos realizados a mano como para dibujos realizados de manera digital, mas, sin embargo, no lo es para modelos tridimensionales. Este apartado está dividido 15 partes, pero sin embargo los que se tomaran en cuenta son los siguientes:

#### 3.2.4.1. *ISO 128-23: 1999 Líneas Sobre Planos de Construcción*

Todo elemento dentro de un plano tiene su forma de ser representada. Este apartado de la ISO 128 tiene como objetivo describir el tipo de línea que cada elemento utilizará:

- 1) Línea continua fina
- 2) Línea continua gruesa
- 3) Línea continua extra gruesa
- 4) Línea de trazo normal fina
- 5) Línea de trazo normal gruesa
- 6) Línea de trazo normal extra gruesa
- 7) Línea de trazo largo y punto fina
- 8) Línea de trazo largo y punto gruesa
- 9) Línea de trazo largo y punto extra gruesa
- 10) Línea de trazo largo y punto doble fina
- 11) Línea de trazo largo y punto doble gruesa

12) Línea de trazo largo y punto doble extra gruesa

13) Línea de puntos fina

#### 3.2.4.2. *ISO 128-30:2001 Convenciones Básicas para Vistas*

Las vistas requeridas para la definición del objeto deben limitarse al mínimo posible pero suficiente para representar claramente el objeto. En caso un objeto sea simétrico este puede ser representado parcialmente siempre y cuando se coloquen trazos finos paralelos en sus extremos para demostrar simetría.

#### 3.2.4.3. *ISO 128-40:2001 Convenciones Básicas para Cortes y Secciones*

Todo corte y sección deberá ser debidamente identificado con letra mayúscula doble, una en cada flecha de referencia indicando la dirección de vista relevante al corte y sección.

### **3.3. MARCO CONCEPTUAL**

El marco conceptual está compuesto de ciertas definiciones que dan a entender la comprensión y así sostener un mismo lenguaje técnico de los términos empleados en el proyecto. A continuación, se presentan un listado de palabras con su significado en un orden lógico para su entendimiento:

1) Normativa NEC: "El Código Eléctrico Nacional es una extensa colección de artículos para garantizar la segura instalación de los equipos eléctricos y el cableado eléctrico en los Estados Unidos" (Andrés, 2017,p.1).

2) CHOC: "El Código Hondureño de Construcción ha sido elaborado con el objetivo fundamental de mejorar el diseño y construcción de las edificaciones en general, mediante la uniformidad de normas y el cumplimiento de las mismas" (CHOC, 2008, p.4).

3) Normativa ISO:

Las normas ISO son un conjunto de normas orientadas a ordenar la gestión de una empresa en sus distintos ámbitos. Se crearon con la finalidad de ofrecer orientación, coordinación, simplificación y unificación de criterios a las empresas y organizaciones con

el objeto de reducir costes y aumentar la efectividad, así como estandarizar las normas de productos y servicios para las organizaciones internacionales. (ISOTools, 2015, p.1)

#### 4) Normativa ANSI:

La Norma ANSI significa Instituto Nacional Estadounidense de Estándares (American National Standards Institute). ANSI es una organización encargada de supervisar el desarrollo de normas para los servicios, productos, procesos y sistemas en los Estados Unidos. Si bien trabaja en estrecha colaboración con el gobierno y es la voz oficial de USA en los organismos internacionales de normalización, ANSI no es una agencia gubernamental. (Ceneris, 2019, p.1)

#### 5) EEH:

Empresa Energía Honduras es una empresa que opera principalmente en el sector Energía Eléctrica. Conecta con sus contactos clave, proyectos, accionistas, noticias relacionadas y más. Esta empresa cuenta con operaciones en Honduras. Algunos temas relacionados a sus desarrollos son: subestaciones, distribución secundaria, sistemas de electrificación rural, modernización de redes, redes inteligentes (smart grids), distribución primaria, radial, distribuidor de energía eléctrica, distribución y generador de energía eléctrica. (Bnamericas, 2019, p.1)

#### 6) CEPAL:

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe, se fundó para contribuir al desarrollo económico de América Latina, coordinar las acciones encaminadas a su promoción y reforzar las relaciones económicas de los países entre sí y con las demás naciones del mundo. (Caribe, 2014, p.1)

7) SICA: "El Sistema de la Integración Centroamericana (SICA) tiene por objetivo fundamental la realización de la integración de Centroamérica, para constituirla como Región de Paz, Libertad, Democracia y Desarrollo" (*Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*, s. d.).

8) Contaminación visual: Raffino (2020) afirma: "Llamamos contaminación visual a la presencia de elementos visuales en un paisaje que interrumpen su estética, violentan su percepción de conjunto y entorpecen la percepción del entorno" (s.d.).

9) Marañas de Cables: "Los nudos de cables enredados y entrecruzados del tendido eléctrico, los cuales crean sobrecarga de cables y transformadores en los postes eléctricos, los cuales son difíciles de separar: (Top Cable, 2020).

10) Parámetros:

Se definen a aquellas variables y constantes que aparecen en una expresión matemática, siendo su variación la que da lugar a las distintas soluciones de un problema. De esta forma, un parámetro supone la representación numérica de la ingente cantidad de información que se deriva del estudio de una variable. (García, 2016, s.d.)

11) Soterramiento: "Es un término asociado al verbo soterrar. Esta acción consiste en llevar algo debajo de la superficie para ocultarlo o para permitir que se desarrolle enterrado" (Porto y Gardey, 2012).

12) Canalización: "Es el acto y el resultado de canalizar. Este verbo (canalizar), en tanto, alude a la apertura de un canal" (Porto, 2020).

13) Transformador:

Es una máquina eléctrica que, basándose en los principios de inducción electromagnética, transfiere energía de un circuito eléctrico a otro, sin cambiar la frecuencia. La transferencia se lleva a cabo con el cambio de voltaje y corriente. Un transformador aumenta o disminuye la corriente alterna cuando es necesario. (TECSA, 2019, s.d.)

14) Transformador tipo Pedestal:

El transformador de pedestal es un equipo dentro de un gabinete, colocado a la intemperie con terminales de media tensión de frente muerto, provisto de puertas con cerraduras, de tal forma que los mandos y conexiones eléctricas queden inaccesibles al público. (CODENSA, 2011, s.d.)

15) Caja Registro:

Una caja eléctrica es un contenedor utilizado para ocultar conexiones eléctricas de forma segura y fuera del alcance de la vista o manos no expertas, para instalar mecanismos eléctricos empotrados en paredes y techos o para alojar interruptores automáticos y diferenciales en una instalación eléctrica. (*Electricidad.tienda, s. d.*)

16) Corriente Baja Tensión:

Las instalaciones de baja tensión son las que generan o distribuyen energía eléctrica para el consumo propio de los clientes finales, aunque la definición se hace extensible a las receptoras de corriente alterna que sea igual o inferior a 1000 voltios y de corriente continua que sea igual o inferior a 1500 voltios. (Grupoturelectric, 2019, s.d.)

17) Corriente Media Tensión:

La media tensión se usa para transportar la energía desde las subestaciones hasta bancos de transformadores. Es desde ahí de donde se suministra a las ciudades de luz. En este caso los cables pueden ser soportados también en torres metálicas, pero existe la opción de hacerlo de postes de madera y cemento. Incluso pueden enterrarse como en cualquier gran metrópoli. Estas tensiones son mayores a 1kV, pero menores a 25 kV. (ELECTRO INDUSTRIAL OLIDE SA DE CV, 2017, s.d.)



#### 18) Corriente Alta Tensión:

Son las que superan los 36 kV de voltaje. Normalmente, este tipo de tensión se usa para el transporte de electricidad a grandes distancias. Para poder transportar la electricidad a grandes distancias, se necesita elevar la tensión para reducir la intensidad que circula por la línea y, de tal forma, prevenir las pérdidas de energía por el calentamiento de los cables conductores y por los fenómenos electromagnéticos. (EUROINNOVA, s.d.)

19) Corriente Monofásica: "Las corrientes monofásicas son aquellas que tienen una única fase y una única corriente alterna. Las instalaciones normalizadas se establecen en torno a los 220 o 230 voltios" (Aldro, 2014).

20) Corriente Trifásica: "Las corrientes trifásicas son aquellas que constan de 3 fases, 3 corrientes alternas distintas que dividen la instalación en 3 partes a las que llega potencia constante. Sus potencias normalizadas actualmente se adaptan a 400 voltios" (Aldro, 2014).

#### 21) Acometidas:

La acometida eléctrica es aquella conexión aérea o subterránea que conecta en las instalaciones eléctricas la parte de la red de distribución de la empresa suministradora con la caja o cajas generales de protección. Esta conexión es necesaria para dotar de suministro eléctrico a la instalación de un edificio, vivienda, nave industrial o local comercial. (Fuente, 2019, p.1)

22) Pararrayo: "Un pararrayos es un instrumento cuyo objetivo es atraer un rayo ionizado el aire para excitar, llamar y conducir la descarga hacia tierra, de tal modo que no cause daños a las personas o construcciones" (*Qué es un pararrayo?*, s. d.)

#### 23) Empalmes:

También se le conoce con el nombre de enlace eléctrico, y se trata de la unión de dos o más cables conductores eléctricos, que tienen su participación dentro de un aparato

eléctrico o en un circuito eléctrico residencial, dicha unión se hace para crear derivaciones del camino que lleva la corriente eléctrica, o para la unión de puntos específicos dentro de la instalación. (Espacio Honduras, 2020, s.d.)

24) Aceite Dieléctrico:

El aceite dieléctrico es un lubricante de bases minerales que, por sus características químicas, es ideal para la transmisión y el aislamiento de la electricidad. El aceite de transformador también ayuda al enfriamiento del mismo, sin embargo, a lo largo del tiempo y debido al uso, se tiene que realizar un cambio de aceite como parte del mantenimiento para evitar daños que necesiten reparaciones costosas. (BARDAHL, s.d.)

25) Alumbrado Público: "El concepto de alumbrado público se refiere a un servicio que consiste en proveer la iluminación mínima necesaria en los espacios públicos y vialidades, de forma que se garantice la seguridad de peatones y vehículos" (Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, 2015).

26) Postes Ornamentales: "Postes troncocónicos esbeltos o de secciones regulares, con un acabado superficial liso pulido de alta calidad que brindan un aspecto elegante, moderno y ornamental a las zonas donde son instalados" (Equisplast, s.d.).

27) Balasto:

Un balasto es un dispositivo que sirve para mantener un flujo corriente estable en tubos fluorescentes, lámparas PL y otras lámparas de descarga de gas. Un balasto crea un pico de tensión con el fin de hacer que la lámpara funcione. También se asegura de limitar la corriente que pasa a través de él. (Lampara y Luz, s.d.)

28) Fusible Limitador:

Es un fusible que, cuando su elemento de respuesta a la corriente se funde por acción de una corriente dentro del rango de limitación de corriente que tiene especificado,

abruptamente presenta una alta resistencia para reducir la magnitud y la duración de la corriente, lo que resulta en la subsiguiente interrupción de la corriente. (*Fusibles Limitadores de Corriente*, s. d.)

29) Bombilla: "Pieza de cristal en la que se ha hecho el vacío y dentro de la cual va colocado un hilo de platino, carbón, tungsteno, etc., que al paso de una corriente eléctrica se pone incandescente y sirve para alumbrar" (ASALE & RAE, 2021).

30) Control Fotoeléctrico:

Se utiliza para detectar el haz de luz reflejado desde el objeto. Un sensor de tipo de haz de barrera se utiliza para medir el cambio en la cantidad de luz causado por el objeto al cruzar el eje óptico. (KEYENCE, s.d.)

### **3.4. MARCO LEGAL**

Ley General medio ambiente:

Artículo 35. Se declara de interés público la protección de la naturaleza, incluyendo la preservación de las bellezas escénicas y la conservación y manejo de la flora y fauna silvestre. En consecuencia, el Poder Ejecutivo, dictará las medidas necesarias para evitar las causas que amenacen su degradación o la extinción de las especies. (Ley General Medio Ambiente, 1993, p.6)

Artículo 51. La utilización del suelo urbano será objeto de planificación de parte de las respectivas municipalidades, debiendo considerar entre otros, los sectores residenciales cívicos, comerciales, industriales y recreativos, atendiendo a la calidad de vida de los habitantes y a la protección del ambiente. A estos efectos, la planificación urbana incluirá la reglamentación de la construcción y el desarrollo de programas habitacionales, la

localización adecuada de los servicios públicos y de las vías de comunicación urbana, la localización de áreas verdes y la arborización de las vías públicas. (Ley General Medio Ambiente, 1993, p.8)

Artículo 74. El Estado, a través de la Secretaría de Estado en el Despacho de Salud Pública y con la colaboración de la Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente, vigilará el cumplimiento de las leyes generales y especiales atinentes al saneamiento básico y contaminación del aire, agua y suelos, con el objeto de garantizar un ambiente apropiado de vida para la población. (Ley General Medio Ambiente,1993, p.10)

## **IV. METODOLOGÍA**

Una vez visto los proyectos referentes, la metodología de la investigación ayudará en la recopilación de información para la elaboración del Plan de Diseño Técnico y Constructivo para la implementación del cableado eléctrico subterráneo en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras. A continuación, se expondrá el enfoque del proyecto, sus variables de investigación y los instrumentos y técnicas que se aplicarán.

### **4.1. ENFOQUE**

La presente investigación se define con un enfoque cuantitativo, ya que según Sampieri y Mendoza (2008), en el estudio a realizar existen objetivos que se alcanzan mediante este enfoque, se utiliza la recolección y el análisis de datos para la respuesta de las preguntas de investigación, también por los datos generados que brindan los estándares de validez y confiabilidad, dado a esto las conclusiones derivadas contribuirán a la generación de conocimiento.

# **ENFOQUE CUANTITATIVO**

### **Ilustración 11 – Enfoque Cuantitativo**

Fuente: propia

En la Ilustración 11 se muestra el tipo de enfoque a utilizar en el proyecto de investigación.

## 4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

En la Tabla 3 se muestra el planteamiento del problema, los objetivos tanto general, como específicos, las preguntas de investigación del proyecto y finalmente las variables dependientes e independientes que rigen la operacionalización del proyecto.

**Tabla 3-Tabla de Variables de Operacionalización**

<b>Plan de Diseño Técnico y Constructivo para la Implementación del cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula, Honduras</b>					
<b>Título</b>					
<b>Problema</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Preguntas de Investigación</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables Independientes</b>	<b>Variables Dependientes</b>
<b>En función de su necesidad, ¿Qué parámetros técnicos y constructivos habrán de valorarse para el desarrollo del plan de construcción de diseño de un sistema de cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula?</b>	Crear un plan de diseño técnico y constructivo para la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo, mediante la aplicación de ciertas metodologías y normativas para reducir la contaminación visual y accidentes que muestra la ciudad de San Pedro Sula.	¿Qué parámetros civiles, eléctricos y de opinión pública habrán de considerarse para la implementación del sistema de cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula en función de su necesidad?  ¿Qué propiedades eléctricas y constructivas deberán contemplarse para el debido funcionamiento de un cableado eléctrico subterráneo?	Evaluar la necesidad, parámetros civiles y constructivos sobre un sistema de cableado eléctrico subterráneo desde la perspectiva del ciudadano, especialistas civiles y eléctricos.  Determinar las propiedades eléctricas y constructivas para el debido funcionamiento de un cableado eléctrico subterráneo.	Perspectiva de parámetros civiles y eléctricos.  Propiedades eléctricas y constructivas.  Características de diseño	Plan de Diseño Técnico y Constructivo para la Implementación del cableado eléctrico subterráneo en San Pedro Sula, Honduras.

**Continuación Tabla 3...**

---

Según las propiedades del entorno, ¿Con que características de diseño, estructurales y constructivas deberá contar el plan de implementación?	Proponer un sistema de diseño estructural y constructivo para la aplicación de los requerimientos técnicos para la implementación del sistema.
---	--

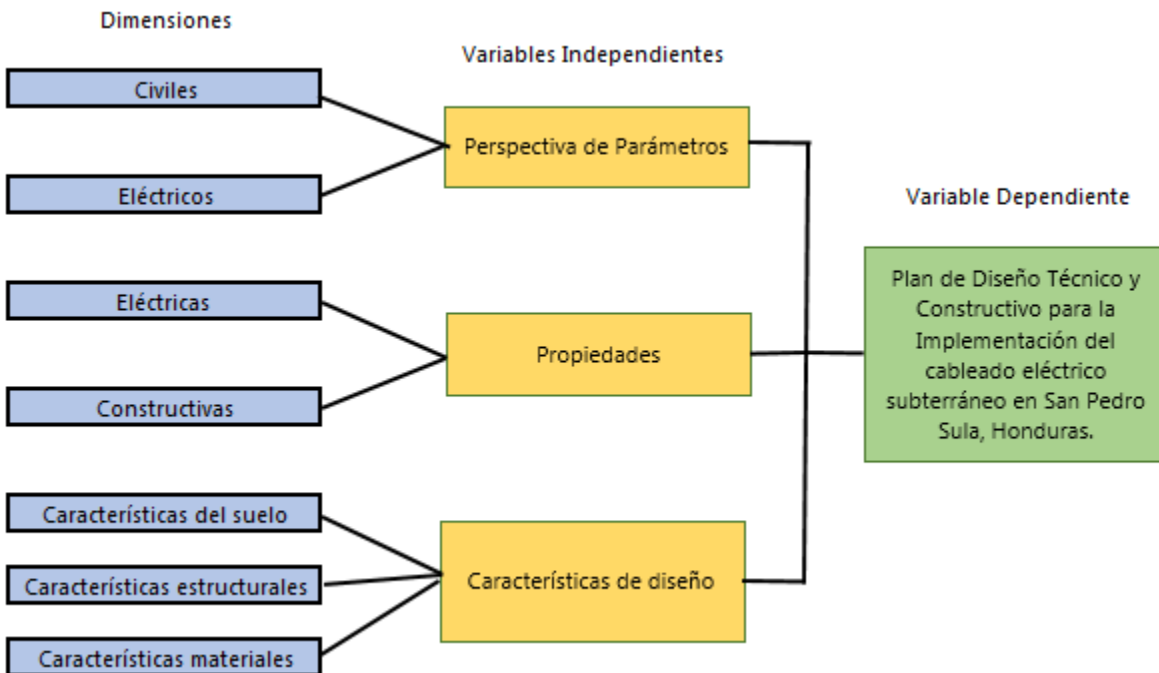
---

Fuente: propia.

Como se observó en la Tabla 1, luego del análisis del Planteamiento del problema, se logró identificar las variables dependientes e independientes del proyecto, que nos ayudarán a determinar las dimensiones de cada una para así lograr tener más claro, la dirección del proyecto y lo que se realizará.

#### 4.2.1. DIAGRAMA DE VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

En la Ilustración 11 se observará la representación de la variable dependiente, variables independientes y las dimensiones



**Ilustración 12 - Diagrama de variables de operacionalización**

Fuente: propia

Según se muestra en el diagrama de la Ilustración 12, se determinaron las dimensiones de las variables independientes del proyecto, estas expuestas en el lado izquierdo de la imagen.



#### 4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

**Tabla 4 Tabla de Operacionalización**

Variables Independientes	Definición				
	Conceptual	Operacional	Dimensiones	Indicadores	Ítems
<b>Perspectiva de Parámetros</b>	Es cualquier característica que pueda ayudar a definir o clasificar un sistema particular (es decir, un evento, proyecto, objeto, situación, etc.) Es un elemento de un sistema que es útil o crítico al identificar el sistema o al evaluar su rendimiento, estado, condición, etc.	Se deben definir los parámetros que deben considerarse para determinar cuáles son las consideraciones que se deben aplicar para el sistema en la parte civil y eléctrica.	Civiles	Seguridad	¿Qué se debe considerar para brindar la mayor seguridad del sistema?
				Funcionalidad	¿Qué factores se consideran para una funcionalidad óptima?
				Mantenimiento	¿Cuál es la forma ideal para el buen mantenimiento del sistema?
			Eléctricas	Seguridad	¿Qué se debe considerar para brindar la mayor seguridad del sistema?
				Funcionalidad	¿Qué factores se consideran para una funcionalidad óptima?
				Mantenimiento	¿Cuál es la forma ideal para el buen mantenimiento del sistema?

**Continuación Tabla 4...**

<b>Propiedades</b>	Es una condición, una característica, un estado, un atributo, cualidad esencial o una facultad de algo.	Se deben definir las propiedades constructivas y eléctricas para el funcionamiento óptimo del sistema de cableado eléctrico subterráneo.	Constructivas	Materiales de Construcción	¿Qué tipos de materiales de construcción existen para la construcción de este sistema?
				Sistemas Constructivos	¿Qué tipos de sistemas constructivos existen para la construcción de este sistema?
			Eléctricas	Tipo de cable	¿Qué tipos de cable existen?
				Tipo de Conexiones	¿Qué tipos de conexiones existen?
			Tipo de Aislamiento	¿Qué tipos de aislamiento existen?	
			Tipo de Transformador	¿Qué tipo de transformador es el más óptimo?	

**Continuación Tabla 4...**

<b>Características de diseño, estructurales y constructivas</b>	Una cualidad o rasgo distintivo que describe a una persona, un objeto, un lugar o situación, puede entenderse como la marca que distingue a un determinado agente dentro de un conjunto de elementos similares o de la misma especie.	Se deben definir las características de diseño, estructurales y constructivas para la selección optima en base a su funcionalidad y así poder realizar el sistema de cableado eléctrico subterráneo con las características adecuadas.	Características del suelo	Tipo de Suelo	¿Cuáles son los tipos de suelo?
				Conductividad	¿Cuál es la capacidad conductividad según el tipo de suelo?
				Capacidad de Carga	¿Cuál es la capacidad de carga del suelo?
			Características estructurales	Geometría	¿Cuál es la geometría más óptima para el diseño?
				Tipo de Estructura	¿Cuál es la estructura más óptima para el diseño?
			Características de materiales	Tipo de Material	¿Qué materiales son más óptimos para el diseño?

Fuente: propia.

La tabla de operacionalización ha mostrado el desglose de las variables independientes y las dimensiones que esta trae consigo, con esto los indicadores son base para la medición de sus dimensiones y de la manera en la que se tratarán esas variables en el proyecto.

### 4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Las técnicas e instrumentos aplicados en el Plan de Diseño Técnico y Constructivo para la implementación del cableado eléctrico subterráneo en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras, son de suma importancia, ya que facilitan el desarrollo del Proyecto.

#### 4.3.1. INSTRUMENTOS

##### 1) Paquete de Autodesk

Para el desarrollo en las áreas digitales y graficas es de importancia utilizar el paquete de Autodesk, que contiene softwares como: Auto Cad, Auto Cad Architecture, Civil 3D, entre otros. La Ilustración 13 muestra el logo del paquete de Autodesk.



**Ilustración 13 - Paquete de Autodesk**

Fuente: Autodesk (2021)

- Auto Cad Architecture 2021: Es un software de computadora que contiene herramientas para arquitectos, con funciones de diseños y documentación que automatizan las tareas de dibujo y asimismo reduce errores y aumenta la eficiencia en la generación de los documentos y su planificación. La Ilustración 14 muestra el logo de Auto Cad Architecture.



**Ilustración 14 - Autodesk Autocad Architecture**

Fuente: Autodesk (2021)

- Auto Cad 2021: Es un software de computadora en el cual ingenieros, arquitectos y profesionales en el ámbito de la construcción se apoyan para crear dibujos en 2D y 3D, y también automatiza tareas como dibujos, creación de bloques y mucho más. La Ilustración 15 muestra el logo de Autodesk Autocad.



**Ilustración 15 - Autodesk Autocad**

Fuente: Autodesk (2021)

- Civil 3D: Es un software de computadora diseñado para la ingeniería civil, el cual proporciona múltiples características que brindan ayuda para la obtención de cálculos de topografía, infraestructura y redes de tubería; también mejora de bocetos, diseño y documentación de construcción. La Ilustración 16 muestra el logo de Autodesk Civil 3D.



**Ilustración 16 - Autodesk Civil 3D**

Fuente: Autodesk (2021)

## 2) Paquete de Microsoft Office

El paquete de Microsoft Office permite el uso de diversos softwares, desde manejar y crear texto en Microsoft Word, realizar cálculos y tabulaciones en Microsoft Excel, gestionar las actividades a desarrollar por medio de un cronograma y diagramas de Gantt en Microsoft Project y presentar de manera gráfica e interactiva la información obtenida en Microsoft Powerpoint. La Ilustración 17 muestra los softwares del paquete de Microsoft office.



**Ilustración 17 - Paquete de Microsoft Office**

Fuente: Microsoft Office (2021)

- Microsoft Word: Es un programa para elaborar documentos, en el cual se trabaja con imágenes, tablas y gráficos que ayudan a procesar la información a presentar.
- Microsoft Excel: Es una hoja de cálculo que cuenta con herramientas para desarrollar cálculos, tabulaciones, lenguaje de programación y elementos gráficos que facilitan el manejo y la comprensión de datos.
- Microsoft Powerpoint: Es un programa para elaborar presentaciones en diapositivas, incluyendo animaciones, transiciones e imágenes importadas, en el cual se pueden aplicar múltiples diseños de plantillas para su uso y presentar de manera creativa.
- Microsoft Project: Es un software utilizado para administrar proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos, dar seguimiento a su progreso y gestionar de forma cronológica las actividades a realizar.

### 3) Zoom

Es una aplicación que permite realizar reuniones en línea, de esta manera se pueden realizar en directo muchas actividades, como capacitaciones, mensajería, eventos, webinars. Cuenta con un servicio de videollamada, la cual ayuda a poder realizar trabajos grupales, este tiene su opción gratuita y de pago. La Ilustración 18 muestra el logo de Zoom.



**Ilustración 18 - Zoom**

Fuente: Zoom (2020)

#### 4) Google Meet

Es una aplicación la cual permite reuniones en línea de manera gratuita, con un servicio de videotelefonía desarrollado por Google, con la intención de tener capacitaciones, mensajería, eventos, webinars y entre otras opciones sin límite de tiempo, la cual sirve de mucha ayuda para facilitar la comunicación entre las personas a larga distancia. La Ilustración 19 muestra el logo de Google Meet.



**Ilustración 19 - Google Meet**

Fuente: Google Meet (2020)

#### 5) Formato de Encuestas y Entrevistas

En la Ilustración 20 se puede observar el formato de la Encuesta y las entrevistas realizadas, en Anexos se referencian en un mejor tamaño.

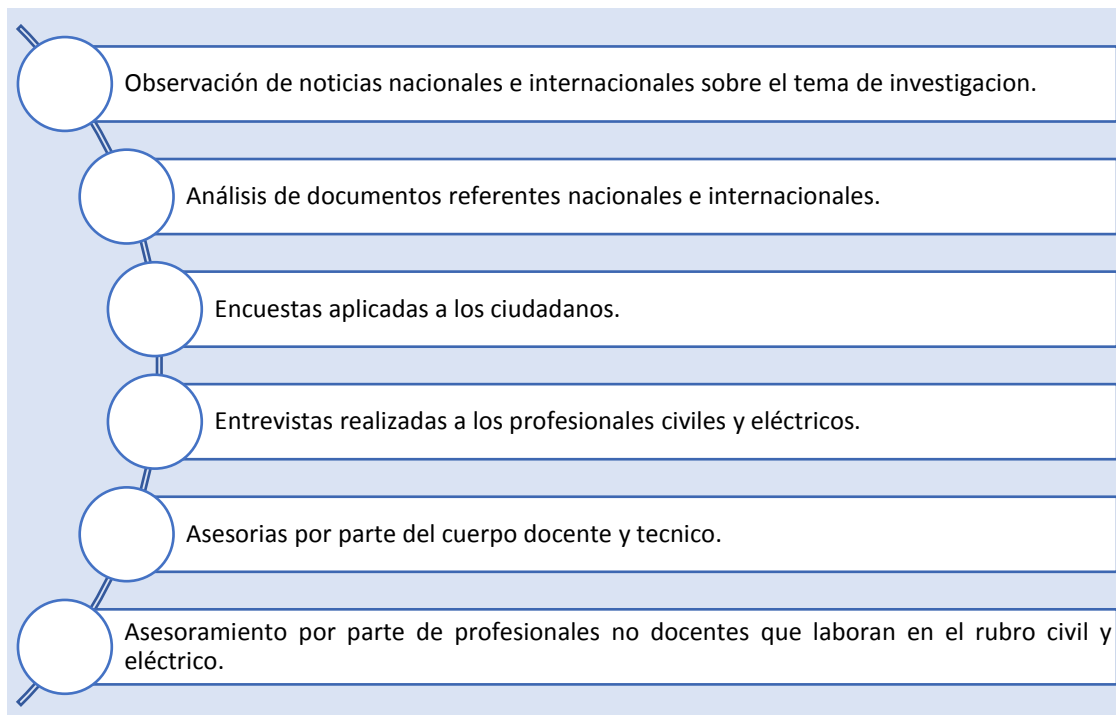
FORMATO DE ENCUESTA		Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
1. ¿Actualmente reside en San Pedro Sula? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		Formato de Preguntas	
2. ¿Cuántos años tiene de residir en San Pedro Sula? 1-3 años <input type="checkbox"/> 3-6 años <input type="checkbox"/> 6-10 años <input type="checkbox"/> 10 o más <input type="checkbox"/>		1	¿Tiene conocimiento de la existencia de alguna normativa o manual constructivo enfocado en el cableado subterráneo?
3. ¿Sabe usted que el término marañas de cables se utiliza para identificar un conjunto de cables enredados y entrecruzados de manera Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		2	¿Estaría de acuerdo en sustituir la red aerea por una subterránea en una determinada zona en SPS? De ser así, ¿Cuál?
4. ¿Del 1 al 5 que tan incómodo es para usted ver una cantidad grande de cables en el alambrado eléctrico (marañas de cables)? 1) No <input type="checkbox"/> 2) Poca <input type="checkbox"/> 3) <input type="checkbox"/> poco <input type="checkbox"/> incomodida <input type="checkbox"/> Incomodo <input type="checkbox"/> 4) Bien <input type="checkbox"/> 5) Muy <input type="checkbox"/> Incomodo <input type="checkbox"/> Incomodo <input type="checkbox"/>		3	¿Qué beneficios cree que podría traer el sustituir la red aerea por una subterránea?
5. ¿Ha sufrido apagones eléctricos o cortes de energía por causa de árboles o ramas que caen en el alambrado eléctrico? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		4	¿Quién debería asumir el costo de su instalacion, el gobierno o una empresa privada?
6. ¿Ha sufrido o presenciado incendios o chispazos en las conexiones del cableado eléctrico? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		5	¿Seria factible que el mantenimiento sea realizado por la empresa privada, realizar licitaciones o la EEH?
7. ¿Del 1 al 5 que tan necesario cree que sea la implementación de un cableado eléctrico subterráneo para mejorar el aspecto de las calles y evitar accidentes? Siendo 1) No es necesario 1) <input type="checkbox"/> 2) <input type="checkbox"/> 3) <input type="checkbox"/> 4) <input type="checkbox"/> 5) <input type="checkbox"/>		Formato de Preguntas	
8. ¿Del 1 al 5 que tan probable cree usted sea que la implementación de un cableado eléctrico subterráneo reduzca las conexiones ilegales en la ciudad? Siendo 1) No las reduira en lo 1) <input type="checkbox"/> 2) <input type="checkbox"/> 3) <input type="checkbox"/> 4) <input type="checkbox"/> 5) <input type="checkbox"/>		1	¿Qué entregable debería tener el proyecto para ámbito eléctrico o civil?
9. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>		2	¿Qué contenido de planos cree que deban considerarse?
		3	¿Qué recomendaciones estructurales y sanitarias deben de contemplarse en la construcción del cableado subterráneo?
		4	¿Estaría de acuerdo con sustituir la red de cableado áereo por una red subterránea en determinada zona de SPS? ¿De ser así, cuál?
		5	¿Qué beneficios cree que podría traer sustituir el cableado áereo por uno subterráneo?

**Ilustración 20 – Formato de Encuesta y Entrevistas**

Fuente: propia.

### 4.3.2. TÉCNICAS

Las técnicas empleadas en el desarrollo de la investigación son las expuestas en la ilustración presentada a continuación:



**Ilustración 21 - Diagrama de Técnicas de Investigación Aplicadas**

Fuente: propia.

En la ilustración 21, podemos ver el diagrama de técnicas de investigación aplicadas, las cuales han sido de mucha ayuda para la recopilación de información para el proyecto.

La observación de noticias fue de mucha ayuda para entender la problemática actual en el país y también internacionalmente. De esta misma manera, el buscar documentos referentes de proyectos similares brinda un muy buen sustento de información para tomar en cuenta al momento de realizar el proyecto.

Las encuestas y entrevistas que fueron aplicadas brindaron una muy buena respuesta sobre el problema a resolver y de las consideraciones que llevará el manual.

El asesoramiento de los docentes y de profesionales del rubro civil y eléctrico es de mucha importancia para la buena realización del proyecto y que no se encuentren errores.



#### 4.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y el muestreo son de gran importancia para el proyecto, ya que esta determinará la manera en la que se aplicarán las encuestas y entrevistas y a quienes irán dirigidas, según el segmento que se determinará para su aplicación.

##### 4.4.1. POBLACIÓN

La población neta aplicada al proyecto, está constituida por docentes expertos de Unitec del área de Ingeniería Civil e Ingeniería Eléctrica y ciudadanos particulares, personas que son mayores de 30 años y residen en la ciudad de San Pedro Sula, Honduras, a las cuales se les aplicará la encuesta establecida anteriormente.

##### 4.4.2. TAMAÑO DE MUESTRA

Para el proyecto de investigación se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, ya que esta técnica permite crear muestras de acuerdo a la facilidad de su acceso, en este caso por la disponibilidad de las personas que formarán parte, el cual fue calculado con la fórmula de la muestra, representada en la Ilustración 22 a continuación se utiliza un nivel de confianza del 90% el cual es muy común, y para el tipo de encuestas a aplicar cumple con los parámetros a estimar dentro de este intervalo, ya que la muestra no es muy grande y son pocas personas, por lo que se cuenta con este nivel de confianza para estar en un intervalo seguro, y asegurar que las respuestas sean eficientes de acuerdo para el análisis.

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2} \qquad n = \frac{(1.65)^2(0.5)(0.5)}{(0.10)^2}$$

dónde n= Población  
Z= 1.65 por 90% de confianza  
p= Prob ocurrencia  
q= Prob no ocurrencia  
E= Error de la muestra

$$n = \boxed{69 \text{ personas}}$$

#### Ilustración 22 - Cálculo de Muestra No Probabilística

Fuente: propia.

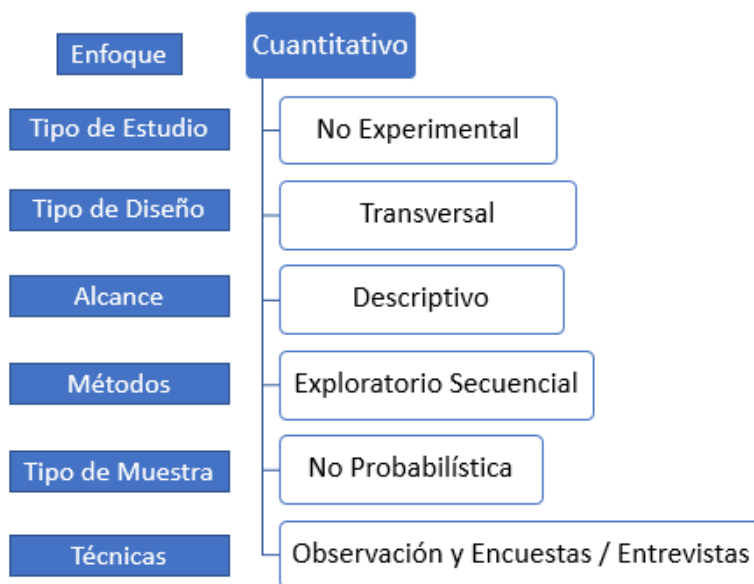
Con un 90% de confianza, una vez realizado el cálculo el mínimo de personas a encuestar es de 69 personas, las cuales son ciudadanos de San Pedro Sula, mayores de 30 años y que han residido en la ciudad por 10 años o más.

#### 4.5. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La metodología de estudio que se plantea en la investigación se define con un enfoque cuantitativo, ya que en el estudio a realizar existen objetivos que se alcanzan mediante este enfoque, por lo expuesto anteriormente, la recopilación de información es fundamental para el avance del proyecto.

##### 4.5.1. TIPO DE DISEÑO

El enfoque de la investigación es cuantitativo, ya que se integran los métodos de investigación para ayudar a desplegar o enriquecer en diversos aspectos como el muestreo, los procedimientos, la recolección y el análisis de datos. A continuación, se presenta en la Ilustración 23 el diagrama de Tipo de Diseño de Investigación



**Ilustración 23 - Tipo de Diseño de Investigación**

Fuente: propia.

Según Sampieri y Mendoza, el tipo de estudio es no experimental puesto que no se pretende probar una hipótesis mediante el cumplimiento de un experimento, el tipo de diseño es transversal ya que recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único.

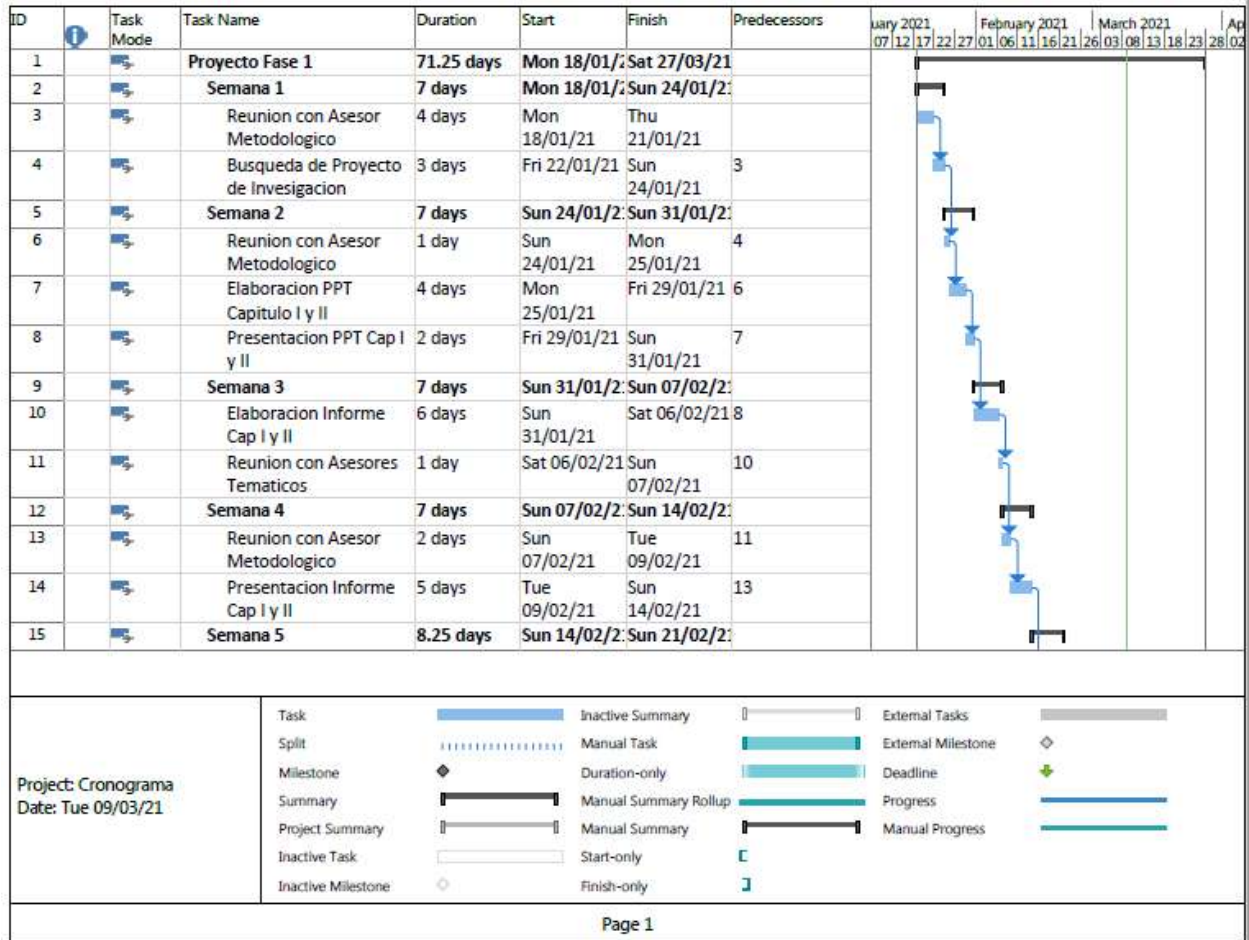
El alcance de la investigación es descriptivo ya que según Sampieri & Mendoza “Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (2008, p.92).

Según Sampieri (2014), el método es exploratorio secuencial, puesto que se estará recolectando información en su fase inicial y se tomará análisis de datos cualitativos y también cuantitativos para luego hacer su debida interpretación conjunta.

El tipo de muestra es no probabilística ya que como investigadores seleccionamos una muestra de acuerdo a nuestro juicio y no toda la población tiene la oportunidad de participar en el estudio a realizar. Y con este tipo de muestra, las técnicas a aplicar son encuestas a la ciudadanía y entrevistas a expertos en el área a tratar (v. Anexo 1 y 2), para así poder recopilar la información necesaria para la investigación.

#### **4.6. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

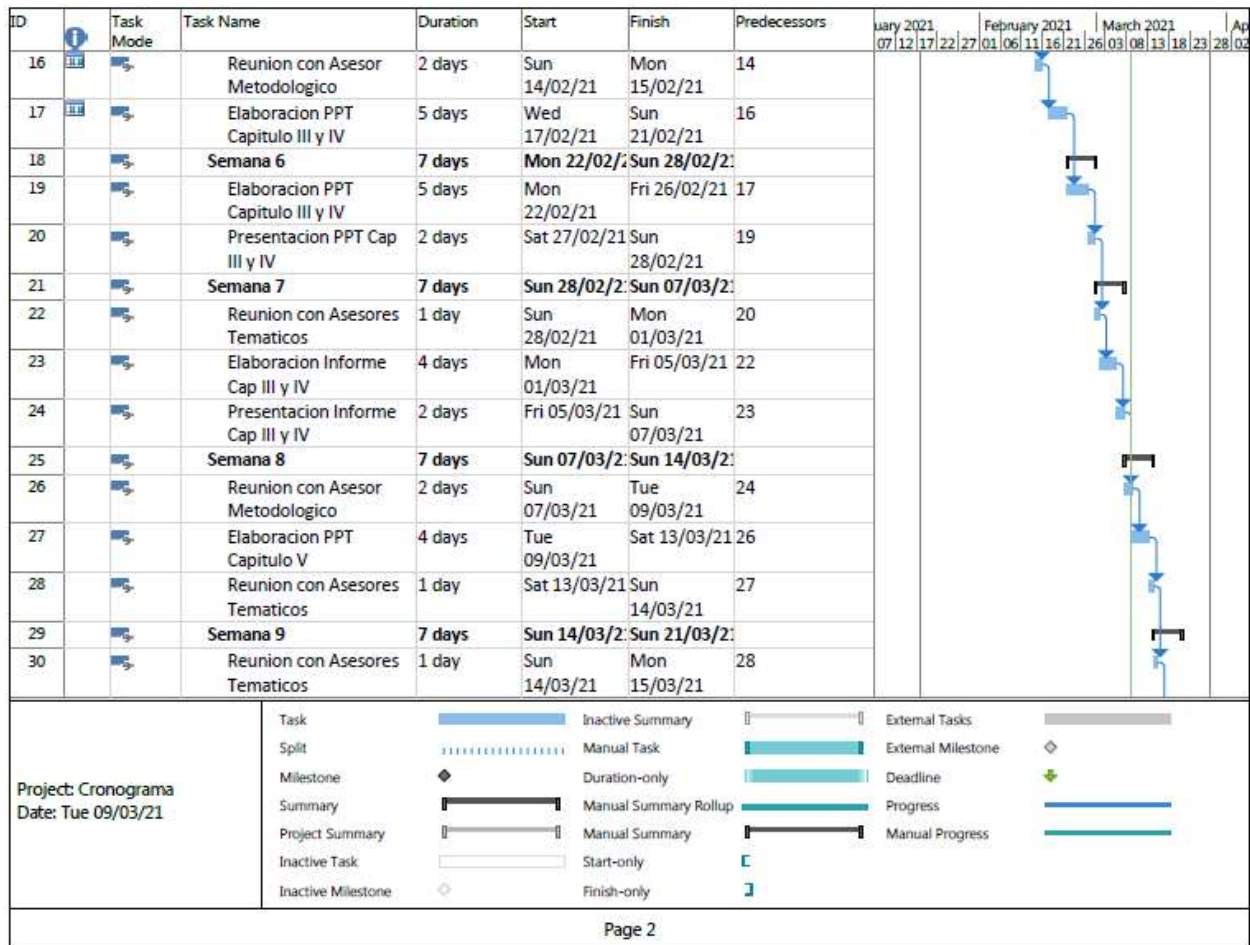
En las siguientes Ilustraciones, se estará presentando la cronología del trabajo que se realizará durante el periodo de trabajo del proyecto, el que contiene las actividades a realizar durante los días de la semana de forma que sirven de organización para trabajar y asegurar de no perder ninguna entrega, este fue realizado en el programa MS Project, que se puede observar en los instrumentos empleados para el proyecto:



**Ilustración 24 - Cronograma de Actividades S1-S4**

Fuente: propia.

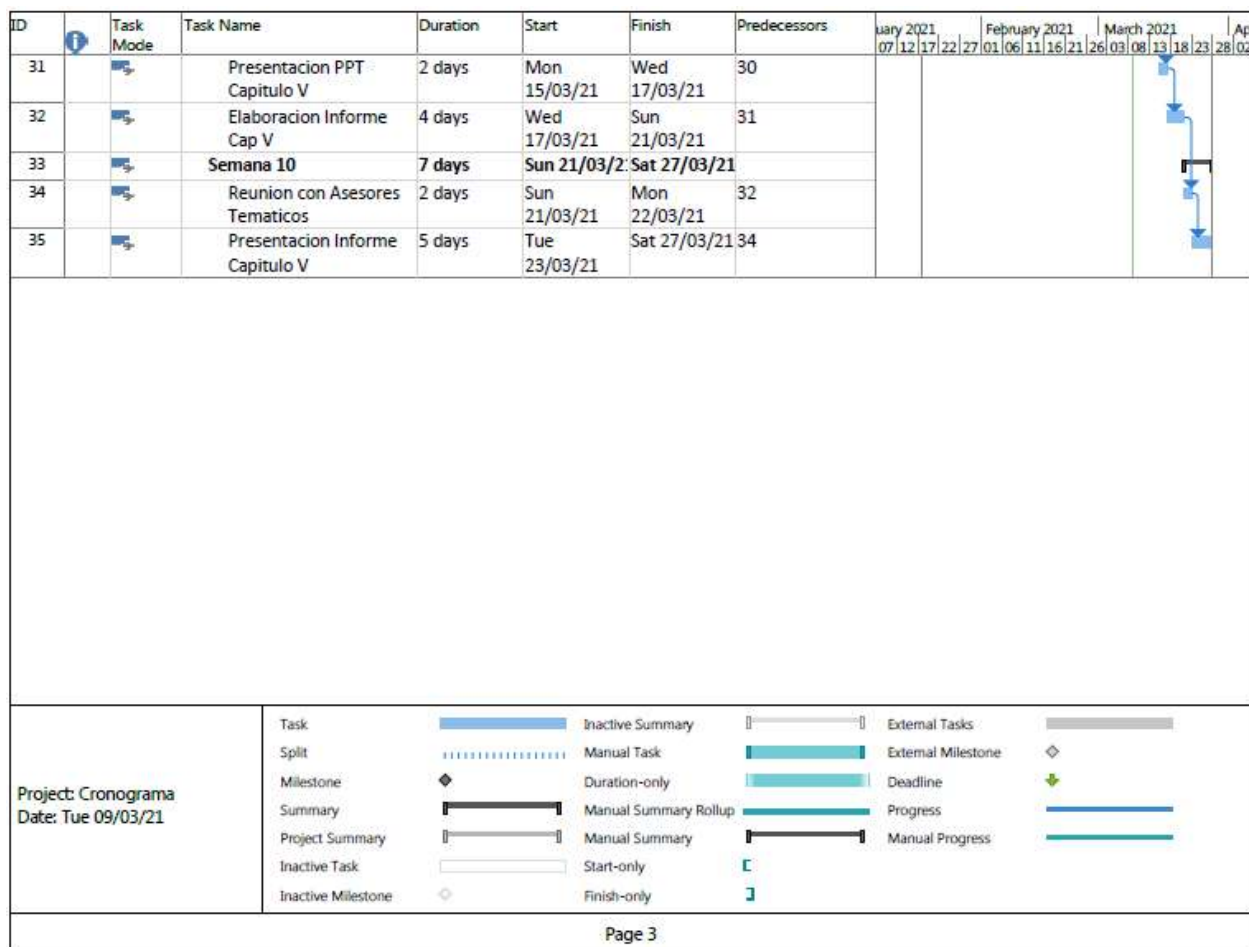
En la primeras semanas, la mayor parte del trabajo se llevo a cabo mediante las reuniones con el asesor metodológico y la búsqueda de información para la realización del proyecto.



**Ilustración 25 - Cronograma de Actividades S5-S9**

Fuente: propia.

Las siguientes semanas ya se comienza a elaborar lo que son las presentaciones e informes del proyecto de investigación contando con las reuniones de los asesores temáticos para el sustento de información,



**Ilustración 26 - Cronograma de Actividades S9-S10**

Fuente: propia.

Las Ilustraciones muestran el trabajo a realizar durante las semanas de trabajo en el proyecto, las cuales están divididas en reuniones con el asesor metodológico y asesorías con los docentes las cuales son de mucha ayuda para la buena realización del proyecto, en estas se comparten ideas y opiniones sobre el trabajo a realizar, también la búsqueda de información, la cual se realiza a diario para la elaboración de las presentaciones y del informe, los cuales tienen una fecha para su presentación, de esta manera se trabaja seguido para que así no existan errores y se corrijan a tiempo, así mismo todo se trabaja en reuniones de grupo en línea para así mantener un buen orden en el proyecto de investigación. Se ve detallado el tiempo aplicado a cada tarea y los días en los que estos se trabajan y con esto el progreso que tiene con cada semana de trabajo para que al finalizar todo esto sea presentado de la manera adecuada y a tiempo.

## V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

### 5.1. ENCUESTAS APLICADAS A LOS CIUDADANOS DE SAN PEDRO SULA, HONDURAS

Se aplicaron encuestas a ciudadanos de San Pedro Sula, Honduras, mayores de 30 años, para recopilar información sobre la problemática actual que representa el cableado eléctrico aéreo en la zona a evaluar y así de esta manera, saber la opinión sobre la implementación del cableado eléctrico subterráneo en la ciudad.

El mínimo de encuestas a aplicar es de 69 por el tipo de muestra, en este caso se evaluaron 90 encuestas contestadas por la ciudadanía.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos, presentado graficas que ayudarán a determinar las tendencias marcadas en las personas encuestadas.

#### Resultados Pregunta 1

La primera pregunta fue "¿Actualmente reside en San Pedro Sula?". Esta pregunta se realizó para conocer si los encuestados están viviendo en la ciudad, debido a la pandemia muchas personas se han visto en obligación de moverse a otro sitio, más que todo fue una pregunta para saber su residencia (v. Ilustración 27).



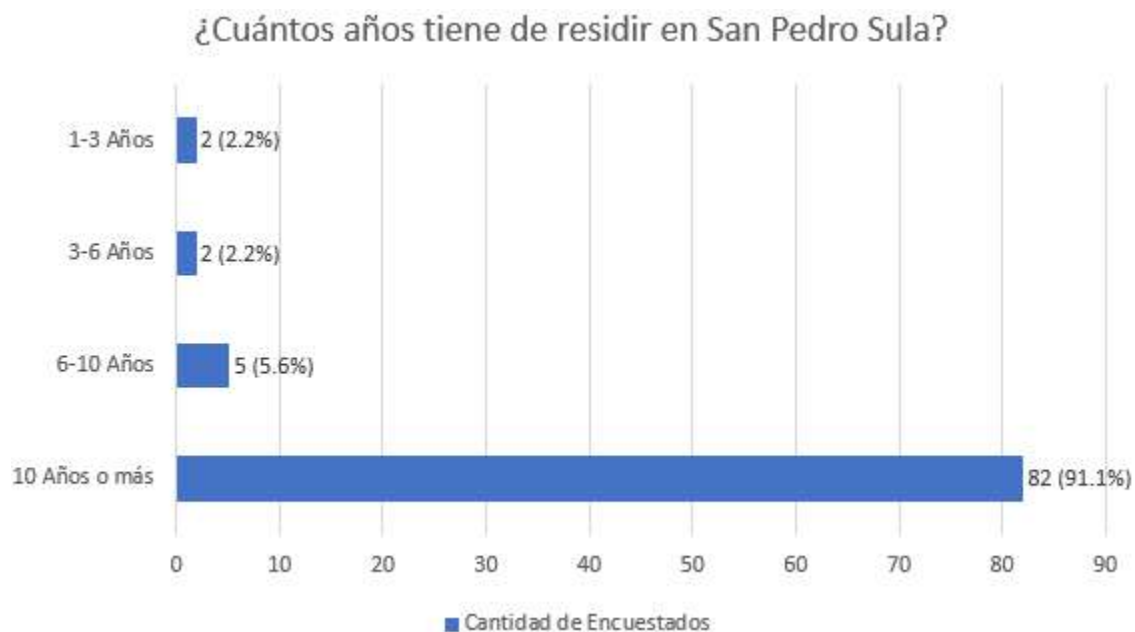
**Ilustración 27 - Resultados Pregunta 1**

Fuente: propia.

El resultado a esta pregunta demuestra que casi todos los encuestados están actualmente viviendo en San Pedro Sula, respondiendo "sí" el 98.8% de las personas y con un "no" tan solo el 1.1%, lo que nos asegura que la mayoría de encuestados están viviendo en la ciudad.

## Resultados Pregunta 2

Luego de conocer si los ciudadanos están actualmente en San Pedro Sula, era importante conocer cuántos años llevan viviendo en la ciudad, ya que, según nuestra población, los encuestados tendrían que haber estado en la ciudad por 10 años mínimo por lo que la segunda pregunta se planteó de la siguiente manera: "¿Cuántos años tiene de residir en San Pedro Sula?" (v. Ilustración 28).



**Ilustración 28 - Resultados Pregunta 2**

Fuente: propia.

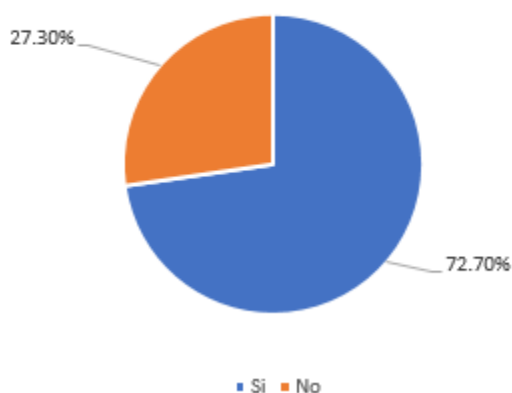
Al realizarse la encuesta se aprecia que hay un 91.1% de los encuestados que siguen viviendo desde hace 10 años o más en San Pedro Sula, mientras que hay un 4.4% que han vivido de 1 a 6 años en la ciudad, y un 5.6% que llevan 6 años a 10 viviendo en la ciudad.



### Resultados Pregunta 3

La tercera pregunta era para saber si los ciudadanos tienen el conocimiento del nombre que se le da a este tipo de cables que están enredados en los postes, la cual fue planteada de esta forma: "¿Sabía usted que el termino marañas de cables se utiliza para identificar un conjunto de cables enredados y entrecruzados de manera que no se pueden separar?" (v. Ilustración 29).

¿Sabía usted que el termino marañas de cables se utiliza para identificar un conjunto de cables enredados y entrecruzados de manera que no se pueden separar?



**Ilustración 29 - Resultados Pregunta 3**

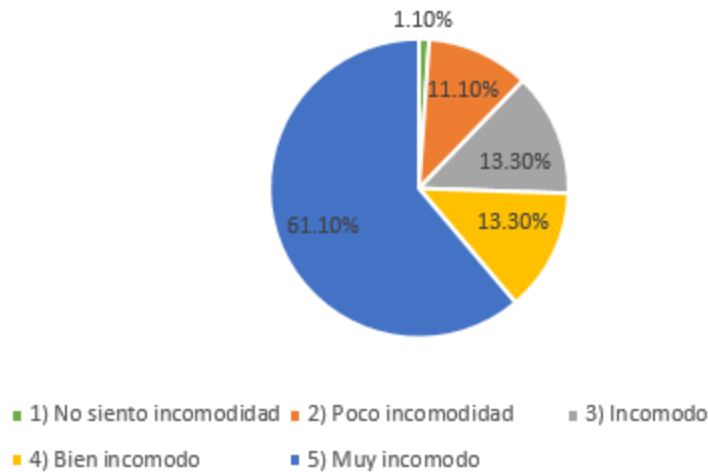
Fuente: propia.

Con los resultados se puede observar que el 72.7% de los encuestados si conocen el término "maraña de cables", mientras que el 27.3% lo desconocía, aun así, al brindar la definición podemos decir que todos los encuestados quedaron con el conocimiento de su definición.

### Resultados Pregunta 4

Una vez definido el termino de maraña de cables, la siguiente pregunta consiste en saber si la ciudadanía siente incomodidad o no con respecto a estos cables en la ciudad, por lo que se formuló de la siguiente forma: "¿Del 1 al 5 que tan incómodo es para usted ver una cantidad grande de cables en el alambrado eléctrico (marañas de cables)?" (v. Ilustración 30).

¿Del 1 al 5 que tan incomodo es para usted ver una cantidad grande de cables en el alambrado eléctrico (marañas de cables)?



**Ilustración 30 - Resultados Pregunta 4**

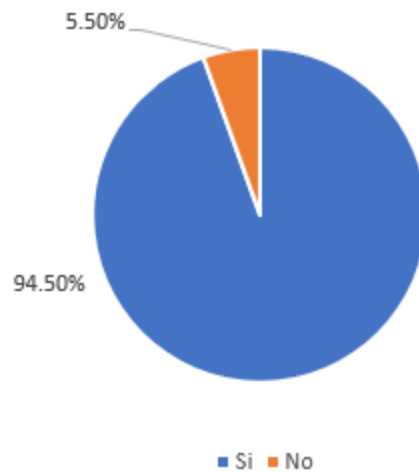
Fuente: propia.

Con el resultado de esta encuesta, existe una tendencia de parte de la mayoría de los encuestados, en este caso el 61.1% se siente muy incómodo al ver la maraña de cables en la ciudad, y también un 13.3% se siente bien incomoda, lo que nos brinda un gran porcentaje de personas que se sienten bastantes incomodos al ver estos cables, por otra parte existe un 13.3% que se siente incomoda de manera neutral, un 11.1% que siente poca incomodidad y tan solo un 1.1% que no sienten incomodidad, por lo que se ve marcada una gran tendencia de la incomodidad que esto causa en la ciudad de San Pedro Sula.

### **Resultados Pregunta 5**

La quinta pregunta de la encuesta dice: "¿Ha sufrido apagones eléctricos o cortes de energía por causa de árboles o ramas que caen en el alambrado eléctrico?" y fue hecha para conocer si existe un alto índice de personas que han sido afectados por este tipo de apagones que son producto de caídas de ramas y árboles en el alambrado eléctrico, ya que esto ocurre por el exceso de cables que hay en los postes de la ciudad (v. Ilustración 31).

¿Ha sufrido apagones eléctricos o cortes de energía por causa de árboles o ramas que caen en el alambrado eléctrico?



**Ilustración 31 - Resultados Pregunta 5**

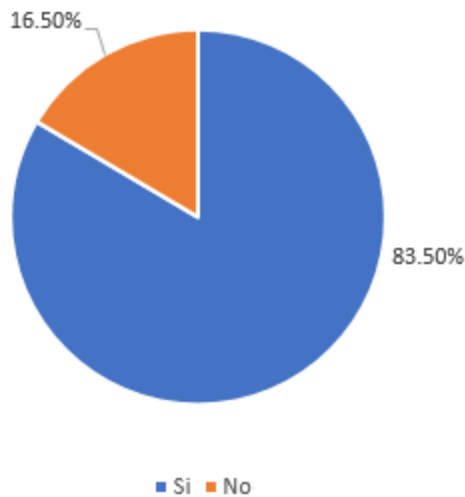
Fuente: propia.

Al analizar los resultados, el 94.5% de los ciudadanos han sido víctimas de apagones eléctricos o cortes de energía por caída de árboles, lo que nos muestra que en realidad existe una gran problemática en el sistema eléctrico, que podría ser prevenido realizando la instalación de manera subterránea, ya que no existirían cables al aire libre que puedan ser afectados por este tipo de accidentes.

### **Resultados Pregunta 6**

La sexta pregunta al igual que la quinta, tiene como objetivo conocer si los ciudadanos han sido observadores de una situación peligrosa en el alambrado eléctrico, en este caso, la pregunta era: "¿Ha sufrido o presenciado incendios o chispazos en las conexiones del cableado eléctrico?", con la intención de saber a fondo cuantas personas han sido afectadas por este tipo de incidentes (v. Ilustración 32).

¿Ha sufrido o presenciado incendios o chispazos en las conexiones del cableado eléctrico?



**Ilustración 32 - Resultados Pregunta 6**

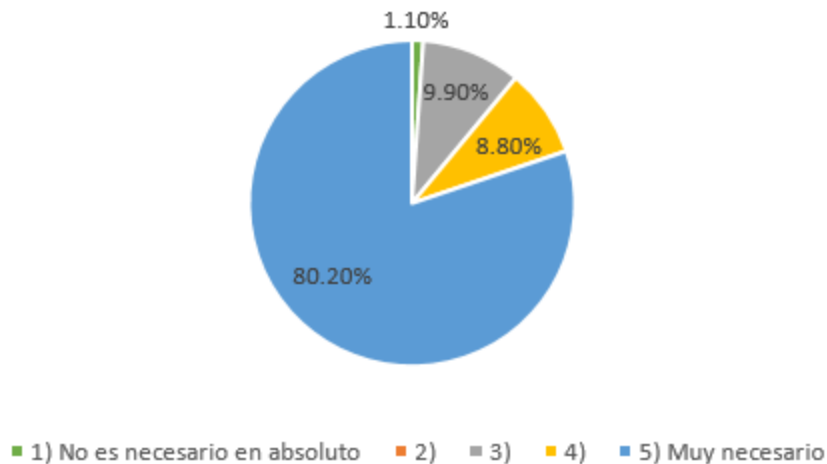
Fuente: propia.

Como se presenta en los resultados de la pregunta, el 83.5% de los ciudadanos encuestados han sufrido o presenciado chispazos en estas conexiones al aire libre, y un 16.5% no han presenciado incendios, lo que indica que es una gran cantidad de personas las que se han visto afectadas por estos accidentes, y estas personas han residido por más de 10 años en San Pedro Sula, dejando así en evidencia que es un problema recurrente.

### **Resultados Pregunta 7**

En la séptima pregunta, se quiere conocer la necesidad de la implementación del cableado subterráneo, por lo que la pregunta se formuló de esta manera: "¿Del 1 al 5 qué tan necesario cree que sea la implementación de un cableado eléctrico subterráneo para mejorar el aspecto de las calles y evitar accidentes? Siendo 1) No es necesario en absoluto y 5) Muy necesario" para de esta manera saber la opinión de la ciudadanía con respecto a la importancia de este sistema (v. Ilustración 33).

¿Del 1 al 5 que tan necesario cree que sea la implementación de un cableado eléctrico subterráneo para mejorar el aspecto de las calles y evitar accidentes? Siendo 1) No es necesario en absoluto y 5) Muy necesario



**Ilustración 33 - Resultados Pregunta 7**

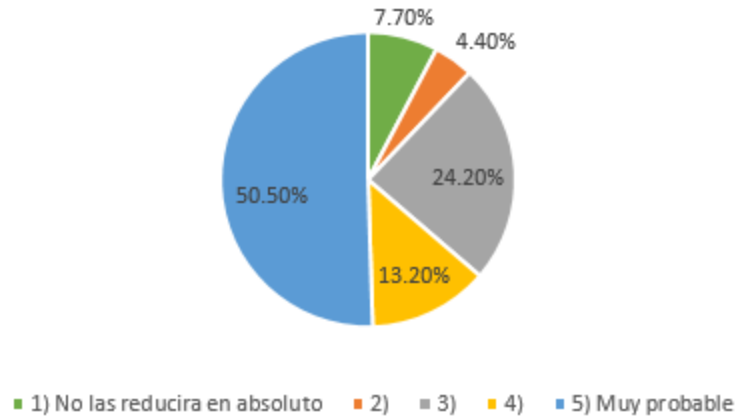
Fuente: propia.

Según los resultados de la encuesta, la mayoría de los encuestados consideran que es muy necesario la implementación de un cableado eléctrico subterráneo, en este caso es el 80.2%, mientras que el 8.8% considera que es bastante necesario, el 9.9% considera que no es ni de poca ni de mucha importancia, y por último un 1.1% que considera que no es necesario en absoluto la implementación del sistema, dejando ver que según los encuestados si consideran que es de mucha importancia implementar este sistema.

### **Resultados Pregunta 8**

La octava pregunta de la encuesta se realizó para conocer si los ciudadanos de San Pedro Sula creen que al implementar este sistema se reducirán las conexiones ilegales en la zona, por lo que la pregunta se planteó de la siguiente manera: "¿Del 1 al 5 qué tan probable cree usted sea que la implementación de un cableado eléctrico subterráneo reduzca las conexiones ilegales en la ciudad? Siendo 1) No las reducirá en lo absoluto y 5) Muy Probable" (v. Ilustración 34).

¿Del 1 al 5 que tan probable cree usted sea que la implementación de un cableado eléctrico subterráneo reduzca las conexiones ilegales en la ciudad? Siendo 1) No las reducirá en lo absoluto y 5) Muy Probable



**Ilustración 34 - Resultados Pregunta 8**

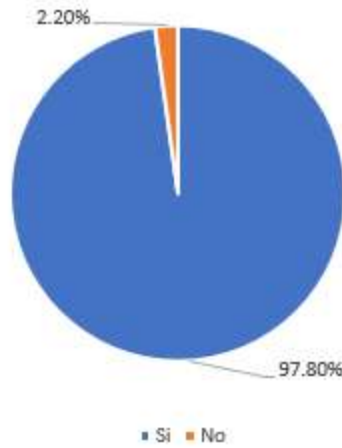
Fuente: propia.

Según muestra los resultados, el 50.5% considera que la instalación de este sistema reduciría las conexiones ilegales en la ciudad, y un 13.2% cree que sería bastante probable, lo que indica que la mayoría de los encuestados piensan de que esto si reducirá esta problemática, pero existe un 24.2% que no saben si servirá o no, un 4.4% que piensan que no sería probable y un 7.7% que considera que el problema no se resolvería aun instalando el sistema, lo que representa que gran parte de los encuestados aun no tienen esa confianza en el sistema o no saben de lo que puede representar para el futuro de la ciudad.

### **Resultados Pregunta 9**

La última pregunta de la encuesta se refiere a la idea de si los ciudadanos estarían de acuerdo en implementar el sistema en la ciudad, todo esto luego de las preguntas que hacen referencia a la problemática, de esta manera los encuestados tienen una mejor idea de la situación actual y de lo que representa, por lo que la pregunta se formuló de la siguiente manera: "¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo?" (v. Ilustración 35).

¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo?



**Ilustración 35 - Resultados Pregunta 9**

Fuente: propia.

Con los resultados a la pregunta, existe una gran tendencia, el 97.8% de los encuestados está de acuerdo que este sistema se implemente en lo que es la ciudad de San Pedro Sula, mientras que solo dos de 90 personas no están convencidas, lo que indica que en general la ciudadanía considera que es de suma importancia y sería un gran avance para la ciudad y la mejora de esta en el futuro.

## **5.2. ENTREVISTAS APLICADAS A PROFESIONALES ELÉCTRICOS Y CIVILES**

Se aplicaron dos formatos de entrevistas a profesionales eléctricos y civiles de San Pedro Sula, Honduras, docentes de UNITEC, para recopilar información sobre la problemática actual que representa el cableado eléctrico aéreo en la zona a evaluar y así de esta manera, saber la opinión sobre la implementación del cableado eléctrico subterráneo en la ciudad, realizando preguntas sobre lo que debería contener el manual y la importancia y beneficio del sistema en la ciudad.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos, presentado las respuestas de los profesionales en cada pregunta y brindando un análisis de lo respondido:

### Respuesta Pregunta 1 (Entrevista 1)

La primera pregunta de la entrevista se formuló de la siguiente manera: “¿Tiene conocimiento de la existencia de alguna normativa o manual constructivo enfocado en el cableado subterráneo?” para conocer si los ingenieros saben de un documento referente en el país (v. Ilustración 36).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Tiene conocimiento de la existencia de alguna normativa o manual constructivo enfocado en el cableado subterráneo?	
Ing. José Velásquez	Si existe normativa eléctrica, pero yo no tengo conocimiento de ella. En el país no existe así una normativa de construcción, el colegio de arquitectos ha hecho intentos de formular una normativa constructiva pero lo que han hecho es adaptar las normas americanas que en algunos casos es de costo elevado en nuestro país.
Ing. Erick Lopez	Vagamente, la verdad no tengo mucho conocimiento de las normativas que existen para el cableado subterráneo.
Ing. Luis Mejía	No tengo conocimiento.

**Ilustración 36 - Resultados Pregunta 1 (Entrevista 1)**

Fuente: propia.

Según la entrevista que se les aplicó a los ingenieros, en Honduras no existe una normativa con respecto a un diseño o implementación de un sistema de cableado subterráneo. Actualmente se utilizan normativas como la NEC, como referencia a los temas de electricidad y cableado. Se ha intentado hacer una en el país, pero aún no se ha concretado nada.

### Respuesta Pregunta 2 (Entrevista 1)

Con el fin de conocer las zonas en las que la implementación del sistema sea de suma importancia, la siguiente pregunta se formuló de la siguiente manera: “¿Estaría de acuerdo en sustituir la red aérea por una subterránea en una determinada zona de SPS? ¿De ser así, Cuál?” (v. Ilustración 37).



Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Estaría de acuerdo en sustituir la red aérea por una subterránea en una determinada zona de SPS? ¿De ser así, Cuál?	
Ing. José Velásquez	La verdad si, es una buena iniciativa. De impletar este sistema seria en las zonas donde mas cables hay, en las zonas mas concentradas y pobladas, como ser el centro de SPS.
Ing. Erick Lopez	Si. Cualquier área que promueva el comercio y en el cual haya gran afluencia de personas durante la semana.
Ing. Luis Mejía	Si, podria ser la zona de los sectores comerciales como por ejemplo bulevard michelleti y bulevard las torres.

### Ilustración 37 - Resultados Pregunta 2 (Entrevista 1)

Fuente: propia.

De acuerdo con la entrevista si estarían de acuerdo y apoyan a la implementación de un proyecto de esta magnitud, que como bien sabemos es un proyecto caro pero que a largo plazo trae muchos beneficios y ahorro en costos por mantenimientos o accidentes viales. La zona donde ellos creen más conveniente pues son zonas donde más concentración de cables en los postes que provoca una notoria contaminación visual.

### Respuesta Pregunta 3 (Entrevista 1)

La tercera pregunta de la entrevista se formuló de la siguiente manera: "¿Qué beneficios cree que podría traer sustituir la red aérea por una subterránea?" con el fin de conocer las necesidades y la opinión de un profesional de la rama. (v. Ilustración 38).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Qué beneficios cree que podria traer sustituir la red aérea por una subterránea?	
Ing. José Velásquez	1. Mejora en el tema de la contaminación visual, que es muy notoria. 2. Mejorar lo que es el sistema ya que existe la posibilidad de instalar mayor capacidad de distribución.
Ing. Erick Lopez	Mejor manejo de los espacios. Mejor estetica a la hora de atraer clientela. Mejor manejo de la red con una mejor organización.
Ing. Luis Mejía	Una mejor visualización de la ciudad y esteticamente se viera mejor, se pueden evitar accidentes con peatones o por cualquier conexión.

### Ilustración 38 - Resultados Pregunta 3 (Entrevista 1)

Fuente: propia.

Los ingenieros coincidieron en sus respuestas a la entrevista en que los beneficios que traería la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo sería estética y embellecimiento de la ciudad, reducción de costos por mantenimientos, reducción de accidentes viales y también de cortos en la red por incendios y también prevención de riesgos por fenómenos naturales como lo fueron recientemente los huracanes Eta e Iota.

#### **Respuesta Pregunta 4 (Entrevista 1)**

La siguiente pregunta que se les realizó en la entrevista se formuló de la siguiente manera: "¿Quién debería asumir el costo de su instalación, el gobierno o una empresa privada?" con el fin de conocer la opinión de un profesional como posible responsable de la implementación del sistema. (v. Ilustración 39).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Quién debería asumir el costo de su instalación, el gobierno o una empresa privada?	
Ing. José Velásquez	Debería de ser el gobierno quien asuma los costos de instalación y brindar las facilidades para el desarrollo urbanístico de las ciudades de manera que la empresa privada pueda construir sus planes, ideas, sin la necesidad de pensar que se debe mejorar el sistema electrico , que ha sucedido en muchos edificios. Y es ley que la municipalidades brinden todos los servicios publicos.
Ing. Erick Lopez	Depende del proyecto a realizarse. Espacios públicos deberían ser responsabilidad del estado si este ha incurrido en el manejo de los mismos. Desarrollos comerciales privados deberían tener a la empresa privada como el gestor en estos gastos.
Ing. Luis Mejía	La municipalidad o una institución privada, através de los impuestos que se haga el mejoramiento. Así como se tomo el costo de cambiar los semaforos que asi tambien se tome el costo de cambiar el cableada y realizar el estudio.

**Ilustración 39 - Resultados Pregunta 4 (Entrevista 1)**

Fuente: propia.

Según la encuesta quien debería de asumir los costos de instalación de este sistema sería el gobierno ya que es la vía publica donde se implementaría el sistema y son ellos los responsables de proveer todos los servicios públicos a las personas y sobre ellos recae también la responsabilidad de modernizar la ciudad y sus calles.

### Respuesta Pregunta 5 (Entrevista 1)

La última pregunta de la entrevista que se le realizó a los ingenieros se redactó así: "¿Sería factible que el mantenimiento sea realizado por la empresa privada, realizar licitaciones o la EEH?" esto con el fin de conocer cuál sería la mejor opción para el manejo y mejor funcionamiento del sistema. (v. Ilustración 40).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Sería factible que el mantenimiento sea realizado por la empresa privada, realizar licitaciones o la EEH?	
Ing. José Velásquez	El sistema tiene que ser el gobierno municipal que lo puede concecionar a un tercero para brindar servicio adecuado, pero para concecionarlo tiene que ser mediante una licitación y tiene que ser comprobado que es mas eficiente que un tercero haga operacion del sistema.
Ing. Erick Lopez	Una licitación transparente seria la mejor opción. Si el mantenimiento es debido a fallas provocadas por el mal gestionamiento de la EEH con la red eléctrica, la empresa privada no tendria porque incurrir completamente en esos gastos; eso provocaria que la empresa privada pierda interes en invertir en estas redes subterráneas.
Ing. Luis Mejía	El mantenimiento seria factible lo realice la persona que diseño o realizó el proyecto, no personas ajenas al diseño de este.

**Ilustración 40 - Resultados Pregunta 5 (Entrevista 1)**

Fuente: propia.

De acuerdo con la encuesta podemos concluir que el mantenimiento requerido para el sistema debería de ser por la persona quien diseño e implementó el sistema, ya sea la municipalidad (gobierno) o empresa privada que realizó el proyecto ya que de esta manera es más fácil de prevenir accidentes y también es más rápido ya que la persona tiene el conocimiento requerido.

### Respuesta Pregunta 1 (Entrevista 2)

La primera pregunta de esta segunda entrevista se formuló de la siguiente manera: "¿Qué entregable debería tener el proyecto para ámbito eléctrico o civil?" para saber la opinión de un profesional que considera conveniente incluir en el manual a presentar y así obtener mejores resultados. (v. Ilustración 41).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Qué entregable debería tener el proyecto para ámbito eléctrico o civil?	
Ing. Juan Ramón Bustamante	Que me describa a mi el tipo de terreno que hay, que describa la infraestructura de agua potable que se encuentra, como tambien agua sanitaria. Que otra infraestructura se encuentra en la zona, para el momento de hacer una excavacion saber con que me puedo encontrar. Si existe alguna normativa de instalaciones electricas subterraneas que se utilicen como referencias.
Ing. Hegel Lopez	Toda la normativa correspondiente a instalaciones subterraeas. La parte civil, la transicion de una red aérea a una subterránea, como debe ser las conexiones, la canalizacion como ser las distancias entre calles y aceras. Las protecciones que se deben utilizar, la señalizacion requerida, las cajas de registro, como deben ser. Las especificaciones de como debe ser construido segun lo que la normativa dicta.

### Ilustración 41 - Resultados Pregunta 1 (Entrevista 2)

Fuente: propia.

Según la entrevista realizada a los profesionales se concluyó que el entregable debería contener una descripción del tipo de terreno, normativa a utilizarse, canalización, transición de una red aérea a una subterránea, infraestructura de agua potable, señalización, cajas de registro, infraestructuras existentes y que hacer en caso de que se encuentren en el trayecto del cable subterráneo.

### Respuesta Pregunta 2 (Entrevista 2)

Con el fin de conocer los posibles planos y/o detalles que debería contener el entregable se formuló la segunda pregunta de la entrevista de la siguiente manera: "¿Qué contenido de planos cree que deban considerarse?" (v. Ilustración 42).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Qué contenido de planos cree que deban considerarse?	
Ing. Juan Ramón Bustamante	Las capas de terreno (suelo) como estan estructuradas, por ejemplo, en tal zona que se quiera emplear los diferentes estratos que hay. Tambien la red electrica que existe en la zona, conocer la cantidad de lineas, transformadores etc.
Ing. Hegel Lopez	Los perfiles de las transiciones del sistema aéreo a lo subterráneo, perfiles de las canalizaciones, como decir de punto A a punto B que tipo de canalizacion se utiliza para las acometidas por ejemplo. En la obra civil las medidas , características mecanicas y todo lo que conlleva la construccion del mismo.

### Ilustración 42 - Resultados Pregunta 2 (Entrevista 2)

Fuente: propia.

Debemos considerar las capas del suelo y como está estructurado, redes eléctricas existentes, cantidad de líneas, transformadores en la zona o cualquier estructura que debe de tenerse conocimiento de su existencia, perfiles de la transición de sistema aéreo a subterráneo, perfiles de la canalización y estructuras que se vayan a realizar como ser sala de máquinas ya sea aérea o subterránea a la hora de realizar los planos.

### Respuesta Pregunta 3 (Entrevista 2)

La tercera pregunta de la entrevista que se realizó fue con el fin de conocer su opinión de lo que se debe considerar por la parte estructural al momento de la construcción del sistema, se formuló de la siguiente manera: "¿Qué recomendaciones estructurales y sanitarias deben de contemplarse en la construcción del cableado subterráneo?" (v. Ilustración 43).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Qué recomendaciones estructurales y sanitarias deben de contemplarse en la construcción del cableado subterráneo?	
Ing. Juan Ramón Bustamante	Estructurales pues la debida proteccion del cable, que sea el adecuado, la señalizacion de que hay lineas electricas y depues la parte de concreto para reemplazar el que se quitó al momento de instalacion.
Ing. Hegel Lopez	En la parte estructural pues que queden debidamente selladas para evitar algun aaccidente, el acero a utilizar, tipo de concreto, recubrimiento. Tambien que esten bien señalizadas. En la parte sanitaria si no tengo conocimiento de ese tema.

### Ilustración 43 - Resultados Pregunta 3 (Entrevista 2)

Fuente: propia.

De acuerdo con la entrevista debemos contemplar estructuralmente la debida protección del cable, sellar de manera correcta los canales para evitar accidentes, tener señalizado o tener rótulos de advertencia de que hay líneas eléctricas, tener en cuenta el acero a utilizar y el tipo de concreto y recubrimiento.

### Respuesta Pregunta 4 (Entrevista 2)

La cuarta pregunta de la entrevista que se realizó a los ingenieros fue con el objetivo de conocer la zona donde sería de mayor conveniencia de implementar un sistema de cableado eléctrico subterráneo. (v. Ilustración 44).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Estaría de acuerdo con sustituir la red de cableado aéreo por una red subterránea en determinada zona de SPS? ¿ De ser así, cuál?	
Ing. Juan Ramón Bustamante	Si estaria de acuerdo que se reemplazara, y de ser posible todo el centro de la ciudad.
Ing. Hegel Lopez	Si estaria de acuerdo que se reemplazara ya que brinda muchos beneficios, y de ser posible todo el centro de la ciudad que es donde mas conexiones hay y afecta la estetica de lo que es el casco historico de la misma.

#### Ilustración 44 - Resultados Pregunta 4 (Entrevista 2)

Fuente: propia.

Según las entrevistas realizadas todos están de acuerdo en sustituir el cableado eléctrico aéreo por uno subterráneo, ya que brindara muchos beneficios y ayudara a la estética de toda la ciudad, y con respecto al lugar todos concluyeron con realizaron en el centro de la ciudad al ser un lugar identificado como casco histórico de San Pedro Sula.

#### Respuesta Pregunta 5 (Entrevista 2)

La última pregunta de la entrevista se formuló de la siguiente manera: "¿Qué beneficios cree que podría traer sustituir el cableado aéreo por uno subterráneo?" con el fin de conocer los posibles ahorros y/o mejoras en el funcionamiento y mejor distribución de la energía. (v. Ilustración 45).

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
¿Qué beneficios cree que podría traer sustituir el cableado aéreo por uno subterráneo?	
Ing. Juan Ramón Bustamante	Primero, beneficios esteticos. Traeria limpieza visual a los edificios ya que todavia se encuentran edificios antiguos que tanto cable que hay es dificil de apreciarlos. Tambien se reducen los riegos por accidentes viales y deje la ciudad sin energia.
Ing. Hegel Lopez	Beneficios aparte de la estetica, la confiabilidad de un buen funcionamineto, mayor ordenamiento ya que se evitan la gran cantidad de cables en los postes como lo hay ahora, mejor manejo de las fallas.

#### Ilustración 45 - Resultados Pregunta 5 (Entrevista 2)

Fuente: propia.

De acuerdo a la entrevista realizada los beneficios que traerá sustituir el sistema aéreo por uno subterráneo va ser primeramente beneficios estéticos, este beneficio fue nombrado por todos los entrevistados, traerá limpieza visual a los edificios ya existentes, reducirá los riesgos de accidentes viales que dejan a la ciudad sin energía, tendrá una mejor funcionalidad, se tendrá un mayor orden





# **Manual Constructivo para Redes de Distribución Subterráneas**

**A. Escalón  
C. Avelar  
J. Reyes**



## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer a Dios y a nuestra familia por culminar esta etapa.

Dedicamos este manual a nuestros catedráticos y seres queridos que nos han apoyado a lo largo de nuestra carrera.

*Escalón A. Avelar C. Reyes J.*

ÍNDICE

# CONTENIDO

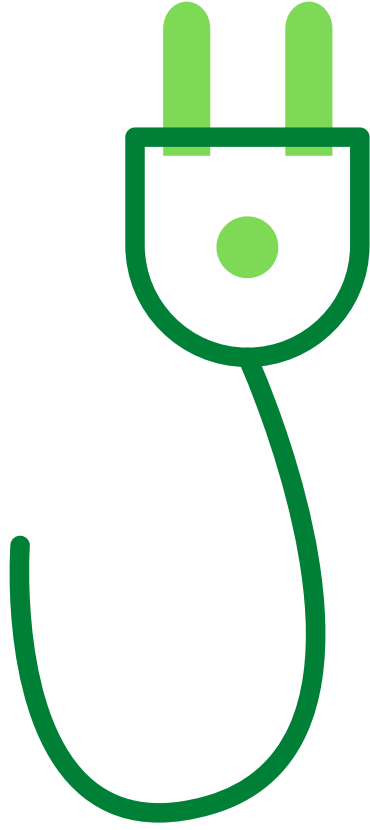
- 1 GENERALIDADES
- 2 OBRA CIVIL
- 3 TRANSFORMADORES
- 4 CONDUCTORES
- 5 EQUIPOS Y ACCESORIOS
- 6 CABLES DE POTENCIA



GENERALIDADES DE DISEÑO

# CAPÍTULO 1

1	DISEÑO	P.4
2	ESPECIFICACIONES DE PLANOS	P.5



## CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DEL DISEÑO

Las siguientes especificaciones y guías de diseño regirán la construcción de redes de distribuciones eléctricas subterráneas que operan a un nivel de tensión de 19.9 / 34.5kV, así como sus equipos y accesorios. Estas normas establecen los procedimientos por seguir durante las diferentes etapas de los proyectos que pueden ser desarrollados por empresas privadas o entes gubernamentales.

### 1.1 DISEÑO

#### 1.1.1 Consulta Preliminar

En caso de ser necesario el profesional responsable deberá consultar, con la empresa distribuidora, la disponibilidad y calidad de energía existente, el tipo de configuración y otras características.

#### 1.1.2 Proyecto

Para la realización del proyecto y sus respectivos subproyectos (etapas constructivas por realizar en un plazo preestablecido), se deberá contar con la siguiente información:

- a) La memoria de cálculo, deberá contener como mínimo la siguiente información: criterios de diseño de cargas, demandas por cliente, transformador, circuito, cálculos de conductores, transformadores, aislamiento, corto circuito, coordinación de protecciones, cálculo mecánico de instalación de conductores, además, presentar los factores de diseño utilizados (Demanda, Carga, Diversidad, Coincidencia, Utilización)
- b) Las características técnicas del conductor utilizado, así como las impedancias de secuencias positiva, negativa y cero.
- c) La información técnica de los equipos y accesorios recomendados en el diseño.
- d) En caso de que la infraestructura eléctrica por construir requiera utilizar propiedad privada, el Coordinador de Desarrollo de la Región deberá comunicarlo al propietario, con el fin de que tramite la constitución de una servidumbre de paso y servicios mínima de tres metros de ancho a lo largo de todo el recorrido de las líneas y una distancia mínima de 60 cm. alrededor de los equipos, a excepción de medidores que se instalen en el sistema.

## 1.2 ESPECIFICACIONES DE PLANOS

### 1.2.1 Generalidades

Se deben entregar cuatro copias físicas de los planos de las obras eléctricas y civiles, tanto en media tensión, baja tensión y alumbrado público, además, deberá aportarse una copia digital, que contengan la siguiente información:

- a) Simbología y nomenclatura.
- b) Norte y ubicación geográfica.
- c) Copia del plano catastrado con la ubicación del proyecto.
- d) Plano de conjunto del proyecto con la lotificación indicada.
- e) Trazo de calles públicas, privadas y servidumbres.
- f) Límites de propiedad; el plano de conjunto debería indicarlo.
- g) Identificación de áreas comunes, parques y zonas verdes.
- h) Ubicación de equipos y dispositivos.
- i) Notas aclaratorias.
- j) En todos los planos y detalles se debe indicar la escala utilizada. La escala más pequeña por utilizar deberá ser 1:500 y el tamaño mínimo de lámina deberá ser de 600mm x 900mm.
- k) Si el proyecto contempla extensiones de líneas aéreas, éstas deberán cumplir con el suministro de materiales normalizados y con los requisitos de montaje que tenga establecidos la empresa distribuidora de energía eléctrica que suministrará el servicio.
- l) Información técnica de los equipos y accesorios recomendados en el diseño.
- m) Demarcación de los lotes y la servidumbre establecida, franja de tres metros de ancho.
- n) Certificación emitida por el Registro o Municipalidad de vías públicas y privadas.
- o) Recuadro de la ubicación geográfica del proyecto.

### 1.2.2 Plano Eléctrico

Deberá contener la siguiente información:

- a) Ruta de la red eléctrica trazada sobre la planta física del Proyecto de acuerdo con la simbología.
- b) Ubicación de transformadores, equipos de protección, seccionadoras, empalmes, red de alumbrado público y cualquier otro equipo.
- c) Para las transiciones de línea aérea a subterránea indicar el tipo de montaje(s), aislador(es), pararrayo(s) y equipo(s) de protección, de acuerdo con lo especificado en este documento.
- d) Todos los elementos de la Red Eléctrica se codificarán según se muestra en el apartado de Señalización. Tanto en el alimentador como en sus ramales, se indicará el voltaje de operación, número de fases, calibre, tipo de conductor y diámetro del ducto.
- e) Cuadro con el balance de cargas por fase para circuitos principales y ramales.
- f) Señalar el calibre, las características del conductor y demás especificaciones solicitadas en este documento para el conductor.
- g) Diagrama unifilar para media tensión con la siguiente información:
  - ✓ Longitud del alimentador.
  - ✓ Fases.
  - ✓ Tipo de conductor y calibre.
  - ✓ Transformadores (voltaje, tipo de conexión y capacidad).
  - ✓ Puntos de derivación (regletas)
  - ✓ Equipos de protección y seccionamiento.
  - ✓ Esquema de respaldo.
  - ✓ Medición de energía eléctrica.
  - ✓ Distancias entre equipos tales como transformadores, seccionadoras, empalmes, puntos de derivación.

**h)** Deberá incluirse un diagrama unifilar de baja tensión para cada transformador, con la siguiente información:

- ✓ Longitudes de los alimentadores secundarios, de alumbrado y de acometida.
- ✓ Fases
- ✓ Tipos de conductor y calibre.
- ✓ Conexión de regletas de derivación secundaria en transformadores y cajas de registro.
- ✓ Esquema de conexión de acometidas a medidores.
- ✓ Esquema de conexión de lámparas de alumbrado.
- ✓ Especificación de voltajes y amperajes del sistema de medición de energía eléctrica de baja tensión.

**i)** Cuadro de cargas, en el que se indicará para cada transformador:

- ✓ Su número consecutivo.
- ✓ Calibres y tipos de conductor secundario, voltaje secundario, longitud de los circuitos secundarios, caída de voltaje y balance de fases en el transformador.

### **1.2.3 Plano Civil**

Las láminas del plano civil deberán ser independientes de las del plano eléctrico, delimitándose con esto las dos obras.

Todo lo indicado en el plano de obra civil debe cumplir en todo momento con lo establecido en este documento. Dicho plano deberá contener como mínimo la siguiente información:

**a)** Planta de diseño de sitio con distribución de lotes, ancho real de aceras, zonas verdes, cordón de caño, y/o cuneta.

**b)** Planta de diseño de canalización eléctrica mostrando la localización exacta y a escala de todos los elementos. Se deben indicar las rutas de las diferentes canalizaciones, con la cantidad, diámetro y cédula para cada tubería. Cada elemento debe ser numerado de acuerdo con lo indicado en este documento.

**c)** Cuadro de notas con especificaciones generales.

**d)** Cuadro de simbología de canalización eléctrica.

- e) Cuadro de listas de cantidades de canalizaciones y elementos.
- f) Recuadro con la localización del proyecto en la hoja cartográfica correspondiente.
- g) Indicar la distancia de las diferentes canalizaciones entre cada elemento, tales como registros, fosos de transformador, etc.
- h) Incluir secciones descriptivas de puntos críticos debidos cruces o coincidencias de tuberías de otros sistemas o por localización especial de canalizaciones.
- i) Detalles constructivo de cada elemento incluido en la canalización, de acuerdo con lo indicado en este documento. Cada detalle debe mostrar su localización en la servidumbre. De ser necesario, se deberá presentar una lámina exclusiva para los detalles.
- j) En caso de que la infraestructura por construir no se ubique sobre vías públicas, deberán señalarse las servidumbres necesarias.
- k) Otros detalles necesarios para la integridad de la obra, tales como: cruces de ríos y quebradas, control de taludes, etc., deberán ser sometidos a la aprobación de la empresa distribuidora.

#### **1.2.4 Planos según obra**

Previo a la energización definitiva y/o recepción de la obra, los profesionales de cada área en el desarrollo de la obra, deberán entregar, a la empresa distribuidora, copia digital y física de los planos anteriores que contengan todas las modificaciones de obras ejecutadas.

#### **1.2.5 Memoria de Cálculo**

Se deberán considerar como mínimo los siguientes aspectos

##### **Media Tensión**

- a) Regulación de voltaje
- b) Ampacidad
- c) Calibre del conductor
- d) Aislamiento
- e) Cálculo de corriente de corto circuito



- f) Propuesta de coordinación de protecciones de todos los equipos.
- g) Tensiones máximas de jalado por cada tramo por instalar del conductor.
- h) Cálculo de la temperatura de operación real, desde condiciones de carga de diseño
- i) Longitud de circuito
- j) Resistividad térmica del suelo
- k) Factores de diseño, considerados y utilizados.
- l) Configuración del circuito
- m) Agrupamiento
- n) Temperatura ambiente

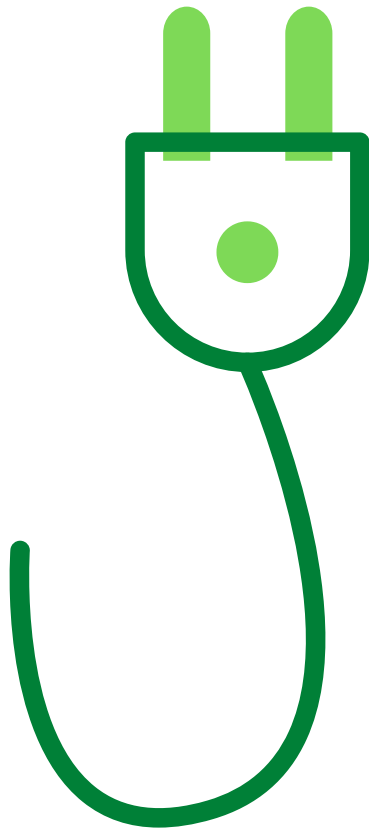
### **Baja Tensión (<600V)**

a) Calibre de conductor por:

- ✓ Ampacidad
- ✓ Caída de tensión
- ✓ Consideración de temperatura de operación, desde condiciones de carga de diseño, longitud de circuito, resistividad térmica del suelo, factor de carga, agrupamiento, temperatura ambiente, etc.
- ✓ Consideración del efecto de armónicas debido a cargas no lineales en el dimensionamiento de los conductores y transformadores de acuerdo con la normativa vigente.
- ✓ Corriente de cortocircuito
- ✓ Esquema de protecciones (protecciones de acometidas secundarias y de alumbrado, especificaciones de la capacidad interruptiva y características de los dispositivos de protección)
- ✓ Demandas por lote.
- ✓ Capacidad de transformadores.

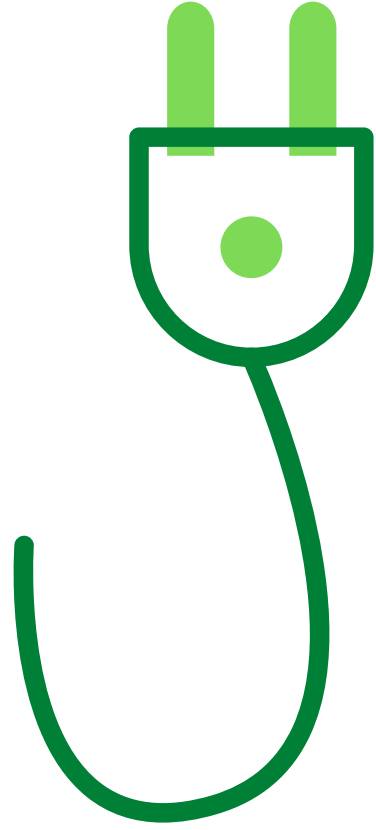
# CAPÍTULO 2

- 1 TRANSICIÓN AÉREO  
SUBTERRÁNEO P.10
- 2 OBRA CIVIL PARA BAJA  
TENSIÓN P.13
- 3 BASES PARA INSTALACIÓN  
DE EQUIPO P.15
- 4 SEÑALIZACIÓN EN  
SITIO P.16



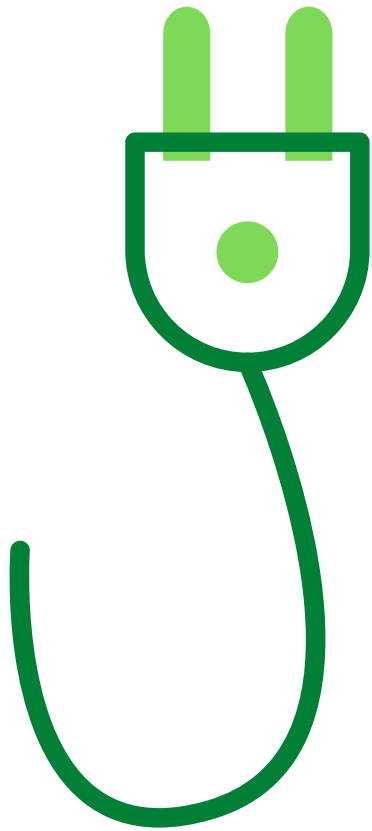
# CAPÍTULO 2

5	CABINAS	P.19
6	PARÁMETROS Y CONSIDERACIONES	P.21
7	DIMENSIONES DE LAS CABINAS	P.22
8	AMBIENTE DE OPERACIÓN	P.33



# CAPÍTULO 2

- 9 IMPERMEABILIDAD P.34
- 10 VENTILACIÓN DE CABINAS  
SUBTERRÁNEAS P.36
- 11 ESPECIFICACIONES DEL  
HORMIGON DE CABINAS  
SUBTERRÁNEAS P.37



## CAPÍTULO 2 OBRA CIVIL

### 2.1. TRANSICIÓN AÉREO SUBTERRÁNEO

El conductor quedará protegido mediante un tubo de hierro galvanizado, según se indica en las figuras de anexos.

#### 2.1.1 Canalización

a) Se entiende por canalización la excavación a efectuarse dentro del área del proyecto, para la colocación de los conductos no metálicos de pared interna lisa, donde serán instalados posteriormente los conductores.

b) Los detalles y dimensiones, para los diferentes tipos de canalización, se muestran en las figuras de anexo.

c) Los conductos en donde se colocarán los conductores tendrán un diámetro de 100 milímetros, con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC, cédula SDR - 41. Existiendo, además, un tubo adicional de iguales características, previsto como reserva. Para conservar una distancia uniforme, entre ellos, se deben usar separadores tipo yugo y podrán ser de madera, fibra de vidrio o plástico, colocados a una distancia máxima de tres metros entre ellos.

d) Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo, con dimensiones mínimas de 100 milímetros de ancho, espesor 0.10 mm, con una nota: " PELIGRO - ALTO VOLTAJE " en letras de color negro, impresas a intervalos como máximo cada 200 milímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 400 milímetros de la superficie y deberá cubrir la tercera parte del ancho de la canalización.

e) En calle, cruces de calle y en acera, se debe usar concreto como relleno con una resistencia mínima de  $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$ .

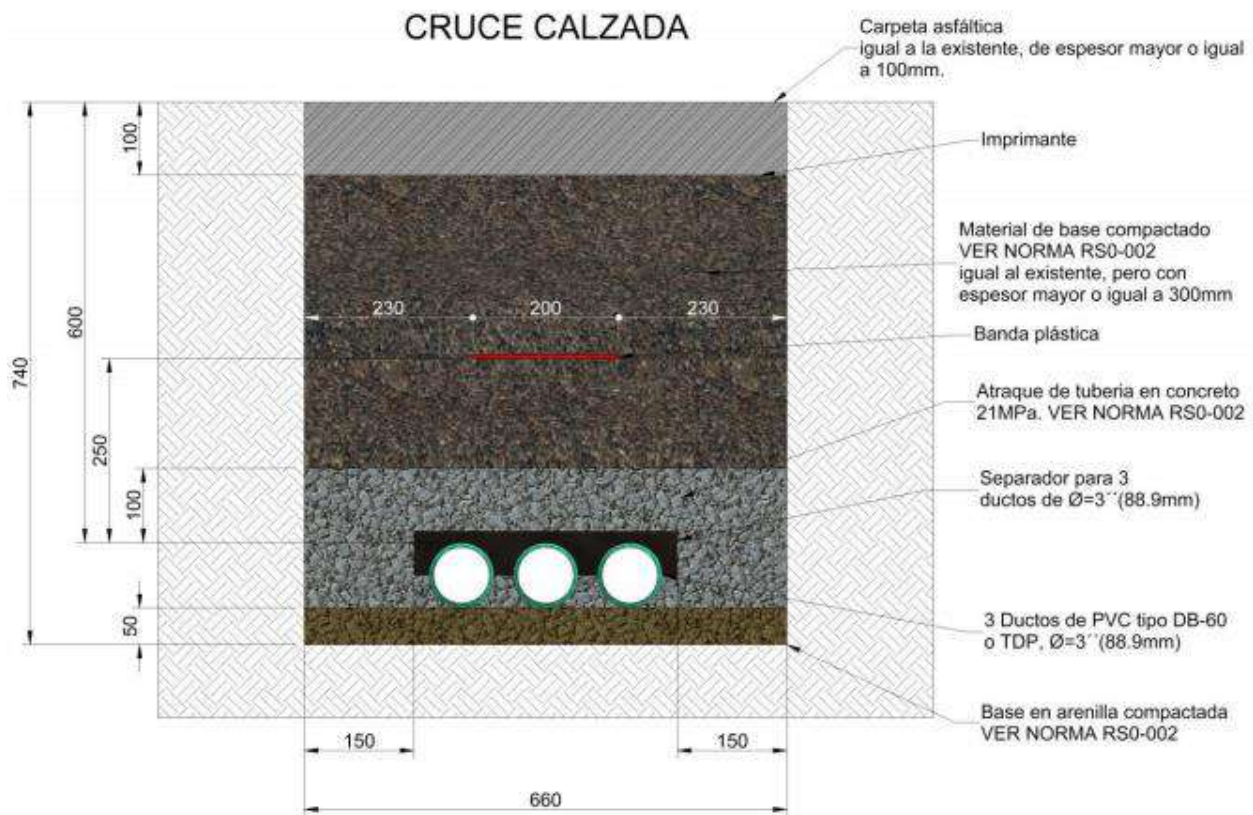
f) El acabado de la superficie de la canalización será igual o mejor al que tenía el sitio antes de la obra.

g) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de

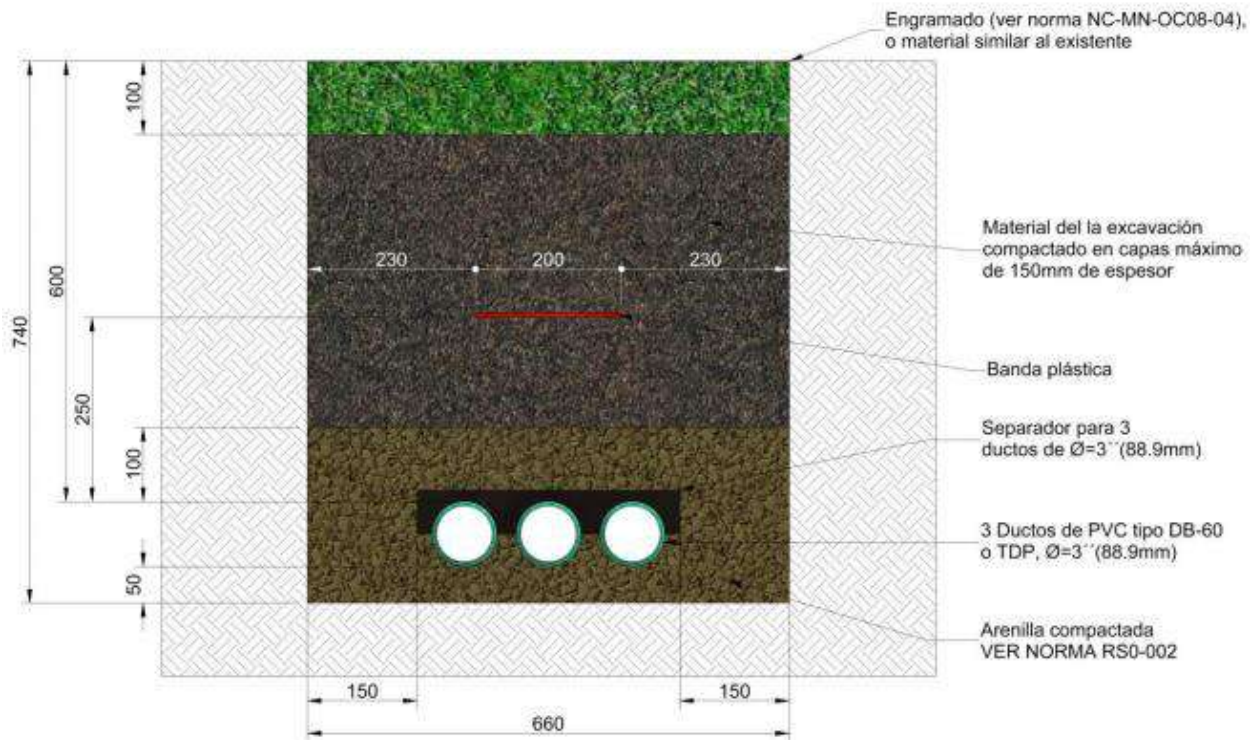
dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.

h) Como material de relleno granular se podrá utilizar arena de río o de tajo a un 90 % del Proctor modificado o material del sitio compactado al 90 % del Proctor Standard según lo indicado en las figuras del anexo. Incluir las figuras de canalización en calle.

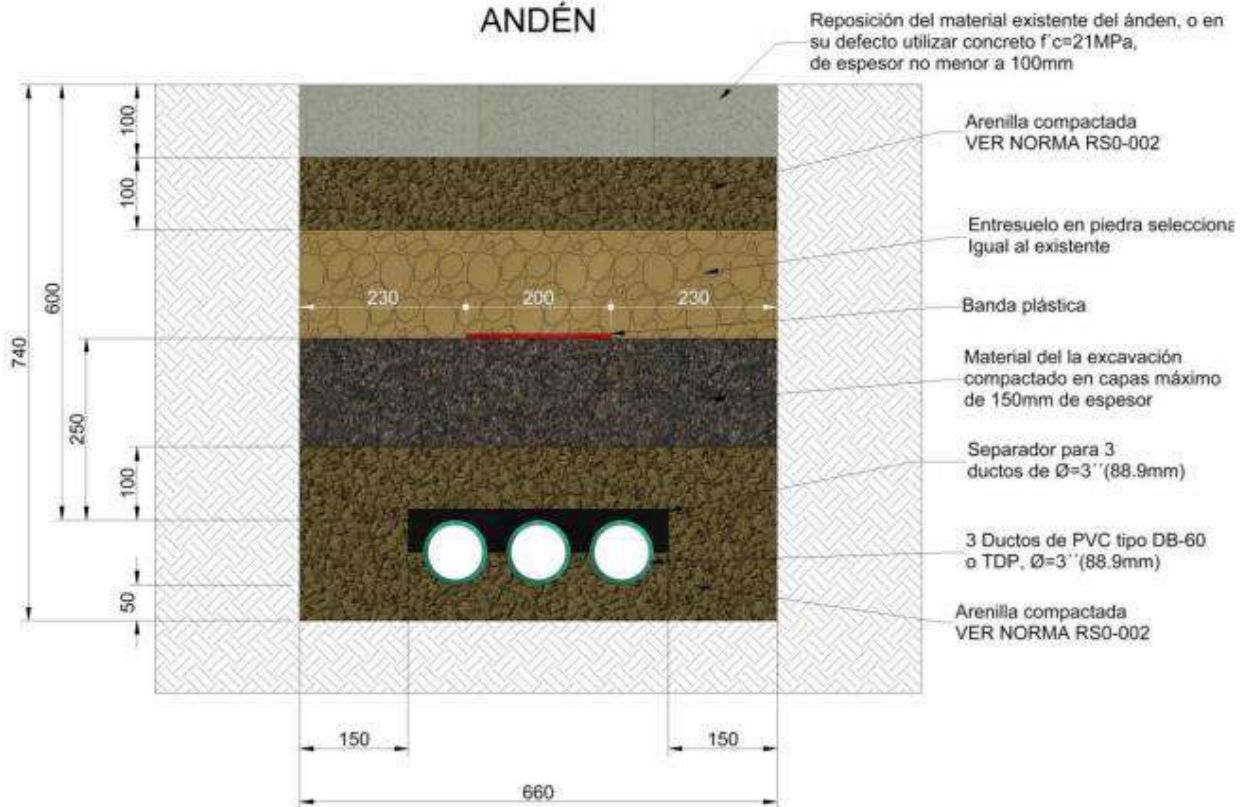
i) Una vez finalizadas todas las obras de construcción civil, el constructor o contratista deberá verificar todos los conductos, pasando un cilindro metálico para comprobar que no estén obstruidos o deformados. Posterior a este paso, se debe soplar, limpiar y sellar cada uno de ellos, dichos sellos serán retirados únicamente de los conductos donde se instalarán los cables. Para la supervisión de estas labores, es indispensable la presencia de un inspector de la empresa distribuidora. El tamaño de los dispositivos de verificación y limpieza deben ser aptos para el diámetro de tubo por verificar.



## ZONA VERDE



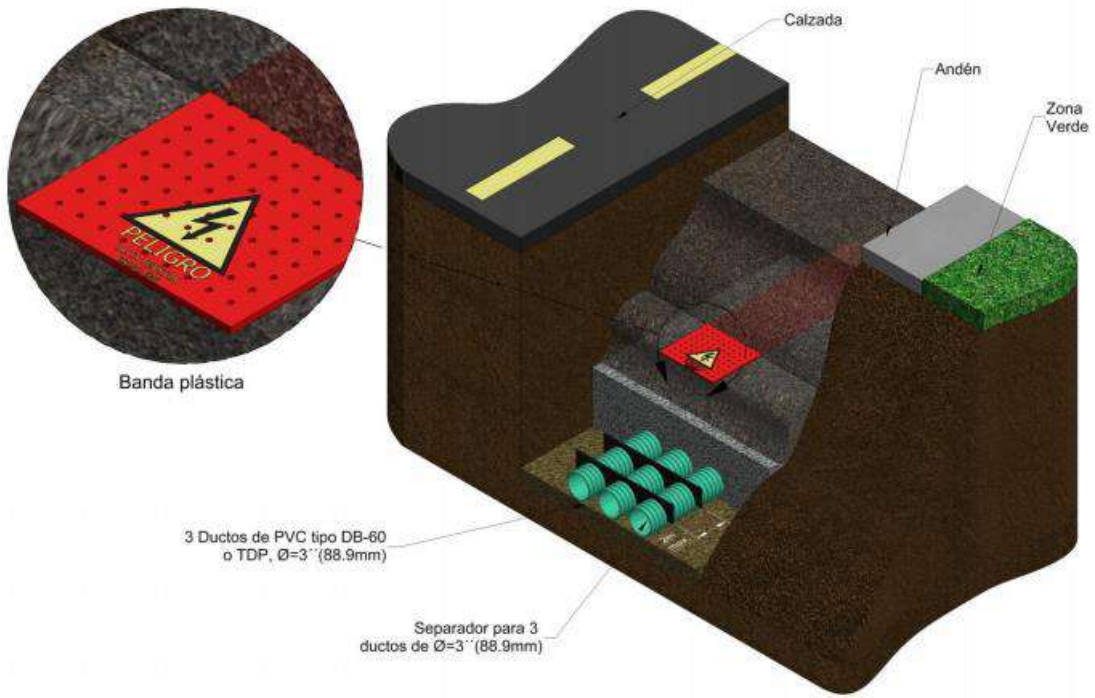
## ANDÉN



## TUBERÍA EN SENTIDO LONGITUDINAL DE LA VIA



## ESQUEMA 3D DE LA CANALIZACIÓN





## 2.1.2 Cajas de Registro

- a) Se requerirán cajas de registro cuando existan cambios de dirección, en transiciones aéreo – subterráneas, en bóvedas de transformadores, así como a lo largo de todos los tramos rectos de la ruta normal del circuito. Ver detalles en las figuras del anexo.
- b) Se requerirá solamente una caja de registro ubicada bajo el transformador de pedestal, en tramos de líneas trifásicas o monofásicas no mayores a 30 metros de longitud, cuando se usen conductores calibre 1/0 AWG, en tal caso, se deberá dejar como reserva 1.5 vueltas de cable por fase.
- c) La distancia máxima entre cajas de registro, para tramos en línea recta, será de 100 metros. Para utilizar distancias mayores a la indicada, se deberá demostrar en la memoria de cálculo que no se excederá la tensión mecánica máxima de jalado especificada para el conductor, considerando los cambios de dirección verticales y horizontales a todo lo largo de la ruta. En el proceso de instalación, el constructor deberá utilizar un dinamómetro para medición continua en el jalado de los cables, en donde se registre la tensión mecánica instantánea y máxima aplicada al conductor. Solo se obviará el uso del dinamómetro cuando el jalado se realice únicamente con fuerza humana, sin ayuda de herramientas o equipos especiales y para tramos no mayores a 100 metros.
- d) En las cajas de registro de las transiciones aéreo – subterráneo, fosas de transformadores, equipos de protección, maniobra y derivaciones, se dejará 1.5 vueltas de conductor de reserva.
- e) Las cajas de registro pueden ser prefabricadas y, para este caso, deberán colocarse sobre una cama de arena-grava fina debidamente compactada y a nivel, o sobre piedra quebrada cuarta en caso de requerirse como drenaje.
- f) Una vez concluida la obra civil, los topes de los conductos, en las paredes de las cajas de registro, deben quedar perfectamente sellados con mortero o cualquier otro sellador, para evitar que penetre agua, humedad, tierra, arena o residuos. Además, se debe incluir un adhesivo de concreto para redondear todas las aristas (abocinado) y así, evitar daños al cable durante la instalación. El conducto de reserva permanecerá sellado.

- g)** El acero de refuerzo será de 9.5 mm. (3/8"), grado 40, según norma ASTM con límite de fluencia no menor a 2820 kg/cm<sup>2</sup>.
- h)** Se debe utilizar concreto armado o polimérico con resistencia a la compresión "a los 28 días de colado" no menor a  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ .
- i)** El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante. Éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación, todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.
- j)** El concreto debe tener un acabado fino en la parte interior.
- k)** El acabado de la superficie de la canalización en vías públicas o privadas existentes será igual o mejor al que tenía antes de la obra.
- l)** El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.
- m)** El espesor de las paredes será "como mínimo" de 120 milímetros.
- n)** El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 150 milímetros.
- o)** Las cajas deberán ser construidas de concreto colado.
- p)** Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.
- q)** El suelo o material de relleno se debe compactar a un 90% del Proctor modificado si éste es granular o al 90% del Proctor Standard si es cohesivo.
- r)** El concreto tendrá una cura mínima de 7 días salvo cuando se utilicen aditivos que aceleren la fragua del concreto.
- s)** Las tapas deben ser de hierro fundido, circulares de 800 mm de diámetro. Ver detalle.

t) El nivel de acceso a las cajas de registro, deberá estar a 100 mm sobre el nivel del suelo en zonas verdes. Si la caja se localiza en acera o calle, la tapa de ésta deberá quedar al nivel y será empotrada en la losa superior.

## 2.2. CARACTERÍSTICAS OBRA CIVIL PARA BAJA TENSIÓN

### 2.2.1 Canalización

a) La canalización secundaria será de acuerdo con lo que se establece en las figuras. Ver figuras de canalización de baja tensión en anexo.

b) Se instalarán como mínimo dos conductos con características mecánicas equivalentes y no menores a la tubería de PVC, cédula SDR - 41, cuyo diámetro está indicado en las figuras del anexo.

c) Todas las canalizaciones llevarán una cinta preventiva de polietileno de color amarillo de 100 milímetros de ancho, espesor 0.10 mm., con una nota "**PELIGRO – ALTO VOLTAJE** " con letras en color negro impresa a intervalos como máximo cada 200 milímetros a lo largo de ésta. La cinta se colocará a una profundidad de 250 milímetros de la superficie.

d) Para calles, cruces de calle, se deberá utilizar un recubrimiento sobre los conductos de una capa concreto de 100 milímetros de espesor, con una resistencia mínima de  $f'c = 105 \text{ kg/cm}^2$ .

e) Como material de relleno granular se podrá utilizar arena de río o de tajo a un 90 % del Proctor modificado o material del sitio compactado al 90 % del proctor Standard según lo indicado en las figuras CPM, CPT, CPTC y CPT2C, del anexo. Incluir las figuras de canalización en calle.

f) La canalización para uso exclusivo del alumbrado público deberá tener las siguientes dimensiones mínimas (en milímetros): ancho 300, profundidad 500.

g) Las canalizaciones para uso exclusivo de acometidas residenciales deben tener las siguientes dimensiones mínimas: 500 mm de profundidad y 300 mm de ancho. El ancho de la zanja puede variar de acuerdo con el número de acometidas, respetando una separación de 50 mm entre ducto y ducto.

h) El acabado de la superficie de la trayectoria de la canalización será igual o mejor al que tenía antes de la obra.

i) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.

### 2.2.2 Cajas de Registro

Las cajas de registro deberán cumplir con lo siguiente: Ver figuras en anexo.

a) Se debe utilizar concreto con resistencia mínima a la compresión a los 28 días de colado  $f'c = 210 \text{ kg /cm}^2$ .

b) Se aceptará el uso de cajas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

c) El interior de todas las cajas debe ser recubierto con un mortero impermeabilizante, éste se debe aplicar en dos capas, gris la primera y blanca la segunda. Antes de su aplicación todas las grietas o agujeros deberán ser rellenados con un sellador de poliuretano monocomponente.

d) El acabado de la superficie afectada por la construcción de la caja será igual o mejor al que tenía antes de la obra.

e) El concreto preparado en fábrica deberá contener el aditivo retardante de fragua que le permita un tiempo de traslado máximo de una hora. Solo se permitirá una aplicación adicional del retardante para un tiempo de traslado total de dos horas. No se aceptará el concreto con más de dos horas de preparado una vez salido de fábrica. El concreto preparado en sitio debe ser aplicado en un tiempo que no supere los 15 minutos.

f) El espesor de las paredes para las cajas de concreto será de 100 mm.

g) El acero de refuerzo se armará en forma de malla con claro de 150 mm. Se proveerá armadura de acero para refuerzo en forma de malla a 15 cm. El espesor de su base será de 15 cm.

h) Las paredes serán de concreto colado.

i) Se debe utilizar vibrador para dar uniformidad al concreto.

j) En caso de requerirse material de relleno granular, se podrá utilizar arena de río, de tajo o material del sitio compactado a un 90 % del Proctor modificado, si no Proctor Standard.

k) El concreto tendrá una cura mínima de 7 días salvo cuando se utilicen productos diferentes al agua.

l) Las cajas se deben construir de una sola colada. Las tapas serán de concreto con resistencia mínima a la compresión a los 28 días de colado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , con un mínimo de espesor 10 cm y una estructura diseñada para la carga probable con un mínimo de armadura de acero para refuerzo en forma de malla a 15 cm. Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

m) Las tapas deben ser de hierro fundido con superficie antideslizante, (Ver detalles en Anexo 2) Se aceptará el uso de tapas prefabricadas de otros materiales no metálicos que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

n) El borde superior a la caja de registro deberá estar a 50 mm sobre el nivel suelo, cuando ésta no esté en calles o aceras. Si la caja se localiza en acera, la tapa de ésta deberá quedar al nivel de la acera y será empotrada en la losa superior.

### **2.3. BASES DE CONCRETO PARA INSTALACIÓN DE EQUIPOS**

Todo equipo que se instale sobre el nivel de piso, deberá contar con una base de concreto armado, con una resistencia mínima de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , cuyas dimensiones dependerán del equipo por instalar. La altura de la base sobre el nivel de piso terminado, no debe ser menor a 100 mm. Se aceptará el uso de bases prefabricadas de otros materiales que hayan sido previamente aprobadas por la empresa distribuidora.

Donde se instale un equipo (transformadores, interruptores, etc.), se deberá construir una fosa que permita, dejar reserva de cables, operar y manipularlos, colocar regletas de derivación, regletas de puesta a tierra y cualquier otro elemento. (Ver figuras en Anexo) Opcionalmente, cuando se cuente con una caja de registro a una distancia igual o menor a 30 metros de la ubicación del equipo, se podrá dejar sobre el pedestal en cuyo caso la reserva de cable estará en la caja de registro más próximo.

## 2.4. SEÑALIZACIÓN EN SITIO

La señalización de todos los elementos del sistema de distribución deberá realizarse, preferentemente, con elementos no metálicos o metálicos de materiales no corrosivos.

Las etiquetas en los cables deberán ser fijadas con collarines o amarras plásticas y etiquetas o bien, rotuladas con marcados para tal fin usando tinta indeleble o, en caso de ser metálicas, los números y letras serán troquelados. Las letras y dígitos de los equipos de seccionamiento y transformación no deberán ser menores de 50 mm en altura.

En caso de equipos tipo sumergibles, se colocarán en un lugar accesible de la fosa. Los planos de obra civil, obra electromecánica, esquemáticos unifilares y los planos de alumbrado público deberán consignar la codificación definida en este apartado. Así mismo, los planos según obra (PSO) deberán contener los elementos que trata este apartado georeferenciados.

El significado de estas letras es:



- 1.T (Thermoplastic): Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables aislados).
- 2.H (Heat resistant): Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- 3.HH (Heat resistant): Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- 4.W (Water resistant): Resistente al agua y a la humedad.
- 5.LS (Low smoke): Significa que el cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gas ácido (cumple con la NOM-063-SCFI).

### 2.4.1 Acometidas

En cada caja de derivación de baja tensión, así como en las derivaciones realizadas directamente de los bornes de un transformador para acometidas con medición directa, se numerará cada acometida con el respectivo número de localización, por parte y responsabilidad de la empresa distribuidora. En cada caso, se enumerará cada conductor de baja tensión con las letras a, b, c, n y el número de localización.

## 2.4.2 Ramales de baja tensión

Todos los ramales de baja tensión que partan de un transformador deberán ser numerados con la nomenclatura **R+dos dígitos**. Los dos dígitos corresponden al número de ramal iniciando en forma consecutiva por el R01, el cual corresponderá al primer ramal que tenga dirección hacia el Este, utilizando como referencia central la ubicación del transformador alimentador; subsecuentemente, se numerarán los siguientes ramales en sentido horario. En caso de que un ramal principal se divida en varias derivaciones, se agregará a éstas un dígito adicional consecutivo aparte del 1, iniciando con aquella derivación que se encuentre más al Este; utilizando como punto de referencia el punto de derivación se deberá colocar una etiqueta a cada conductor del ramal respectivo con la nomenclatura de fase (a,b,c,n) y el número de ramal respectivo.

## 2.4.3 Transformadores

Todos los transformadores deberán ser numerados con la nomenclatura **T+ tres dígitos**. Los tres dígitos corresponden al consecutivo del número de transformador para cada proyecto, iniciando con el T001, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal; subsecuentemente, se numerarán los siguientes transformadores conforme se alejen de la fuente principal. Esta numeración es independiente de aquella que la empresa distribuidora utilice para estos activos.

## 2.4.4 Seccionadores

Los seccionadores o módulos de conexión se numerarán con la nomenclatura M+ dos grupos de dos dígitos. Los dos primeros dígitos corresponderán al tipo de módulo de acuerdo con la siguiente tabla:

**Codificación de módulos de seccionamiento**

Codificación de módulos de seccionamiento			
Código	Número de Vías	Capacidad de Vías	Características de la derivación
MO2	4	2x600 + 2x200	Protegidas
MO3	4	4x200	Sin Protección
MO4	4	4x200	2 Protegidas
MO5	3	3x200	Sin Protección
MO6	4	4x600	2 Protegidas
MO9	4	4x200	Transferencia automática, derivación c/s protección
M10	3	3x200	1 Protegida
M11	2	2x600	Sin Protección

Los segundos dos dígitos corresponden al consecutivo del número de seccionador para cada proyecto, iniciando con el 01, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal; subsecuentemente, se numerarán los siguientes equipos conforme se alejen de la fuente principal. Esta numeración es independiente de aquella que la empresa distribuidora utilice para estos activos.

#### 2.4.5 Alimentadores principales

Los alimentadores principales de media tensión con conductores de 240 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 600 Amperios y se numerarán con las letras AP6+ dos dígitos consecutivos para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. Los alimentadores principales de media tensión con conductores de 120 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 Amperios y se numerarán con las letras AP2+ dos dígitos consecutivos para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. En cada caja de paso o en cada equipo de derivación o de transformación, se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión, con la nomenclatura de fase (R, S, T) y el número respectivo.

#### 2.4.6 Anillos derivados

Los anillos derivados de media tensión con conductores de 50 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 amperios y se numerarán con las letras AD+ dos dígitos consecutivos para cada alimentador del proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente principal. En cada caja de paso o en cada equipo de derivación o de transformación se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión con la nomenclatura de fase (R, S, T) y el número respectivo.

#### 2.4.7 Alimentador radial

Los alimentadores radiales de media tensión con conductores de 50 mm<sup>2</sup> utilizarán elementos premoldeados de 200 amperios y se numerarán con las letras AR+ dos dígitos para cada alimentador de proyecto, iniciando en el 01 para el más cercano a la fuente de alimentación. Se deberá colocar una etiqueta, tanto de entrada como de salida, a cada conductor de media tensión con la nomenclatura de fase (R, S, T) y el número respectivo.



#### 2.4.8 Registros de paso

Todos los registros de paso para conductores de media tensión deberán ser numerados con la nomenclatura R+ dos dígitos. Los dos dígitos pertenecen al consecutivo del número de registro para cada proyecto, iniciando en el R01, el cual corresponderá a aquel registro que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal.

#### 2.4.9 Cámara de empalme

Todas las cámaras de empalme para conductores de media tensión deberán ser numeradas con la nomenclatura E+ dos dígitos. Los dos dígitos pertenecen al consecutivo del número de registro para cada proyecto, iniciando en el E01, el cual corresponderá a aquel equipo que se encuentre más cerca de la fuente de alimentación principal.

### 2.5. CABINAS

En el proyecto de cabinas subterráneas, se han contemplado entre otros aspectos, la estética, seguridad, operatividad y la necesidad eléctrica. En general y una vez terminadas las obras, se deberán comprobar que las obras civiles cumplan con el objetivo de adecuar correctamente el equipo eléctrico, de tal manera que el desarrollo de los protocolos de pruebas de las instalaciones eléctricas cumpla con el funcionamiento adecuado.

#### 2.5.1 Equipos y Materiales

Los materiales a utilizar en las obras, se contemplan nuevos y de primera calidad, de modo de asegurar que cumplan las especificaciones técnicas y además deberán estar certificados por algún laboratorio.

Los modelos, tipos y marcas mencionadas son referencias, las alternativas deberán en todo caso cumplir con los mínimos requerimientos de las características del proyecto y estas especificaciones.

#### 2.5.2 Especificaciones Técnicas para obras civiles de las cabinas de transformación subterráneas

**a)** La cabina estará diseñada para uso exclusivo de energía eléctrica, será construida previa verificación de las especificaciones técnicas del equipo a instalar.

**b)** Se instalará en el sitio más idóneo desde el punto de vista eléctrico y las estructuras existentes en el lugar, ejecutando las obras civiles para la cimentación, instalaciones eléctricas, seguridad y el equipamiento completo solicitado en estas especificaciones.

**c)** La cabina se define como una estructura subterránea fabricada con hormigón armado sobre suelo preparado, que forma una cabina, en el cual se colocará todo el equipamiento del sistema eléctrico previsto.

**d)** Se instalará en los sitios preestablecidos, nivelando previamente el terreno.

**e)** Las cabinas cumplirán las especificaciones que se detallan más adelante, debiéndose entender éstas como características mínimas, pudiendo el Constructor presentar especificaciones similares o que superen las mismas de acuerdo a su fabricación establecida.

**f)** La cabina será rígida, resistente, de rápido desmontaje de la losa superior, ventilada adecuadamente, resistente a cualquier medio ambiente interior, impermeable y hermético, acabados de albañilería adecuados y de fácil reparación.

### 2.5.3 Dimensiones

Las dimensiones interiores de las cabinas dependerán directamente de la potencia de los transformadores, de las medidas de los equipos a instalarse y del tipo de cabina que se vaya a construir, pudiendo variar sus medidas en función de las distancias mínimas de seguridad para evitar accidentes de las personas que trabajen dentro de la cabina.

Los tipos de cabinas subterráneas más utilizadas son:

- ✓ Cabina de Transformación con equipos de corte y maniobra (celdas aisladas).
- ✓ Cabina de Transformación con Seccionadores tipo abierto para protección y derivación.
- ✓ Cabina de Transformación con Seccionadores tipo abierto para protección.
- ✓ Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Premoldeadas de Conectores Múltiples.

## 2.6. PARÁMETROS Y CONSIDERACIONES PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS DIMENSIONES DE LAS CABINAS SUBTERRÁNEAS

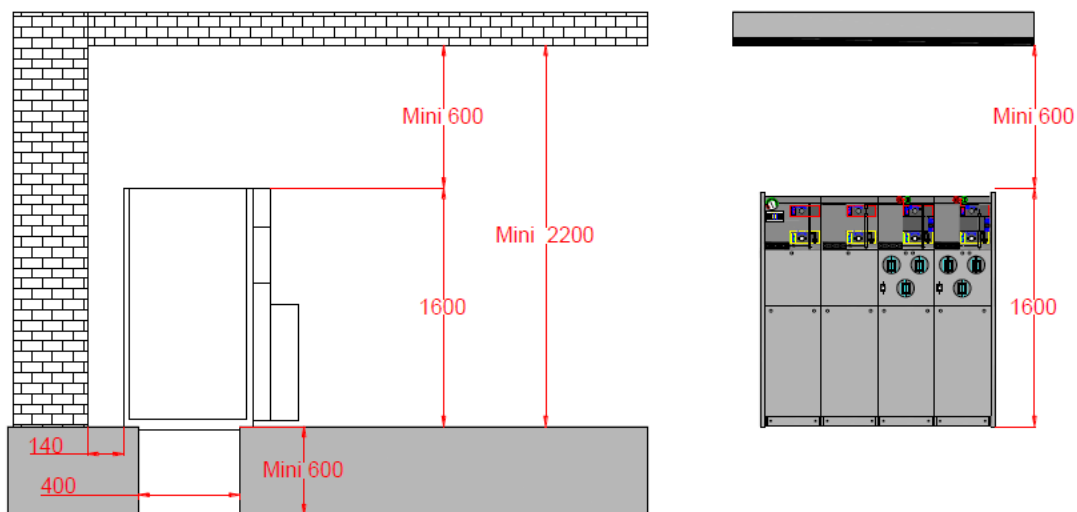
Las dimensiones de los diferentes tipos de Cabinas se han determinado en base a los siguientes análisis, consideraciones y parámetros.

### Análisis respecto a la altura de la cabina

En la Norma NEC en el artículo 110-34 (e) indica: Las partes vivas sin proteger por encima del espacio de trabajo deben mantenerse a una altura no inferior a la requerida en la siguiente tabla que indica la altura de las partes vivas sin proteger sobre el espacio de trabajo:

Voltaje Eléctrica Nominal entre fases (V)	Altura (m)
601 - 7500	2,60
7.501 - 35.000	2,75
Más de 35.000	2,75 + (0,01 por cada KV arriba de 35.000 V)

También se debe considerar las alturas máximas de los transformadores, celdas aisladas en SF6 o vacío y tableros de distribución de bajo voltaje, considerando la recomendación de los fabricantes que debe existir una distancia libre mínima de 60 cm sobre los equipos para maniobra de estos.



**Distancia libre mínima al techo**

## Análisis del ancho y profundidad de la cabina

En el artículo 110-34(a) de la Norma NEC indica que el espacio de trabajo libre mínimo en dirección del acceso a las partes vivas de una instalación eléctrica debe ser como mínimo el especificado en la siguiente tabla. Las distancias deben medirse desde las partes vivas, si están expuestas o desde el frente o abertura de la envolvente si están encerradas:

### **Distancia mínima del espacio de trabajo en una instalación eléctrica**

Voltaje Eléctrica Nominal del Sistema (Fase – Tierra)	Distancia mínima (m)			Limite de aproximación restringida [m] Incluye movimientos involuntarios <i>(Solo Personal calificado)</i>	Limite de aproximación técnica [m] <i>(Solo Personal calificado)</i>
	Condición 1	Condición 2	Condición 3		
601 – 2.500	0,90	1,20	1,50	0,30	0,03
2501 – 9000	1,20	1,50	1,80	0,66	0,18
9001 – 25.000	1,50	1,80	2,70	0,78	0,25
25.001 – 75.000	1,80	2,40	3,00	0,84	0,43
Más de 75.000	2,40	3,00	3,60	0,96	0,63

Las condiciones son las siguientes:

1. Partes vivas expuestas en un lado y no activas o conectadas a tierra en el otro lado del espacio de trabajo, o partes vivas expuestas a ambos lados protegidas eficazmente por madera u otros materiales aislantes adecuados.  
No se consideran partes vivas los cables o barras aislados que funcionen a no más de 300 V.
2. Partes vivas expuestas a un lado y conectadas a tierra al otro lado. Las paredes de concreto, tabique o azulejo se consideran superficies conectadas a tierra.
3. Partes vivas expuestas en ambos lados del espacio de trabajo (no protegidas como está previsto en la Condición 1), con el operador entre ambas.

Además, es necesario saber las dimensiones de los equipos que se van a instalar en las cabinas subterráneas.

## **2.7. DETERMINACION DE DIMENSIONES DE LAS CABINAS ELECTRICAS SUBTERRÁNEAS**

La determinación de las dimensiones de las cabinas eléctricas subterráneas se ha realizado tomando en cuenta las celdas de mayores dimensiones y transformadores de 500 KVA, debido a

que las dimensiones de los transformadores desde los 250 KVA hasta 500 KVA no varían notablemente y que hasta esta potencia son los que se utilizan normalmente.

Si se desea obtener dimensiones de cabinas dependiendo de la potencia del transformador se puede utilizar la siguiente tabla en las que se puede variar las dimensiones de los equipos.

### Dimensiones de Cabina

KVA	Litros de Aceite aprox.	Peso Kg aprox.	MEDIDAS (mm)			
			A	B	C	D
15	61	165	730	840	590	NA
30	98	270	940	850	620	NA
45	129	363	1030	890	640	NA
75	190	522	1320	940	670	NA
112,5	191	575	1090	990	785	NA
150	262	757	1270	1090	1045	590
225	318	950	1290	1120	1105	650
300	389	1118	1340	1180	1135	680
400	451	1354	1400	1230	1215	690
500	554	1736	1520	1300	1315	720
630	540	1650	1740	1350	1270	870
750	560	1850	2030	1400	1470	1000
800	580	2000	1940	1450	1470	1000
1000	760	2500	2130	1600	1320	850

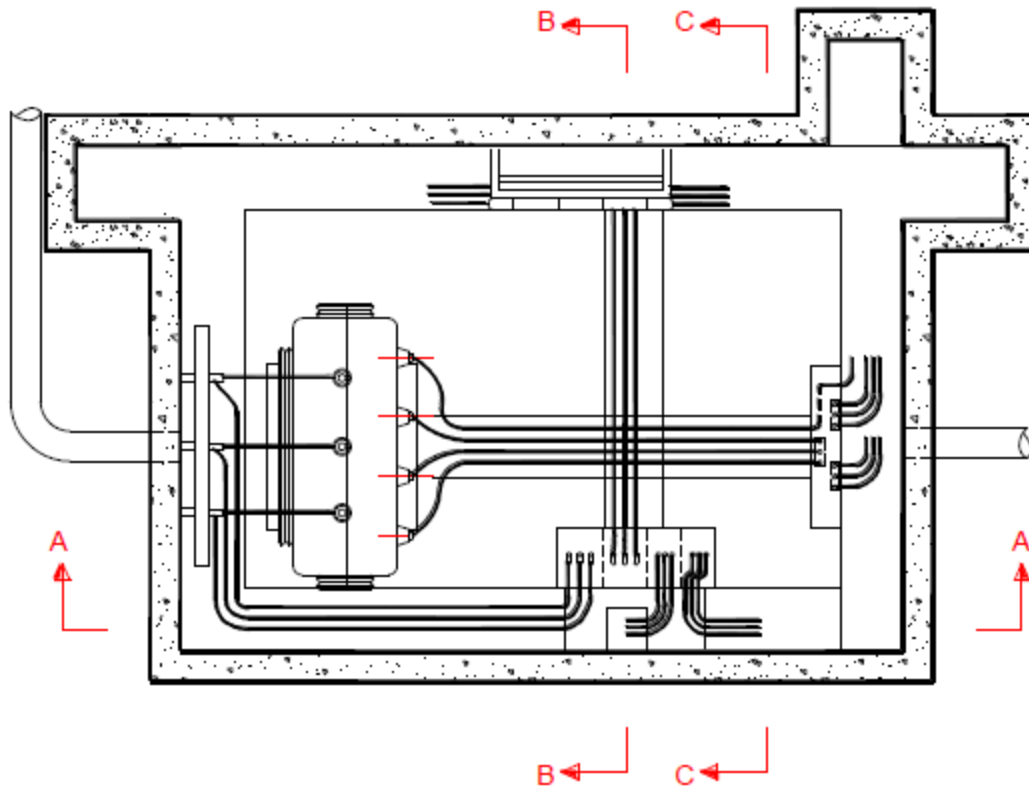
#### 2.7.1 Cabina de transformación con equipos de corte y maniobra (celdas aisladas)

Con los parámetros indicados en la sección 2.6 y las consideraciones de la tabla de dimensiones, se ha determinado que las dimensiones de la Cabinas de Transformación Subterránea con celdas de seccionamiento y protección de cuatro vías, transformador de 500KVA y tablero de distribución de bajo voltaje son las descritas en la siguiente tabla:

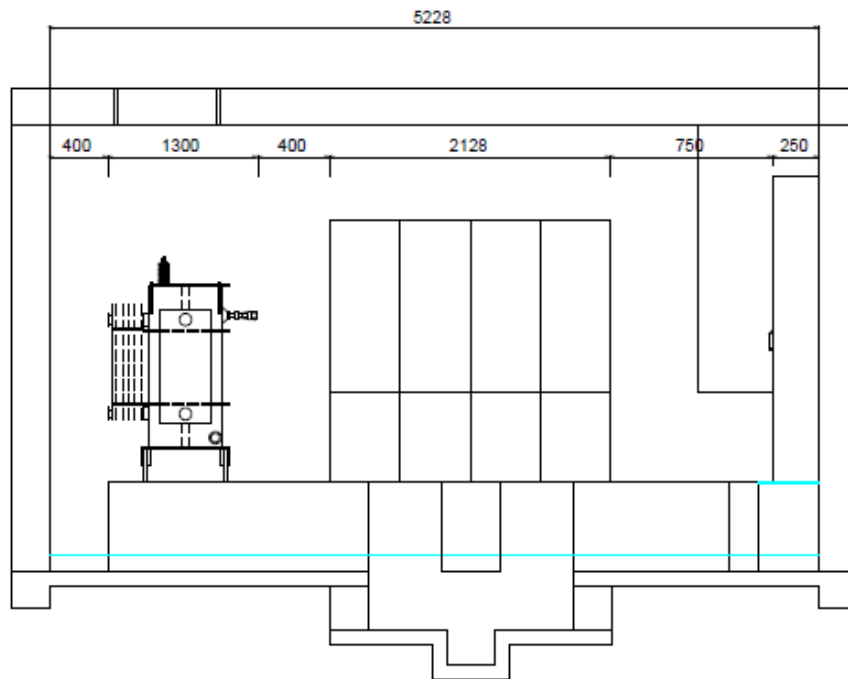
#### Dimensiones de la Cabina de Transformación con equipos de seccionamiento y protección

Cabina de Transformación con Celdas de Seccionamiento y Protección								
Cabinas a 6,3 kV.			Cabinas a 13,8 kV.			Cabinas a 22 kV.		
Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
2650	5228	3120	2650	5228	3420	2650	5228	3420

VISTA DE PLANTA

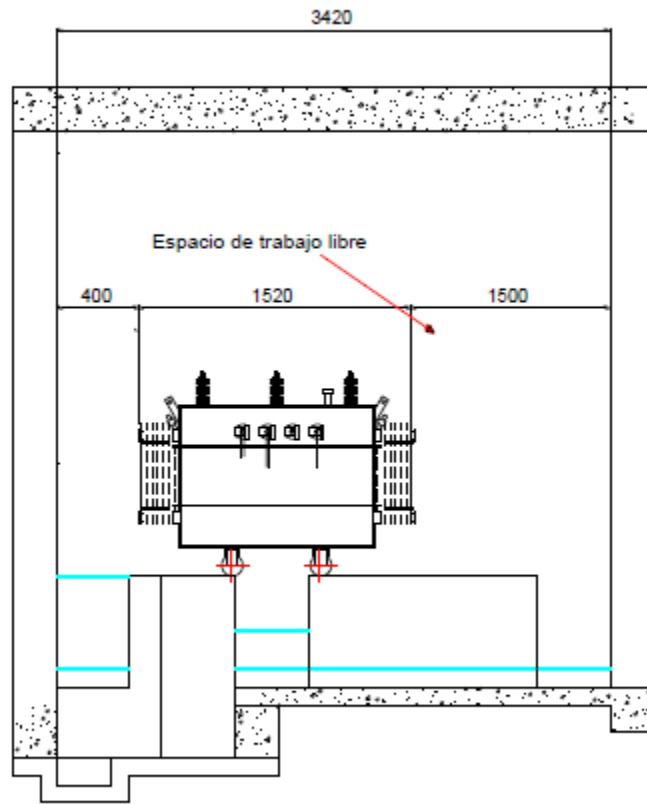


ANCHO



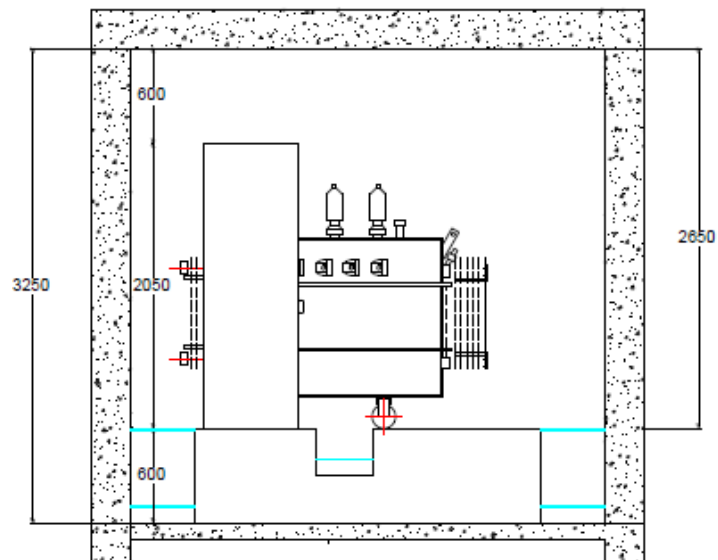
CORTE A-A

### PROFUNDIDAD



CORTE B-B

### ALTO



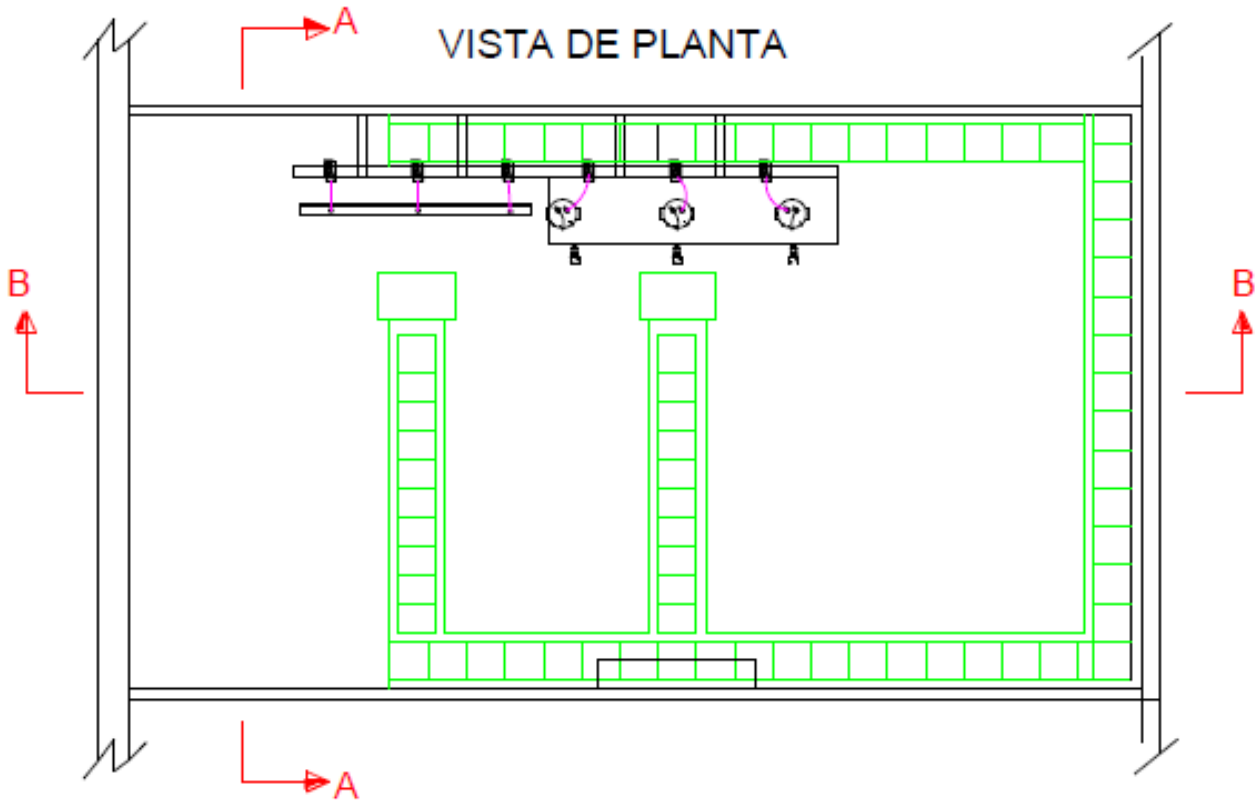
CORTE C-C

## 2.7.2 Cabina de transformación con seccionadores tipo abierto para protección y derivación

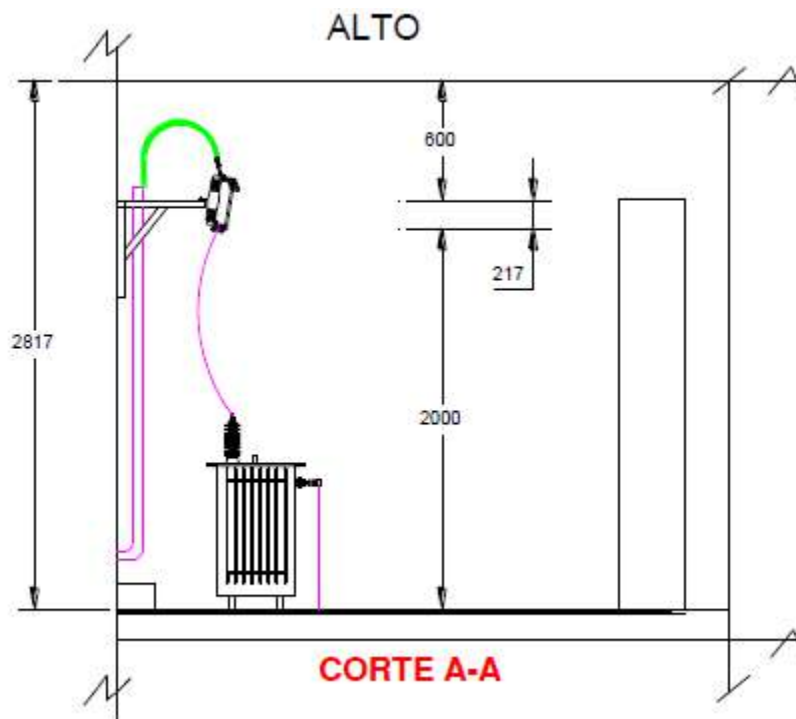
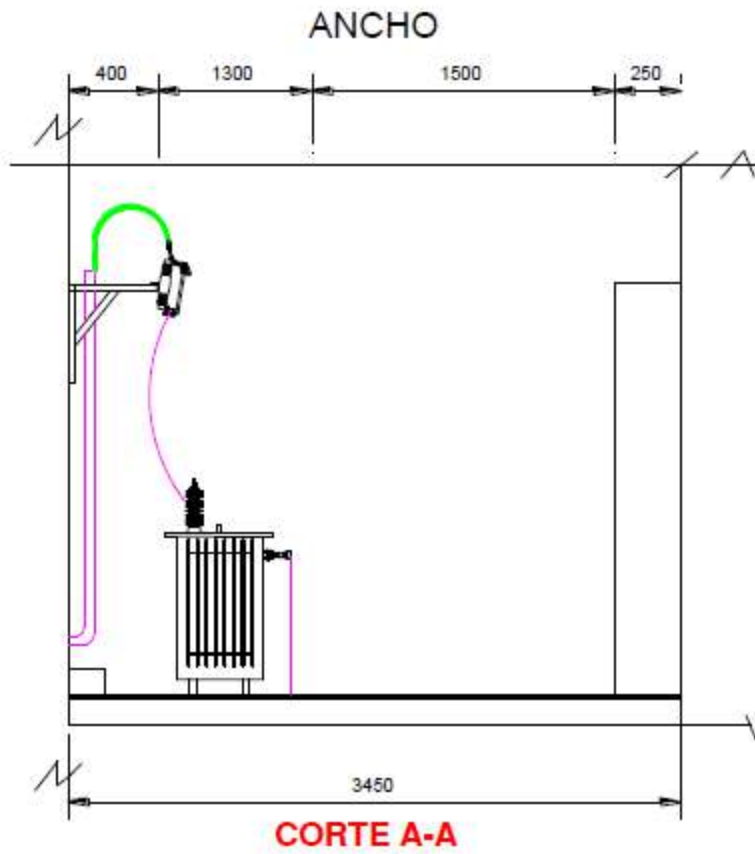
Las dimensiones de esta cabina se determinaron considerando seis seccionadores tipo abierto, de los cuales tres son para protección del transformador de 500 KVA y los otros tres seccionadores sirven para realizar una derivación trifásica a otra cabina o transformador.

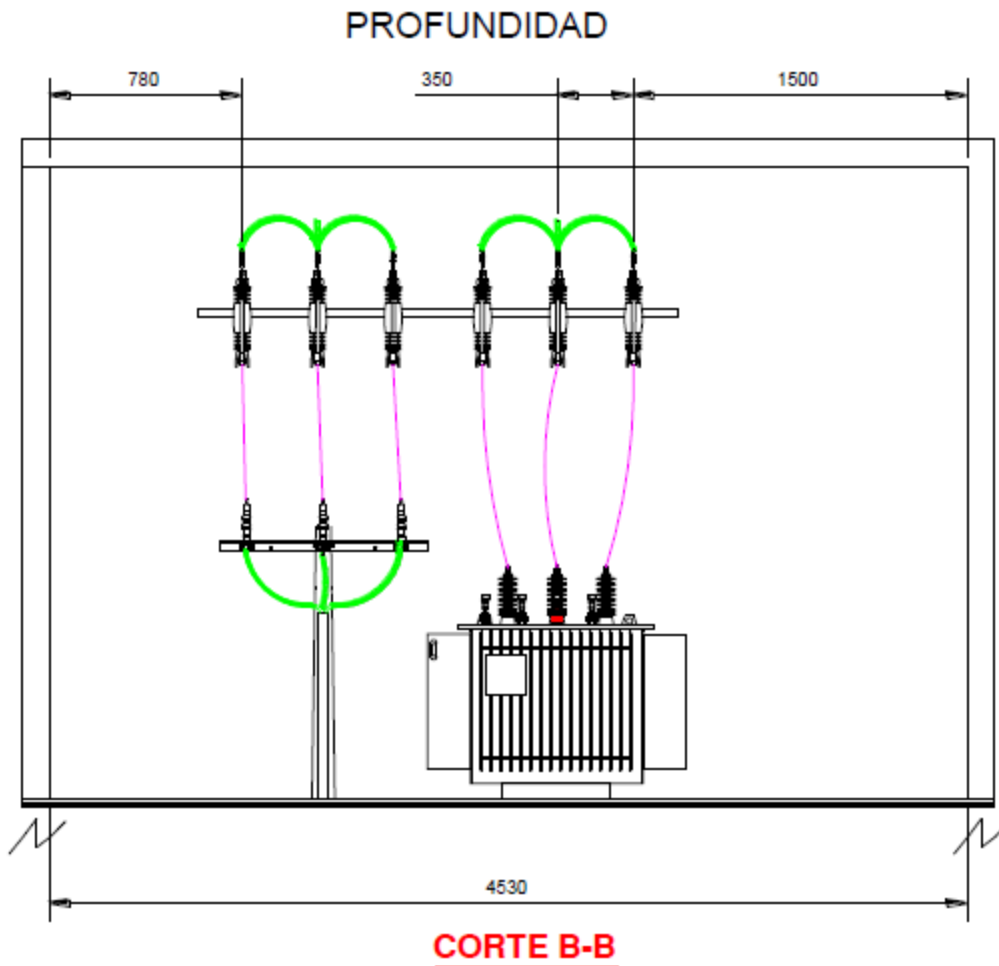
### Dimensiones de la Cabina de Transformación con 3 seccionadores para protección del transformador y 3 seccionadores para derivación

Cabina de Transformación con 3 Seccionadores de Protección más 3 Seccionadores para Derivación								
Cabinas a 6,3 kV			Cabinas a 13,2 kV			Cabinas a 22,8 kV		
Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
2817	3150	3610	2860	3450	4530	2860	3450	4530









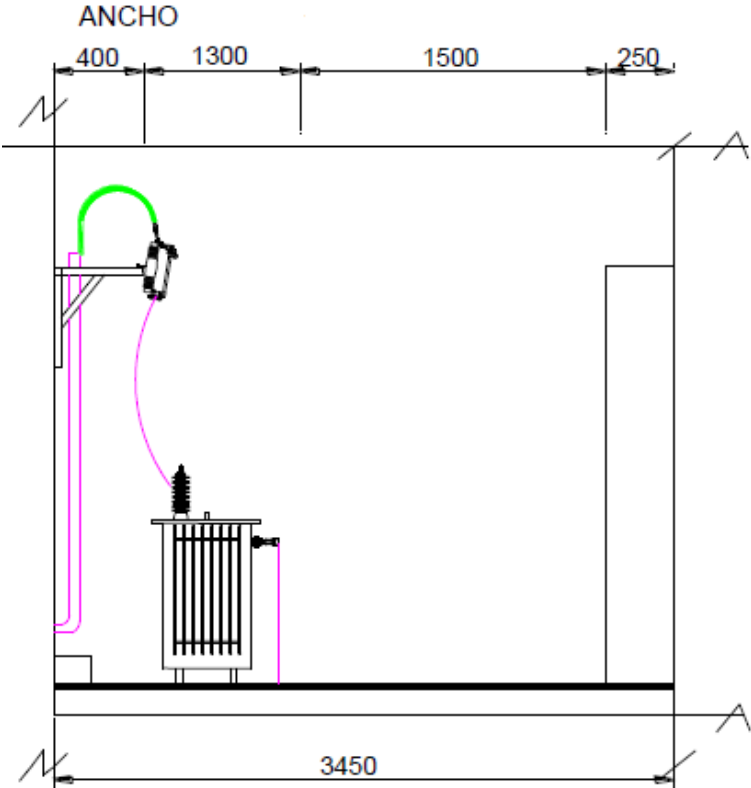
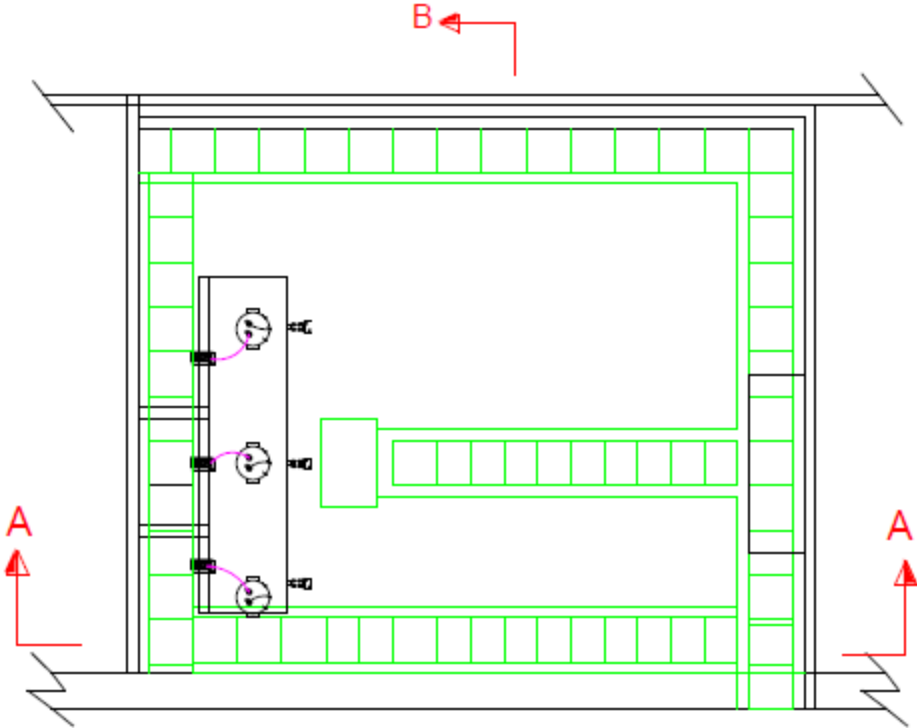
### 2.7.3 Cabina de transformación con seccionadores tipo abierto para protección del transformador

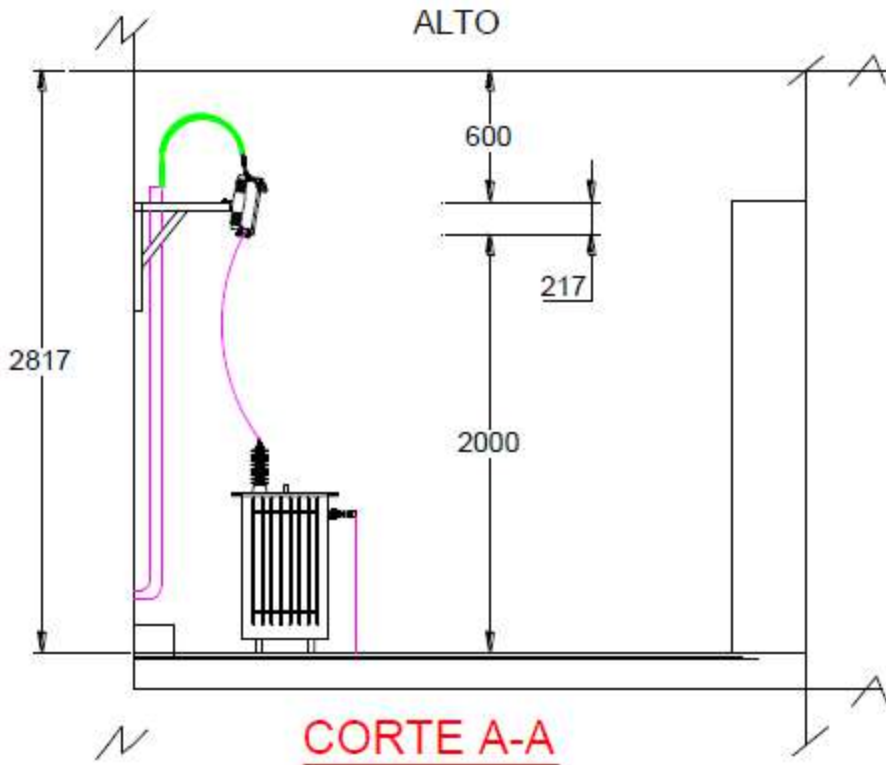
Esta cabina es la más utilizada en especial para edificios, condominios, urbanizaciones, etc. Aunque por lo general en estos lugares se construyen a nivel de superficie o piso, las dimensiones pueden ser las mismas que las propuestas en este análisis de cabinas subterráneas con tres seccionadores tipo abierto para protección del transformador convencional de 500 KVA.

#### **Dimensiones de la Cabina de Transformación con 3 seccionadores para protección del transformador**

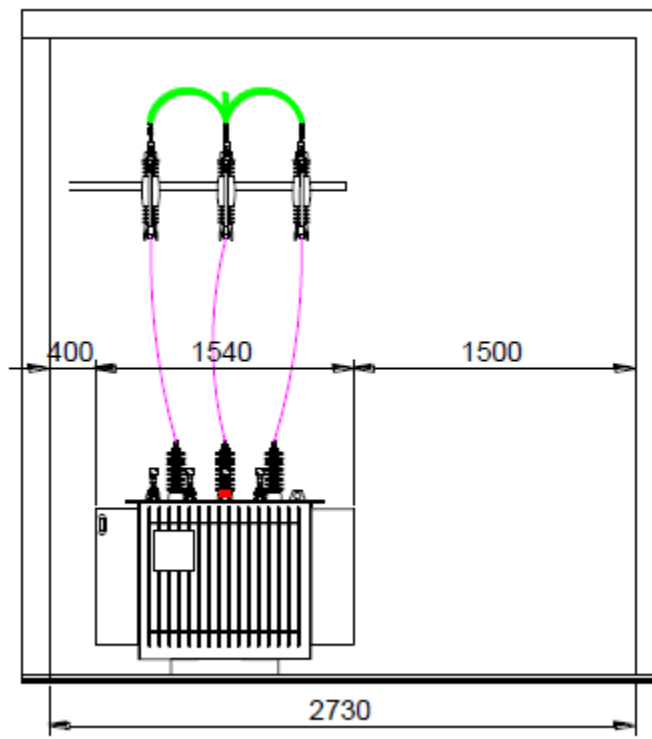
Cabina de Transformación con 3 Seccionadores de Protección								
Cabinas a 6,3 kV			Cabinas a 13,2 kV			Cabinas a 22,8 kV		
Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
2817	3150	3120	2860	3450	3420	2860	3450	3420

# VISTA DE PLANTA





PROFUNDIDAD



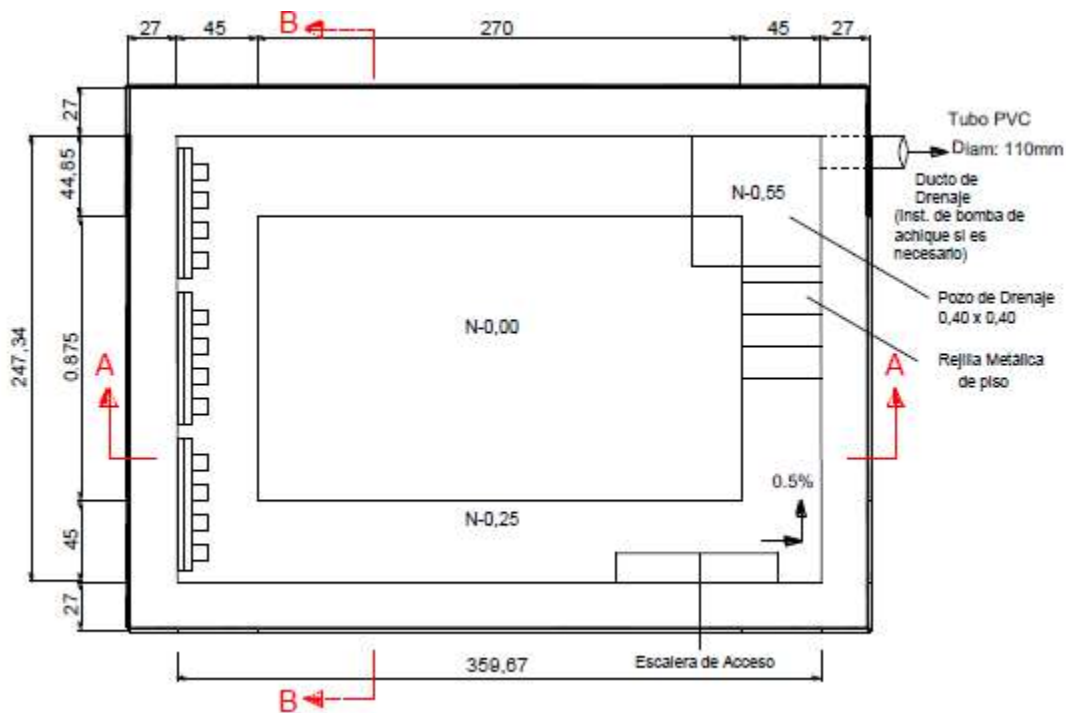
## 2.7.4 Cabina de derivación con barras premoldeadas de conectores múltiples

La finalidad de esta cabina es la de distribuir energía a nivel de medio voltaje hacia otras cabinas o transformadores utilizando barras premoldeadas con conectores múltiples que permiten realizar maniobras con carga.

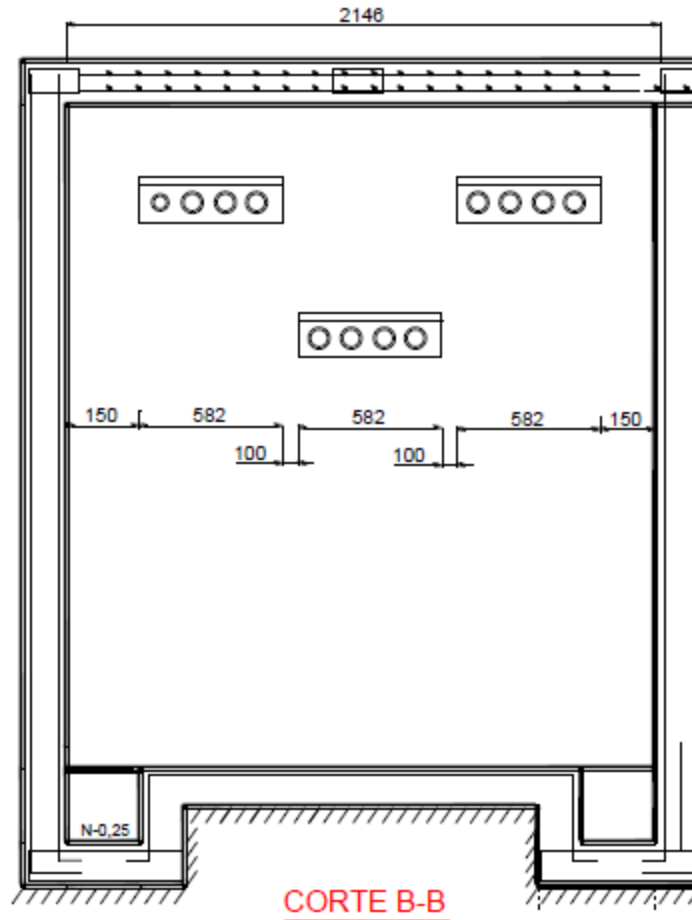
Las barras premoldeadas pueden ser de 3, 4, 5 o 6 vías dependiendo la necesidad, para el análisis de las dimensiones de esta cámara se ha considerado un juego de tres barras premoldeadas de 4 vías que es la que más se utiliza comúnmente.

### Dimensiones de la Cabina de Derivación y Maniobras con Barras premoldeadas de conectores múltiples

Cabina de Derivación y Maniobras con Barras Premoldeadas de Conectores Múltiples de 4vías								
Cabinas a 6,3 kV			Cabinas a 13,2 kV			Cabinas a 22,8 kV		
Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)	Altura (mm)	Ancho (mm)	Profundidad (mm)
2448	2146	2420	2448	2146	2720	2448	2146	2720







## 2.8. AMBIENTE DE OPERACIÓN

- a) El ambiente interior de la cabina subterránea será apto para la instalación y operación continua de equipos eléctricos y tendrá la comodidad para el trabajo del personal en su interior.
- b) La estructura estará sellada para impedir la filtración de agua y polvo.
- c) Deberá tener un sistema de ventilación adecuado de ingreso y extracción de aire, con una temperatura máxima de 25°C.
- d) La humedad relativa interna de la cabina deberá ser como máximo 60% tomando en cuenta la menor humedad relativa de los equipos instalados.

### Porcentaje de Humedad de equipo eléctricos

EQUIPO	Temperatura	Humedad
	°C	%
Transformador	de 4 a 40	80
Celdas	de - 5 a 40	60
Tablero de Distribución	de 20 a 30	70
Equipo Premoldeado	de 20 a 30	90
Ventiladores	de 20 a 30	92

### Porcentaje de Humedad de Cabina Subterránea

EQUIPO	Temperatura	Humedad
	°C	%
Cámara Subterránea	de 20 a 30	92

## 2.9. IMPERMEABILIDAD

- a) Las cabinas serán resistentes principalmente al agua, vandalismo, humedad permanente, llevará pintura para interiores de cero mantenimientos a largo plazo.
- b) Las juntas que se forman al unir las losas de cubierta deberán ser tratadas con un aditivo que cumpla con características de elasticidad y gran adherencia, sellante para juntas en movimiento debido al paso de vehículos para prevenir filtraciones de agua.
- c) La impermeabilización de las paredes, muros y losas de las cámaras podrá realizarse por los siguientes métodos:
- ✓ Impermeabilización Rígidas: en este tipo de impermeabilizaciones se utiliza cemento más aditivo.
  - ✓ Impermeabilización Flexible: en este grupo se utilizan aditivos acrílicos, elastoméricos, láminas de PVC, asfálticos.

El hormigón es un sistema poroso y no va a ser totalmente impermeable. Para una mayor impermeabilidad se debe realizar una buena compactación y se debe utilizar aditivos durante la



preparación del hormigón y morteros para prevenir y solucionar problemas de humedad en la construcción, estos ayudaran a que el hormigón sea lo suficientemente impermeable y resistente a la compresión.

### Grado de Impermeabilidad de Suelos

Grado de impermeabilidad mínima exigida a los suelos		
	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
Presencia de Agua	$K_s > 10^5$ cm/s	$K_s \leq 10^5$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

La impermeabilidad del hormigón debe cumplir los requisitos indicados en la Norma UNE-EN 12390-8.

### Grado de Impermeabilidad de Muros

CONDICIONES DE LAS SOLUCIONES DE MUROS										
		Muro de gravedad			Muro flexoresistente			Muro pantalla		
		Imp. Interior	Imp. Exterior	Parcialmente Estanco	Imp. Interior	Imp. Exterior	Parcialmente Estanco	Imp. Interior	Imp. Exterior	Parcialmente Estanco
Grado de Impermeabilidad	$\leq 1$	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
	$\leq 2$	C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	$\leq 3$	C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	$\leq 4$		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
	$\leq 5$		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

- ✓ C1 cuando el muro se construye en situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.
- ✓ C2 cuando el muro se construye en situ debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.

## 2.10. ESPECIFICACIONES DEL SISTEMA DE VENTILACION DE CABINAS SUBTERRANEAS

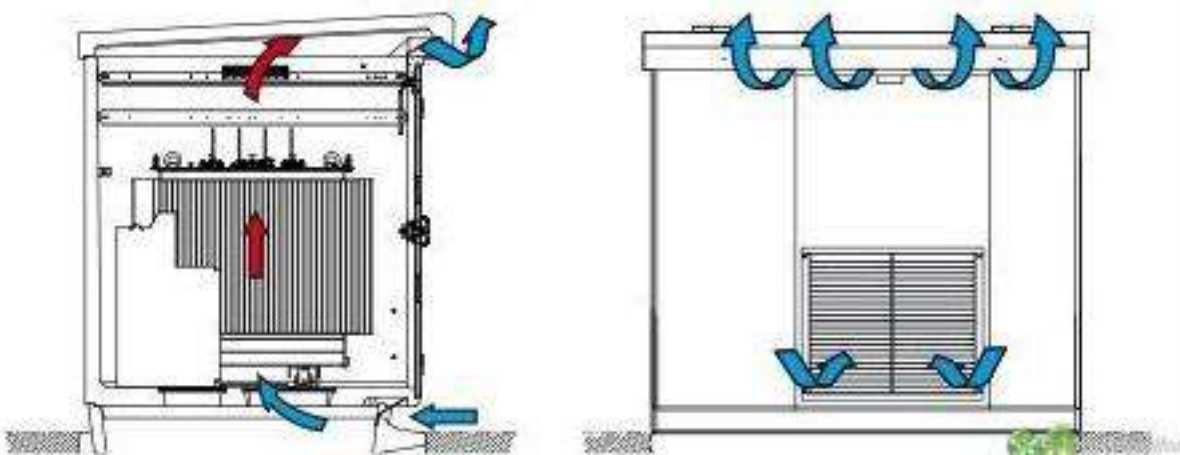
- a) La ventilación debe ser adecuada para disipar las pérdidas a plena carga del transformador, sin que se produzca un aumento de temperatura que exceda la nominal del transformador según la Norma NEC artículo 450-9.
- b) Debido a esto la cabina estará dotada de los elementos necesarios para la instalación de equipamiento de ventilación permanente propios para cabinas subterráneas de energía eléctrica para el control de la temperatura existente al interior de la misma.
- c) Para obtener una buena ventilación de la cabina debemos tener en cuenta que el volumen de aire a renovar en la Cabina de Transformación, va en función de las pérdidas totales de los transformadores y de la diferencia de temperaturas que se admite entre el aire a la salida y a la entrada de la Cabina Subterránea, como máximo 20°C según la norma UNE 20110- 3.
- d) En las cabinas de transformación subterráneas la ventilación natural no es suficiente para mantener una temperatura de 20°C por lo que es necesario disponer de una ventilación forzada mediante un ventilador de inyección de aire a temperatura ambiente del exterior de la cabina y un ventilador de extracción del aire caliente producido en el interior de la cabina.
- e) En las cabinas de transformación subterráneas se debe disponer de una entrada de aire fresco exterior por medio de un ducto adyacente a la zona donde se sitúa el transformador, de anchura mínima de 400 mm, con una rejilla horizontal, sistema de recogida de aguas.
- f) El ducto para la salida de aire caliente se realizará en la parte superior de la fachada.
- g) Siempre que sea posible, conviene colocar las aberturas de entrada y salida de aire en paredes opuestas, pues así el aire frotará mejor las paredes del transformador.
- h) Las ventanas por donde ingresará el aire frío del exterior y saldrá el aire caliente del interior de la cabina subterránea al exterior deberán estar protegidos con rejillas y con sistema de recogida de agua conectada al alcantarillado. Las ventanas destinadas a la ventilación deben de estar protegidas de forma que impidan el paso de pequeños animales y de cuerpos sólidos de más de 12 mm de Ø y estarán dispuestas de forma que, en caso de ser directamente accesibles desde el

exterior, no pueden dar lugar a contactos inadvertidos con partes en voltaje al introducir en ellas objetos metálicos de más de 2,5 mm de diámetro.

i) En el caso que la entrada de aire sea horizontal, conviene que esta entrada en el suelo de debajo del transformador sea ajustada en lo posible al perímetro inferior del transformador, para que el aire frote más eficazmente sus superficies verticales (aletas y radiadores en los transformadores en aceite, superficies de los arrollamientos encapsulados en los secos).

j) Cuando se trata de cabinas de transformación con más de un transformador, conviene en lo posible, disponer circuitos de aires de ventilación (entrada y salida) independientes y separados para cada transformador.

### Ventilación en Subestaciones de Media y Alta Tensión



### 2.11. ESPECIFICACIONES DEL HORMIGÓN DE CABINAS SUBTERRÁNEAS

Comprende los hormigones de cualquier tipo que se utilice en la construcción de los bancos de ductos, pozos, cabinas, veredas y calzadas.

Las resistencias del hormigón a los 28 días de curado del hormigón serán las siguientes:

- ✓ 210 kg/cm<sup>2</sup> para todas las paredes, pisos, losas y tapas de los pozos y veredas;
- ✓ 140 kg/cm<sup>2</sup> para formar los bancos de ductos.

Las cabinas se construirán tanto las paredes, piso y losa superior con hormigón de las siguientes características:

## Resistencia del hormigón para cabina de transformación

Tipo de Estructura	Tipo de Concreto	Consistencia	Resistencia $f_c$
Piso	Concreto ciclopeo	Alta y Media	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Paredes	Concreto ciclopeo	Alta y Media	210 Kg/cm <sup>2</sup>
Losa Superior Fija	Concreto ciclopeo	Alta y Media	300 Kg/cm <sup>2</sup>
Losa Superior Movil	Concreto ciclopeo	Alta y Media	300 Kg/cm <sup>2</sup>

Estos valores de resistencia del hormigón se determinaron que son idóneos y aptos para resistir esfuerzos de hasta 25,000 kg de peso sin sufrir ninguna alteración o daño de sus características mecánicas.

### 2.11.1 Piso

El piso será construido con losa de hormigón simple tipo A con refuerzo de malla electrosoldada lo suficientemente resistente para soportar el peso de los equipos que se instalarán en la cabina. Debe contener canaletas perimetrales y rejillas a nivel del piso de la cabina, las dimensiones de las canaletas aproximadamente serán de 0,4m. de ancho y 0,6m. de profundidad, dentro de las cuales alojarán a los conductores de bajo y medio voltaje colocados sobre bandejas porta cables.

Las canaletas tendrán una ligera pendiente hacia una caja recolectora que recoja posibles filtraciones al interior de la cabina. Desde esta caja se colocará un drenaje conectado al colector público si es posible, caso contrario, mediante un sistema de evacuación de agua conformado por una bomba eléctrica automática, que es la encargada de expulsar el agua al colector público o a la vereda a través de un ducto de 2 pulgadas de diámetro como mínimo.

En caso de no poder instalar este sistema se dejará sin fundir la base de la caja recolectora de líquidos y se colocará grava en contacto con el suelo.

En el nivel de piso de las cabinas (N 0,00) se dejará un destaje en el borde superior del hormigón en un extremo y en el otro un perfil ángulo de 25 mm sujetado a la pared cada 50 mm entre ejes, soldada a un marco de varilla del mismo diámetro mediante pernos con el fin de apoyar sobre estos una rejilla confeccionada con varilla de 16.

### 2.11.2 Tapas o Losas Superiores

Será construido con hormigón tipo ciclópeo  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con doble refuerzo de varilla corrugada de diámetro 12mm cada 10 cm en ambas direcciones. Se colocarán vigas perimetrales V5 tanto sobre las paredes y alrededor de la tapa, en caso que la cabina vaya con equipo menor o únicamente como apoyo para tendido de cable. En caso de ir el interior un transformador el techo estará compuesto de varias losetas de hormigón armado con refuerzo de perfil metálico, provistas de ganchos para el izado de las mismas en caso de reposición de equipo.

En la losa superior de las cabinas se dejará boquetes de 70x70 cm para el ingreso de personal de mantenimiento, (Norma NEC 923-18, mínimo 56x65 cm), en los cuales se colocarán tapas de fundición de hierro dúctil.

### 2.11.3 Paredes

Las paredes estarán construidas de hormigón ciclópeo  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con refuerzo doble de malla electrosoldada de 6 o 10 mm. Se empotrará en una de las paredes, junto al boquete de ingreso de personal una escalera metálica fija o desmontable para el ingreso al interior de la cabina, la escalera será de tubo galvanizado de 25,4 mm de diámetro, con peldaños dispuestos cada máximo a 30 cm soldadas a un marco del mismo tubo. Además, se debe considerar los ductos necesarios para instalar los circuitos de fuerza e iluminación de la cabina, instalación que no será sobrepuesta a la pared.

El acabado de paredes será enlucido esponjeado con recubrimiento de pintura para interiores.

### 2.11.4 Bases y Fundiciones

Estas bases estarán conformadas por hormigón ciclópeo  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  con refuerzo de malla electrosoldada 6 ó 10 mm asentada sobre un replanteo de hormigón tipo B y este sobre un suelo mejorado compactado.

### 2.11.5 Canaletas para ingreso y salida de cables

El ingreso y salida de los cables a la cabina de transformación subterránea será a través de bancos de ductos, del número y tamaño que permitan la entrada y salida de cables de varios tamaños y

clases. La ubicación específica, dimensiones y número de ductos pueden ser variados en función del número de alimentadores instalados o proyectados.

La cabina se construirá con canaletas en las esquinas para alojar a los cables que ingresan o salen, las medidas de estas canaletas deben ser 0,60m x 0,60m x 3m.

#### 2.11.6 Tapas de Hierro Dúctil

Las tapas de grafito esferoidal se colocarán en las cabinas de hormigón, las cuales deberán tener las siguientes características: dispositivo de cierre articulado clase C250 y fuerza de ensayo 400 kN (kilo Newton), con tapa cuadrada provista de una junta de perfil especial de neopreno, adherido a la tapa, que garantiza la estanqueidad a aguas residuales bajo presión atmosférica normal. La tapa se articula con el marco a 115° y se puede extraer cuando esté abierta a 90°, el marco tiene una dimensión de 892 x 920 mm y altura de 75 mm, apertura libre de 700 x 700 mm, provisto de una sección en forma de "U" con canal interno en el que se aloja la junta, lleva 4 lengüetas externas para anclar a la losa de hormigón. Estas tapas tienen un revestimiento con pintura hidrosoluble negra, no tóxica y no inflamable, tienen además un cierre de seguridad.

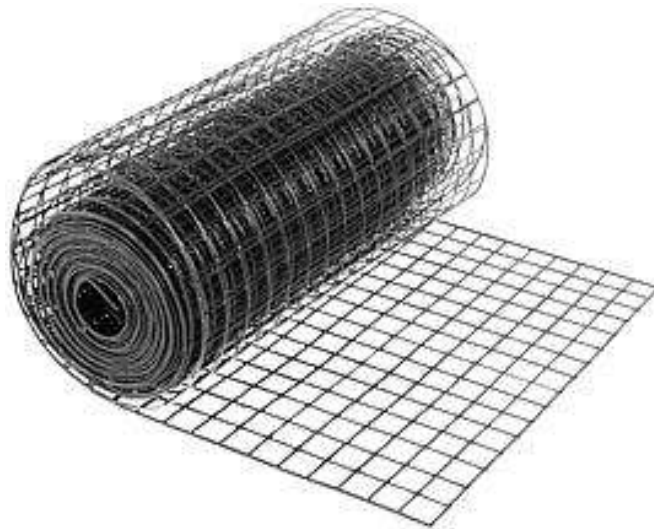


#### 2.11.7 Malla Electrosoldada

En la construcción de las cabinas subterráneas, tanto las paredes como la losa de piso, las armaduras se construirán con doble malla electrosoldada de 6 o 10, a excepción de la losa superior que se la realizará con doble armadura de varilla de 12 mm cada 10 cm.

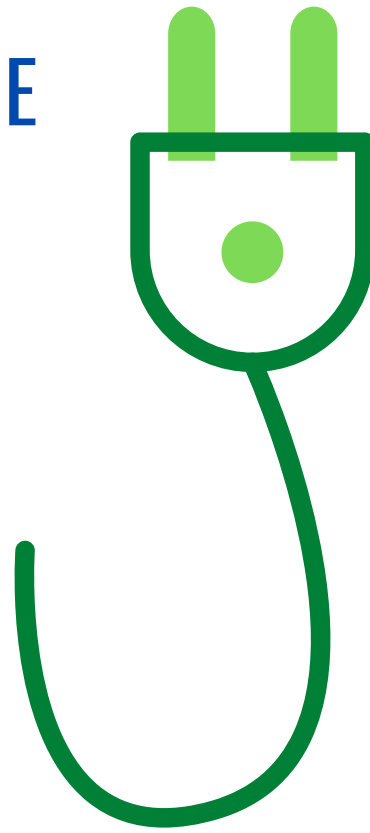
Para la fijación de la malla se utilizará espaciadores de varilla de hierro o separadores plásticos tipo armex, ubicados a 80 cm de distancia entre ellos. La dimensión de los espaciadores será de acuerdo al espesor de las paredes, pisos o elemento a fundir.

En la reposición de losas de vereda o pavimento de calles se colocarán mallas electrosoldadas siempre y cuando hayan sido construidas con malla, caso contrario se deberá ver si es necesario su instalación. De utilizarse refuerzo de malla electrosoldada, este cumplirá con ASTM A-185.



# CAPÍTULO 3

- 1 TRIFÁSICO TIPO  
PEDESTAL P.41
- 2 MONOFÁSICO TIPO  
PEDESTAL P.50
- 3 MONOFÁSICO TIPO  
SUMERGIBLE P.58
- 4 TRIFÁSICO TIPO  
SUMERGIBLE P.65





## CAPÍTULO 3 TRANSFORMADORES

### 3.1 TRANSFORMADORES TRIFASICOS TIPO PEDESTAL



#### 3.1.1 Características generales

Deberán ser de frente muerto, tanto en el lado primario como en el lado secundario, tipo lazo, cumplir con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación tipo lazo, altitud hasta 1000 m.s.n.m., humedad relativa de 95%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

#### 3.1.2 Características eléctricas particulares

##### **Frecuencia**

La frecuencia de operación será 60 Hz.

##### **Fases**

Número de fases: tres.

### **Capacidades nominales**

Las potencias normalizadas, en este documento, serán las comprendidas en el ámbito de: 75 a 2500 kVA. Las capacidades aceptables para ser cedidas a la empresa distribuidora para su operación y mantenimiento, estarán de acuerdo con las disposiciones técnicas de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

### **Voltajes nominales**

Los voltajes nominales para media tensión serán: 34.500 Grd Y / 19.920 voltios y para el lado de baja tensión serán 120/208 ó 277/480 voltios.

### **Conexiones**

Las conexiones de media tensión y de baja tensión deben ser en estrella sólidamente aterrizada, a través de los terminales designados como Ho y Xo, estos a su vez, serán aterrizados firmemente por medio de láminas de cobre flexible al tanque.

### **Núcleo**

El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque y deberá ser construido de 4 ó 5 columnas. Con los documentos de entrega del transformador, se debe aportar certificación del fabricante que cumpla con lo anterior.

### **Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor del 2 % de la corriente nominal.

### **Derivaciones (taps)**

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5. En la posición No. 3, el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de  $\pm 2.5$  % por posición del voltaje nominal.

### **Impedancia**

La impedancia deberá cumplir la norma ANSI C 57.12.26, de acuerdo con las diferentes capacidades indicadas en el punto No. 4.1.2.4 de potencias nominales.

### 3.1.3 Requerimientos para transformadores tipo lazo

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de soportar una corriente primaria permanente mínima de 200 A y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA durante 10 ciclos.

#### **Seccionamiento**

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, éste deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- a) Número de posiciones: 4
- b) Voltaje máximo de operación: 35 kV.
- c) Corriente nominal máxima: 200 A.
- d) Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- e) El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación o con pértiga.

#### **Terminales primarios y secundarios**

El transformador debe tener seis terminales en media tensión que cumplan con el estándar ANSI /IEEE 386 y cuatro en el lado de baja tensión. La designación de los terminales primarios deberá ser: H1A, H2A, H3A - H1B, H2B, H3B, y los secundarios X1, X2, X3, además, para aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.

### 3.1.4 Pérdidas

#### Valores Nominales Admisibles de Pérdidas

Pérdidas Máximas Transformadores Trifásicos			
Rango (kVA)	Pnúcleo (NL)	Pdevanados	Pérdidas Totales
75	245	1000	1245
112.5	345	1350	1695
150	430	1625	2055
225	525	2450	2975
300	710	3200	3910
500	1025	5000	6025
750	1310	6800	8110
1000	1650	9500	11150
1500	2150	12500	14650
2000	2450	14500	16950
2500	3000	18000	21000

Se aplicarán a esta tabla los valores de tolerancia establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.12.00.

### 3.1.5 Nivel Básico de Impulso (BIL)

Para el lado de media tensión (34,5 kV), deberá ser 150 kV y en el lado de baja tensión, de 30 kV. Ambos son valores mínimos.

### 3.1.6 Temperatura

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40°C.

#### **Por carga**

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65° C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura no deberá exceder los 80 °C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales se rigen estas elevaciones de temperatura, estarán de acuerdo con la norma ANSI /IEEE C57.12.00 (última revisión).

## **Por cortocircuito**

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250°C para conductor de cobre y 200°C para el conductor aluminio.

### 3.1.7 Requerimientos de cortocircuito

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 última revisión.

### 3.1.8 Aceite aislante

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487; o vegetal, según norma ASTM D6871-3.

### 3.1.9 Material de los devanados

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### 3.1.10 Protecciones

Los transformadores deben tener por cada fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos deben estar sumergidos en aceite, en el interior del tanque. A continuación, se describen sus características:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna; reemplazable exteriormente por medio de pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

### 3.1.11 Características mecánicas

## **Construcción**

El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo AISI 304. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir con lo estipulado en norma ANSI C57.12.28, que contempla aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, deberá cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.

b) Prueba de intento de introducción de un alambre.

c) Prueba de tirado.

d) Prueba de operación.

### **Compartimentos**

Los compartimentos de media y baja tensión deben estar lado a lado del tanque del transformador. Visto de frente, las terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y las de baja tensión a la derecha. El acceso al compartimento de media tensión sólo podrá ser posible hasta que se haya abierto la puerta del compartimento de baja tensión. Debe tener al menos un cerrojo adicional y ser removido antes de abrir la puerta del lado de media tensión. Cuando la puerta del compartimento de baja tensión es de diseño de panel plano, ésta debe tener tres puntos de cierre con un accesorio de bloqueo manual. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo, deberán ser de un material resistente a la corrosión equivalente al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimentos construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en los compartimentos. Además, la manija de la puerta construida de un material no quebradizo ni deformable, y proveer los medios para su bloqueo tales como candados y tornillo con cabeza pentagonal.

### **Puertas**

Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se está trabajando en la unidad. Las puertas deben ser equipadas con fijadores para cuando estén en la posición de abiertas o diseñadas para traslado manual (tipo desmontable). El borde inferior de los compartimentos debe ser construido de tal manera que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad. Los puntos para el izaje tienen que ser colocados para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además, poseer un factor de seguridad de levantamiento igual o mayor a 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables debe ser de 540 a 560 mm de ancho por todo el largo del fondo y contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno
- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.

### **Conectores, terminales y soportes**

Los conectores de media tensión deben ser para 35 kV con capacidad de operación bajo carga de 200 A y el tanque tener un zócalo de descanso para cada conector de media tensión.

Los terminales de baja tensión serán del tipo espiga hasta 500 KVA, con las características de rosca y dimensiones que se indican en la tabla que a continuación se presenta. Para transformadores de potencias superiores se utilizarán conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos NEMA, dependiendo la potencia.

Para aquellos transformadores que alimenten cargas compuestas por redes de baja tensión de uso general y operadas por la empresa distribuidora, el conector por utilizar en la espiga debe ser roscado, con un elemento que permita su separación sin la desconexión del cable de baja tensión, aislado y con una capacidad de 500 Amp. (Ver figura RDS en Anexo).

En otros casos, se permite el uso de conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos NEMA, roscados en la espiga del transformador, y será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles o contraíbles en frío, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de "frente muerto".

### Dimensión de Espiga en los terminales de Baja Tensión

Dimensiones de Espiga en los terminales de Baja Tensión		
Capacidad (kVA)	Tamaño de Rosca (mm)	Longitud mínima (mm)
75-150	15.875 (5/8 pulg) -II UNC-2A	75-152
225-300	25.4 (1 pulg) -14 INS-2A	75-152
500	31.75 (1 1/4 pulg) -12 UNF-2A	75-152

En transformadores con potencias mayores a 500 kVA, se deben utilizar conectores de cobre estañado tipo paleta rectangular plana de 6 ó 10 huecos, dependiendo de la potencia de la unidad y provisto con un medio de soporte aislado que contrarreste el esfuerzo mecánico debido al peso de los conductores. El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre y todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, construidos de acuerdo con la norma IEEE 386.

#### **Placa de datos del transformador**

El transformador deberá tener una placa de datos con la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE .57.12.00, colocada en el compartimiento de baja tensión, de manera que pueda ser leída aún con los cables en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión e indeleble. Los datos deben ser impresos con letras troqueladas como mínimo y colocada en una parte no removible del transformador.

#### **Rotulación del transformador**

Toda indicación referente a operación, mantenimiento y seguridad, deberá venir en el Idioma Español y en la parte frontal exterior, tener el símbolo de identificación del equipo eléctrico energizado.

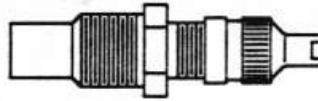


## Preservación de aceite

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado y llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula similar al tipo Schrader, la cual se muestra en la siguiente figura:

SCHRADER VALVE  
FOR .125 NPT FITTING

PART # 884A694G01



1.0 TO .125 REDUCER  
PART # 71310BP223

### **Válvula de llenado de nitrógeno (Schrader Valve)**

## Tanque

El tanque deberá ser lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 105 kPa sin ruptura o daño del gabinete de seguridad. El tanque estar provisto con conectores para aterrizamiento de 127 mm. 13 UNC y una profundidad de 10 mm. como mínimo. Los receptáculos (roscas) de los conectores deben ser soldados al tanque, deberán proveerse y venir instalados sus respectivos conectores para aterrizar las pantallas de los cables, estos conectores tienen que quedar cerca de la base del transformador cada uno debajo de la entrada y salida del lado de los aisladores (bushing) de alta (H1A, H2A, H3A y H1B, H2B, H3B), además un conector adicional en el compartimiento de baja tensión. El tanque y los compartimentos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5. Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSI C57.12.28.

### 3.1.12 Almacenamiento e instalación

#### **Almacenamiento**

El transformador deberá ser almacenado, transportado e instalado en una posición normal tal y como fue diseñado y construido, o sea con la base del mismo en posición horizontal con respecto de un piso nivelado.

#### **Instalación**

El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde:

- ✓ La operación de los codos, pararrayos, el seccionador de cuatro posiciones (LBOR) y fusibles, será mediante una pértiga, se debe dejar espacio mínimo de 3 metros entre el frente muerto y la pared más cercana, para realizar la operación correspondiente.
- ✓ Cumplir con las normativas técnicas eléctricas de ARESEP, relativas a la ubicación del equipo eléctrico.
- ✓ Espacio suficiente para la instalación y reemplazo mediante el uso de equipos (grúas, montacargas, etc.)

### 3.1.13 Garantía

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías, serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.

### 3.1.14 Normativa

Estas especificaciones están basadas en las normas ANSI/IEEE C57.12, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus capítulos.

### 3.1.15 Nivel de ruido permisibles

Potencia (kVA)	Nivel de Ruido Promedio (db) 35kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56
750	56
1000	58
1500	60

Según su Potencia se establece un nivel de ruido promedio para que no sobrepase este mismo.

## 3.2 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO PEDESTAL



### 3.2.1 Características Generales

Deberán ser de frente muerto, tanto en el lado primario como en el lado secundario, tipo lazo, cumplir con las normas ANSI C57.12.00 y cualquier otra característica particular que se indique. Los transformadores serán diseñados para operación tipo lazo, altitud 1000 m.s.n.m., humedad relativa de 95%. Se aceptarán únicamente transformadores nuevos.

### 3.2.2 Características eléctricas particulares

#### **Frecuencia**

La frecuencia de operación será 60 Hz.

### **Fases y Polaridad**

Una fase y con polaridad sustractiva.

### **Rangos de potencias**

Las potencias normalizadas son: 25, 50, 75, 100, 167, 250, 333, 500 kVA. Las capacidades aceptables para ser cedidas a la empresa distribuidora, para su operación y mantenimiento, estarán de acuerdo con el reglamento de aceptación de obras de la empresa distribuidora de energía eléctrica.

### **Voltajes nominales de operación**

El voltaje nominal para media tensión será de 19 920 Voltios y para baja tensión será 120/240 voltios.

### **Conexiones**

La conexión en media tensión deberá ser en el bobinado primario de fase a tierra. La conexión en baja tensión debe ser de uno o dos bobinados secundarios con tres derivaciones, para un servicio monofásico trifilar.

### **Núcleo**

El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque.

### **Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 2 % de la nominal.

### **Derivaciones (taps)**

Los transformadores deberán tener cinco derivaciones en el lado de media tensión, enumeradas de 1 a 5. En la posición No. 3, el transformador suministrará el voltaje nominal, las otras posiciones superiores e inferiores ofrecerán una variación de  $\pm 2.5$  % por posición del voltaje nominal.

### **Impedancia**

La impedancia será la que determina la norma C57.12.25, de acuerdo con las potencias nominales establecidas.

### 3.2.3 Componentes para funcionamiento en lazo

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 A y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA., durante 10 ciclos.

#### **Seccionamiento**

Con el fin de obtener seccionamiento ya sea del transformador o del lazo, éste deberá ser provisto con un seccionador tipo T (LBOR - Loadbreak Oil Rotary) con las siguientes características eléctricas:

- a) Número de posiciones: 4
- b) Voltaje máximo de operación: 35 kV.
- c) Corriente nominal máxima: 200 A.
- d) Corriente momentánea RMS simétrica: 10 kA.
- e) El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior bajo carga, mediante una manija de operación con pértiga.

#### **Terminales primarios y secundarios**

El transformador debe tener dos terminales en media tensión que cumplan con el estándar ANSI /IEEE 386 y tres en el lado de baja tensión. La designación de los terminales primarios deberá ser: H1A, H1B y los secundarios X1, X3, además, para aterrizamiento y conexión de neutro Ho-Xo.

### 3.2.4 Pérdidas

#### Valores Nominales Admisibles de Pérdidas

Pérdidas Máximas Para Transformadores Monofásicos			
Rango (kVA)	Prúcleo (NL)	Pdevanados (LL)	Pérdidas Totales
25	90	300	390
50	150	510	660
75	200	710	910
100	270	950	1220
167	395	1450	1845
250	500	2050	2550
333	600	3000	3600
500	810	3800	4610

Se aplicarán a esta tabla los valores de tolerancia establecidos en la norma ANSI/IEEE C57.12.00.

### 3.2.5 Nivel básico de impulso (BIL).

Para el lado de media tensión (34,5 kV) deberá ser 150 kV y en el lado de baja tensión, de 30 kV. Ambos son valores mínimos.

### 3.2.6 Temperatura.

El transformador debe ser diseñado para que opere a una temperatura ambiente máxima de 40°C.

#### **Por carga**

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 65° C sobre la temperatura ambiente y la máxima elevación de temperatura a los 80 °C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales se rigen estas elevaciones de temperatura, estarán de acuerdo con la norma ANSI /IEEE C57.12.00 (última revisión).

#### **Por cortocircuito**

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250 °C para conductor de cobre y 200 ° C para el conductor aluminio.

### 3.2.7 Requerimientos de cortocircuito

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 (última revisión.)

### 3.2.8 Aceite aislante

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487 o de vegetal según norma ASTM D6871-3.

### 3.2.9 Material de los devanados

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### 3.2.10 Protecciones

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque los cuales se describen a continuación:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que puede ser reemplazado exteriormente por medio de una pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

### 3.2.11 Características mecánicas

#### **Construcción**

El transformador de pedestal deberá ser construido en su totalidad en acero inoxidable tipo 304 AISI. Los compartimentos deben ser separados por una barrera de metal en el caso de diseño de dos puertas y cumplir lo estipulado en norma ANSI C57.12.28. Se deberán contemplar aspectos de diseño y seguridad en la construcción de gabinetes, para las cuales se deberán cumplir las siguientes pruebas:

- a) Prueba de palanca.
- b) Prueba de intento de introducción de un alambre.
- c) Prueba de tirado.
- d) Prueba de operación.

## **Compartimientos**

Puede ser de un solo compartimiento. Visto de frente los terminales de media tensión deberán estar a la izquierda y los de baja tensión a la derecha. Las bisagras, pines, varillas y demás componentes de bloqueo ser de un material resistente a la corrosión equivalente al tipo 304 AISI. El tanque del transformador y los compartimientos deben ser construidos de tal manera que estando las puertas cerradas y bloqueadas limiten el desmontaje, ruptura y la entrada de cualquier tipo de objeto en la parte interna de terminales y conexiones y la manija de la puerta debe ser construida de un material no quebradizo ni deformable, además, proveer los medios para su bloqueo tales como candado y tornillo con cabeza especial de pentagonal.

## **Puertas**

Deben ser de suficiente tamaño para proveer una adecuada operación del equipo y brindar el suficiente espacio cuando se está trabajando en la unidad. El borde inferior de los compartimientos construido de tal forma que permita el uso de anclajes (sujetadores), accesibles únicamente por la parte interior de la unidad. Las gasas de izaje deben ser colocadas para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además, ofrecer un factor de seguridad mecánico de levantamiento de 5. La abertura mínima en el fondo del gabinete para la entrada de cables, de 400 mm. Deberá contar con los siguientes accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno
- c) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).
- d) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- e) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm NPT.

## **Conectores y terminales**

Los conectores de media tensión deben ser para 35 Kv. con capacidad de operación bajo carga de 200 Amp. El tanque debe tener un zócalo de descanso para cada conector de media tensión.



Los terminales de baja tensión serán del tipo espiga hasta 100 KVA, con las características de rosca y dimensiones que se indican en la tabla que a continuación se presenta. Para transformadores de potencias superiores, se utilizarán conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 6 ó 10 huecos Nema, dependiendo la potencia.

Para aquellos transformadores que alimenten cargas compuestas por redes de baja tensión de uso general y operadas por la empresa distribuidora el conector por utilizar en la espiga debe ser roscado, con un elemento que permita su separación sin la desconexión del cable de baja tensión, aislado y con una capacidad de 500 A. (Ver figura RDS en Anexo).

En otros casos se permite el uso de conectores tipo paleta rectangular de cobre estañado, de 4 ó 6 huecos Nema, o de conectores múltiples tipo silla, en ambos casos, roscados a la espiga del transformador, y será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles o contraíbles en frío, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de "frente muerto".

#### **Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión**

Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión		
Capacidad (kVA)	Tamaño de Rosca (mm)	Longitud Mínima (mm)
25-50	15.875 (5/8 pulg) -II UNC-2a	31.75
75-167	25.4 (1 pulg) -I4 INS-2a	44.45

El terminal de baja tensión (Xo) para el neutro debe ser completamente aislado con un enlace a tierra en la superficie exterior del tanque mediante láminas de cobre y todos los accesorios de conexión de media tensión citados anteriormente, construidos de acuerdo con la norma IEEE 386.

#### **Placa de datos del transformador**

El transformador deberá tener una placa de datos con la información descrita en las placas definidas por ANSI / IEEE .57.12.00, y ser colocada en el compartimiento de baja tensión, de

manera que pueda ser leída aún con los cables en su lugar, construida con acero inoxidable o aluminio, resistente a la corrosión e indeleble, los datos impresos con letras troqueladas como mínimo y colocada en una parte no removible del transformador.

### **Rotulación del transformador**

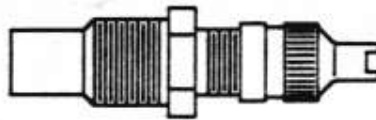
Toda indicación referente a operación, mantenimiento y seguridad, deberá venir en el idioma español. En la parte frontal exterior, tener el símbolo de identificación del equipo eléctrico energizado.

### **Preservación de aceite**

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, el cual será llenado con un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula similar al tipo Schrader, según se muestra en la siguiente figura:

SCHRADER VALVE  
FOR .125 NPT FITTING

PART # 884A694G01



1.0 TO .125 REDUCER  
PART # 71310BP223

Válvula de llenado de nitrógeno (Schrader Valve)

### 3.3 TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE



#### 3.3.1 Condiciones de Servicio

##### **General**

Los transformadores contemplados desde esta norma son para operación externa con enfriamiento natural (OA) hasta un rango de potencia de 167 kVA desde las condiciones de servicio que se detallan a continuación.

##### **Temperatura**

La temperatura ambiente de operación (temperatura de ambiente cerrado), no debe exceder los 50° C y la temperatura promedio del aire de enfriamiento por un periodo cualquiera de 24 horas no debe exceder los 40° C.

##### **Altitud**

La altitud de operación será de 1,000 m.s.n.m.

### **Humedad Relativa**

Serán para operación con una humedad relativa del 100 %.

### **3.3.2 Características eléctricas**

#### **Frecuencia**

La frecuencia de operación será 60 Hz.

#### **Fases**

Los transformadores serán del tipo monofásico.

#### **Rangos de potencias**

Las potencias normalizadas en kVA serán las siguientes: 50, 75, 100 y 167.

#### **Tensiones nominales de operación**

La tensión nominal para media tensión es 19,920 voltios y para baja tensión, 120/240 voltios, excepto que se especifique otra magnitud.

#### **Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 1.5 % de la nominal.

#### **Conexiones**

La conexión en media tensión debe ser de fase a tierra. La conexión en baja tensión debe ser trifilar.

#### **Componentes para funcionamiento en lazo**

Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajo carga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 Amp máxima y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kAmps durante 0.17 segundos.

#### **Derivaciones (Taps)**

Los transformadores serán provistos con cinco derivaciones en el lado de media tensión, que permitan una variación de +/- 5 % del voltaje nominal.

### **Polaridad**

Los transformadores con operación de 19,920 voltios serán sustractivos.

### **Marcación de terminales**

La marcación de las terminales primarias deberá ser: H1A y H1B. Y las secundarias, X1, X2, X3 y X4.

### **Impedancia**

La impedancia deberá ser la que establezca la norma ANSI C57.12.23.

### **Niveles de aislamientos**

El nivel de impulso básico (BIL) será de 150 kV mínimo, en el lado de baja tensión, de 30 kV.

### **Elevación de temperatura**

a) Por carga:

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 55 ° C sobre la temperatura ambiente, y la máxima elevación de temperatura en los devanados no deberá exceder los 70° C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales rigen estas elevaciones de temperatura se da en el apartado 5.11 de la norma IEEE C.57.12.00.

b) Por cortocircuito:

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250 °C para conductor de cobre, 200 °C para aluminio.

### **Requerimientos de cortocircuito**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 para transformadores clase I.

### **Aceite aislante**

El aceite puede ser dieléctrico de origen mineral, según ASTM D3487; o de origen vegetal según norma ASTM D6871-3

### **Material de los devanados**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### **Aislamiento de los conductores**

El aislamiento de los conductores debe ser compatible con el aceite del transformador, además, sus características dieléctricas, químicas, mecánicas, etc., deben ser adecuadamente seleccionadas para el buen funcionamiento de la unidad.

### **Protecciones**

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque, los cuales se describen a continuación:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que puede ser reemplazado exteriormente por medio de una pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.

#### 3.3.3 Características mecánicas

### **Construcción**

Los transformadores cubiertos en este estándar deben incluir conectores de media y baja tensión de acuerdo con lo descrito en la sección de conectores y terminales. Los componentes tales como: cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusibles reemplazables, diseñados para operación una vez que el transformador está en el sitio de funcionamiento, y ser localizados en éste de tal forma, que puedan ser operados desde arriba por medio de una pértiga. La construcción de la unidad será preferiblemente circular, de tal manera, que cumpla con lo estipulado en el estándar IEEE C.57.12.23 en su sección 6. El tanque del transformador, la tapa y todos los accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión.

La base del transformador tiene que ser montada sobre dos barras o algún elemento similar, resistente a la corrosión. La mínima altura de la barra o elemento similar deberá ser de 2.54 cm. Para efectos de localización de las terminales y de los elementos de operación de la unidad. Los accesorios de izaje deben estar permanentemente fijados al tanque y distribuidos de completamente armado y ser diseñados para proveer un factor de seguridad igual a cinco. La manija del mecanismo del cambiador de derivaciones deberá tener cinco posiciones de enclavamiento claramente enumerados 1-2-3-4-5 o A, B, C, D, E y operables con pértiga mecánica y con su respectiva clavija de aseguramiento para la posición de operación permanente. Además, contar con la siguiente lista de accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno.
- c) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- d) Llave de drenaje y toma de muestras de aceite de 2.54 cm (1 pulg) NPT.
- e) Cambiador de derivaciones.

### **Conectores y terminales**

Los conectores de media tensión podrán ser: boquilla tipo pozo, boquilla tipo pozo e inserto o pasatapa integral en 35 kV para operación en un sistema de 200 Amp con su respectivo zócalo de descanso (parking stand), uno por cada conector. Los conectores de baja tensión podrán ser del tipo cable, tipo paleta o tipo espiga (stud) con las características de rosca y dimensiones siguientes:

### Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión

Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión		
Capacidad (kVA)	Tamaño de Rosca (mm)	Longitud Mínima (mm)
25-50	15.875 (5/8 pulg) -II UNC-2a	31.75
75-167	25.4 (1 pulg) -I4 INS-2a	44.45

Todos los accesorios de conexión citados anteriormente, deben ser construidos de acuerdo con la norma IEEE.386. Estos son diseñados para su operación después de que el transformador ha sido instalado en el sitio y son operables con pértiga. El final del terminal H2 del bobinado de media tensión, debe estar firmemente conectado a tierra en el interior del transformador en su estructura o tanque. Esta conexión debe ser independiente de todas las otras conexiones eléctricas. El núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque.

#### **Placa de datos**

La placa de datos debe ser colocada en el lado de media tensión, y ser leída aún con los cables en su lugar, construida con un material durable resistente a la corrosión e indeleble y colocada en una parte no removible del transformador y contener la información requerida para las placas de datos tipo A, según ANSI/IEEE C.12.00.

#### **Preservación de aceite**

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, llenado de un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula tipo Schrader, con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez, desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así, evitar la acción de humedad. Una válvula reemplazable debe ser provista para evacuar cualquier sobrepresión que se produzca y debe estar ubicada en la tapa del tanque, además, ésta deberá ser igual o similar a la Qualitrol 202-037-01, así mismo ser manual y automática calibrada para operar entre 50 y 62 kPa. El puerto de entrada de la válvula debe ser de ½ plg tipo NPT.



## **El Tanque**

El tanque deberá ser de acero inoxidable, tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones de 50 kPa sin deformación permanente y 138 kPa sin ruptura o daño de la unidad. Debe estar provisto de una entrada de 1 plg NPT para la colocación de una válvula de llenado de aceite y, además, tener otra entrada roscada, tipo 25.4 mm - 11.5 NPT para la instalación de un indicador o visor de nivel de aceite. La tapa debe ser soldada en su lugar. El interior del tanque estar libre de basura, rebaba o cualquier otro elemento extraño, visible a simple vista, que se deposite en el fondo del tanque, en las bobinas o quede suspendido en el aceite. El tanque y los compartimientos deberán tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5 y debe ser realizado en tres etapas:

- a) Limpieza química y pretratamiento.
- b) Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición.
- c) Colocación de capa final de uretano.

Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSIC57.12.28.

Los terminales, para el aterrizamiento de la unidad, deben ser de acero inoxidable o de material no corrosivo, de ½ plg-13 NC con hueco de derivación y una profundidad de 11.11 mm. Los conectores para aterrizamiento deben permitir el ingreso de cable de 8.37 mm<sup>2</sup> (8 AWG) hasta 33.65 mm<sup>2</sup> (2 AWG) de sección transversal.

## **Almacenamiento e Instalación**

- a) Almacenamiento:

El transformador debe ser almacenado en posición vertical y permanecer esencialmente en esa posición todo el tiempo, tanto cuando es transportado como durante su instalación. El embalaje debe permitir la adecuada protección del equipo.

- b) Instalación:

El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde las condiciones ambientales y climáticas no permitan variación en los ángulos de inclinación respecto de la horizontal.

#### 3.3.4 Pruebas

A menos que se especifique otra situación todas las pruebas deben ser realizadas de acuerdo con el estándar IEEE C.57.90, y, además, todas las pruebas deberán ser hechas en fábrica solamente. La lista de pruebas para transformadores sumergibles monofásicos con potencias hasta 167 kVA y menor, deberá estar de acuerdo con la tabla No 19 del estándar C.57.12.00.

#### 3.3.5 Garantía.

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.

#### 3.3.6 Normativa

Esta especificación está basada en el estándar ANSI/IEEE C57 "Distribution, Power and Regulating Transformers", por lo tanto, cualquier duda, omisión o ambigüedad será aclarada en función de lo establecido por dicho estándar en sus diferentes capítulos.

### 3.4 TRANSFORMADORES TRIFÁSICOS TIPO SUMERGIBLE



#### 3.4.1 Condiciones de servicio

##### **General**

Los transformadores contemplados bajo la norma ANSI C57.12.24, son para operación externa con enfriamiento natural (OA) hasta un rango de potencia de 2500 kVA desde las condiciones de servicio que se detallan.

##### **Temperatura**

La temperatura ambiente de operación no debe exceder los 50° C y la temperatura promedio de aire de enfriamiento por un periodo cualquiera de 24 horas no debe exceder los 40° C.

##### **Altitud**

La altitud de operación será de 1,000 m.s.n.m.

##### **Humedad Relativa**

Serán para operación con una humedad relativa del 100 %.

### 3.4.2 Características eléctricas

#### **Frecuencia**

La frecuencia de operación será 60 Hz.

#### **Fases**

Los transformadores serán del tipo trifásico.

#### **Rangos de potencias**

Las potencias normalizadas en kVA serán las siguientes: 75, 150, 225, 300, 500, 750, 1,000, 1,500, 2,000 y 2,500.

#### **Tensiones nominales de operación**

La tensión nominal para alta tensión es 34,500 voltios. Las tensiones nominales para baja tensión son: 120/208 voltios, 277/480 voltios.

#### **Corriente de excitación**

La corriente de excitación no deberá ser mayor de 2 % de la corriente nominal  $I_0$ .

#### **Conexiones**

La conexión en media tensión debe ser en estrella sólidamente aterrizada. La conexión en baja tensión debe ser estrella sólidamente aterrizada, excepto que se especifique otra conexión. Además, el núcleo deberá quedar eléctricamente conectado al tanque y ser de 4 ó 5 columnas certificadas de fábrica.

#### **Componentes para funcionamiento en lazo**

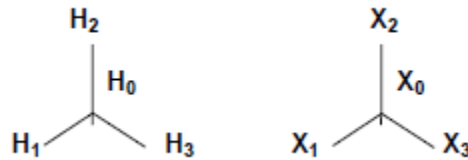
Todos los componentes para funcionamiento en lazo deben ser operables bajocarga, capaces de llevar una corriente permanente de 200 A máxima y tener una capacidad de cortocircuito de 10 kA durante 0.17 segundos.

#### **Derivaciones (Taps)**

Los transformadores serán provistos con cinco derivaciones en el lado de media tensión, que permitan una variación de +/- 5 % del voltaje nominal.

### **Desplazamiento angular**

El desplazamiento angular entre media tensión y baja tensión debe ser cero grados, como lo muestra la siguiente imagen:



Desplazamiento angular.

Tomado de: ANSI C57.12.24-1992.

### **Marcación de terminales**

La marcación de las terminales primarias deberá ser: H1A, H2A y H3A, H1B, H2B, H3B y H0. Y las secundarias, X1, X2, X3 y X0.

### **Impedancia**

La impedancia deberá estar comprendida entre el rango de 3 al 6 %, medida a corriente y frecuencia nominales, de acuerdo con las diferentes capacidades.

### **Niveles de aislamientos**

El nivel de impulso básico (BIL) en el lado de media tensión será de 150 kV, en el lado de baja tensión, de 30 kV.

### **Elevación de temperatura**

#### **a) Por carga**

La elevación promedio de temperatura en los devanados no debe exceder los 55° C sobre la temperatura ambiente, y la máxima elevación de temperatura no deberá exceder los 70° C sobre la temperatura ambiente. El detalle de los límites desde los cuales rigen estas elevaciones de temperatura deben ser consultados en el apartado 5.11 de la norma IEEE C.57.12.00.

#### **b) Por cortocircuito**

La temperatura del material conductor bajo cortocircuito no debe exceder los 250° C para conductor de cobre, 200 C para el aluminio.

### **Requerimientos de cortocircuito**

Los transformadores deben ser diseñados para resistir corrientes de cortocircuito de acuerdo con la norma ANSI/IEEE C.57.109 para transformadores clase II y III.

### **Aceite aislante**

El aceite aislante deberá ser nuevo, sin usar, del tipo mineral y que reúna los requerimientos de la norma ASTM D3487-88.

### **Material de los devanados**

El material de los devanados podrá ser cobre o aluminio.

### **Aislamiento de los conductores**

El aislamiento de los conductores debe ser compatible con el aceite del transformador, además, sus características dieléctricas, químicas, mecánicas, etc, ser adecuadamente seleccionadas para el buen funcionamiento de la unidad.

### **Protecciones**

Los transformadores deben tener por fase dos fusibles conectados en serie y debidamente coordinados entre sí. Ambos fusibles deben estar sumergidos en aceite en el interior del tanque los cuales se describen a continuación:

- a) Fusible de expulsión "FE" de doble elemento tipo bayoneta (dual sensing) de operación interna que pueden ser reemplazados exteriormente por medio de una pértiga.
- b) Fusible limitador de corriente "FLC" de arena plata de rango parcial.
- c) Pararrayos secundario de 20 kA, tipo MOV (Oxido de Zinc), éste deberá venir con el transformador y se colocará en el lado, no sumergible más cercano al transformador.

## **Seccionamiento**

Con el fin de poder obtener seccionamiento ya sea del transformador o en ambos lados del lazo que alimenta el transformador, éste deberá ser provisto de un seccionador tipo LBOR (Loadbreak Oil Rotary) de cuatro posiciones en "T" con las siguientes características eléctricas:

- a) Voltaje máximo de operación: 38 kV.
- b) Corriente nominal máxima 200 A.
- c) Corriente momentánea máxima 10 kA.

El seccionador tipo LBOR deberá ser operable desde el exterior mediante una manija de operación manual.

### 3.4.3 Características mecánicas

## **Construcción**

El transformador sumergible trifásico debe consistir en un tanque con terminales de media y baja tensión. Este transformador debe incluir conectores de media tensión. Los componentes tales como: cambiadores de derivaciones, conectores separables, fusibles reemplazables, diseñados para operación una vez que el transformador está en el sitio de funcionamiento, deben ser localizados en el transformador, de tal forma, que puedan ser operados desde arriba por medio de una pértiga. La construcción de la unidad debe ser tal que ésta pueda ser, subida o bajada verticalmente en una cámara o foso, construida en la vía pública o propiedad del abonado. El tanque del transformador, la tapa y todos los accesorios externos deben ser resistentes a la corrosión. La base del transformador tiene que ser montada sobre dos barras o algún elemento similar, resistente a la corrosión. La mínima altura de la barra o elemento similar deberá ser de 3.81 cm, siendo esta altura la separación libre que debe quedar entre el piso del tanque y el suelo, con esquinas salientes libres para levantamientos. Las agarraderas de levantamiento deben ser colocadas para proveer un balance distribuido para un levantamiento en dirección vertical de todo el transformador completamente armado. Además, ofrecer un factor de seguridad mecánico de levantamiento de 5. La unidad debe ser provista con cuatro ganchos para el levantamiento por medio de cuatro cables a un ángulo máximo de 30 grados con respecto de la vertical. Estos

ganchos deben estar libres de filos o superficies cortantes y cada uno tener al menos un hueco para el aseguramiento del perno de enganche su colocación debe obedecer al resultado de una distribución balanceada del levantamiento vertical. La manija del mecanismo del cambiador de derivaciones deberá estar en la tapa del transformador con una entrada de 5.08 cm NPT, con cinco posiciones de enclavamiento claramente enumerados 1-2-3-4-5 o A, B, C, D, E, operables con pértiga mecánica y con su respectiva clavija de aseguramiento para la posición de operación permanente. Para el accionamiento del mismo, la unidad debe estar completamente desenergizada y contar, además, con la siguiente lista de accesorios como mínimo:

- a) Válvula de alivio de presión (Referencia Qualitrol 202-032-01).
- b) Válvula de llenado de nitrógeno.
- c) Indicador o visor de nivel de aceite (Referencia Qualitrol 020-029-01).
- d) Termómetro (Referencia Qualitrol 151-010-01).

### **Conectores y terminales**

Los conectores de media tensión podrán ser: boquilla tipo pozo, boquilla tipo pozo e inserto o pasatapa integral en 35 kV para operación en un sistema de 200 Amp con su respectivo zócalo de descanso (parking stand), uno por cada conector. Los conectores de baja tensión podrán ser del tipo espiga (stud) o tipo paleta. En el caso del terminal tipo paleta, será necesario colocar elementos aislantes, tales como mangas o cobertores termocontraíbles, con el fin de poder mantener durante todo momento un secundario de "frente muerto" y garantizar la hermeticidad de la terminal contra el agua, deberán ser de acuerdo con lo señalado en el punto 7.2.1.3 de la norma C57.12.24, con las características de rosca y dimensiones siguientes:



### Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión

Dimensiones de Espigas en terminales lado Baja Tensión		
Capacidad (kVA)	Tamaño de Rosca (mm)	Longitud Mínima (mm)
75-150	15.875 (5/8 pulg) -II UNC-2a	31.75
225-300	25.4 (1 pulg) -14 INS-2a	44.45
500	31.75 (1 1/4 pulg) 12 UNF-2a	66.54

Para transformadores con potencias mayores a 500 kVA, se debe utilizar conector tipo platina rectangular plana de 6 ó 10 huecos dependiendo de la potencia de la unidad. El terminal neutro de baja tensión tiene que ser completamente aislado con un enlace de tierra en la superficie exterior del tanque.

#### **Placa de datos**

La placa de datos debe ser colocada en el lado de baja tensión, y ser leída aún con los cables en su lugar, construida con un material durable resistente a la corrosión e indeleble y colocada en una parte no removible del transformador. Además, contener la información descrita en las placas tipo C de acuerdo con el estándar IEEE C.57.12.00.

#### **Preservación de aceite**

El transformador debe ser de construcción de tanque sellado, llenado de un volumen constante de nitrógeno por medio de una válvula Schreder, con el fin de aislar el aceite dieléctrico de la atmósfera y a la vez desplazar el posible oxígeno que se encuentre dentro del tanque y así, evitar la acción de humedad. Una válvula reemplazable debe ser provista para evacuar cualquier sobrepresión que se produzca y estar ubicada en la tapa del transformador, además, ser manual y automática calibrada para operar entre 50 y 62 kPa. El puerto de entrada de la válvula debe ser de 13mm (½ pulgada) tipo NPT y de un tamaño especificado para un rango mínimo de flujo, ésta

deberá estar provista de un anillo de jalado capaz de soportar una fuerza de tracción de 11.34 Kg durante un minuto sin sufrir deformación permanente. Las partes de la válvula expuestas al ambiente tienen que ser resistentes a la corrosión.

Asimismo, los empaques lineales y de anillos resistentes al vapor del aceite y a una temperatura de 105°C de operación continua.

### **Tanque**

El tanque deberá ser de acero inoxidable tipo 304 y lo suficientemente fuerte para resistir presiones que no sobrepasen 50 kPa, sin deformación permanente y debe ser probado a una presión de 50 kPa durante un mínimo de 6 horas con el fin de verificar posibles fugas. Además, estar provisto con dos terminales para aterrizamiento con hueco de derivación de ½ a 13 UNC y una profundidad de 11.11 mm hasta 500 kVA, arriba de 500 kVA dos terminales de cobre o acero inoxidable de 2 x 89 mm con dos huecos espaciados a 44.45 mm para rosca 1/2-13 UNC. Estas terminales deben estar en la tapa del transformador. Todas las roscas en acero tienen que ir acompañadas con tornillos no corrosivos, con el fin de prevenir la oxidación durante el almacenaje y el interior del tanque estar libre de basura, rebaba o cualquier otro elemento extraño, visible a simple vista, que se deposite en el fondo del tanque, en las bobinas o quede suspendido en el aceite. El tanque deberá tener en su interior una marca visible del correcto nivel de líquido a 25 °C y el tanque y los compartimentos tener un recubrimiento anticorrosivo de pintura epoxibituminosa color verde Munsell 7GY 3.29/1.5 y debe ser realizado en tres etapas:

- a) Limpieza química y pretratamiento.
- b) Colocación de base epóxica por efecto de electrodeposición.
- c) Colocación de capa final de poliuretano

Las características de pintura deben ser iguales o superiores a las descritas en la norma ANSI C57.12.28.

### **Almacenamiento e Instalación**

- a) Almacenamiento:

el transformador debe ser almacenado en posición vertical y permanecer esencialmente en esa posición todo el tiempo, tanto cuando es transportado como durante su instalación.

**b) Instalación:**

El equipo fabricado desde esta especificación debe ser instalado en áreas donde las condiciones ambientales y climáticas no permitan variación en los ángulos de inclinación respecto de la horizontal.

### 3.4.4 Pruebas

A menos que se especifique otra situación todas las pruebas deben ser hechas de acuerdo con la estándar IEEE C.57.90, y además, todas ser hechas en fábrica solamente. La lista de pruebas para transformadores de pedestal trifásicos con potencias hasta 2500 kVA deberá estar de acuerdo con la tabla No 19 del estándar C.57.12.00 y serán solicitadas a la hora de llegar a nuestro taller de transformadores en el caso de los aportes y posterior a la adjudicación en el caso de las licitaciones.

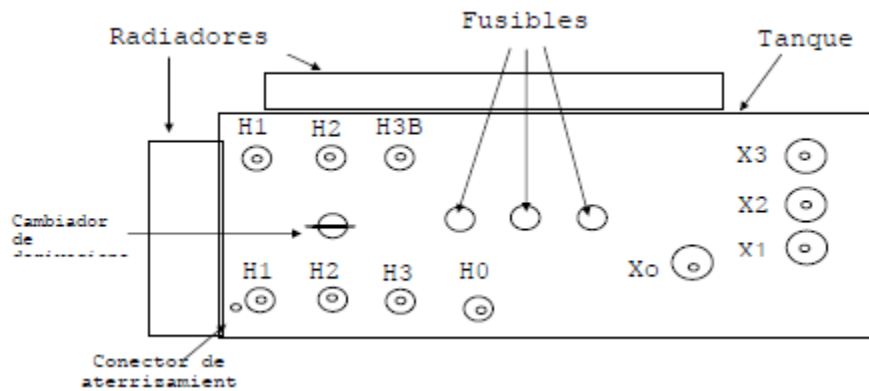
### 3.4.5 Nivel de ruido

Para transformadores trifásicos, se permitirán niveles de ruido descritos en la siguiente tabla:

Potencia (kVA)	Nivel de ruido promedio (dB) 35kV
75	51
150	55
225	55
300	55
500	56
750	57
1000	58
1500	60
2000	61
2500	62

### 3.4.6 Garantía

Cuando el transformador sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones del manejo de las garantías, serán de acuerdo a lo establecido para la aceptación de obras por la empresa distribuidora.

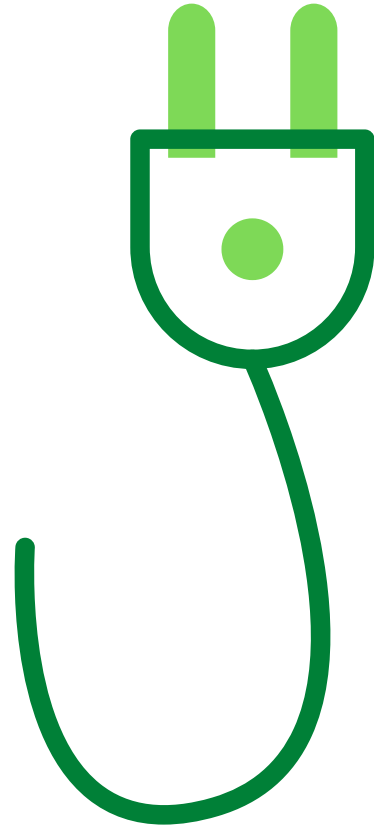


Localización de conectores en transformadores trifásicos sumergibles.

Tomada de: ANSI C.57.12.24

# CAPÍTULO 4

1	CONDUCTORES PARA MEDIA TENSIÓN	P.75
2	CONSTRUCCIÓN	P.76
3	PRUEBAS EN FÁBRICA	P.77
4	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	P.77
5	GARANTÍA	P.79



# CAPÍTULO 4

6 INFORMACIÓN

TÉCNICA

P.80

7 CABLES DE BAJA

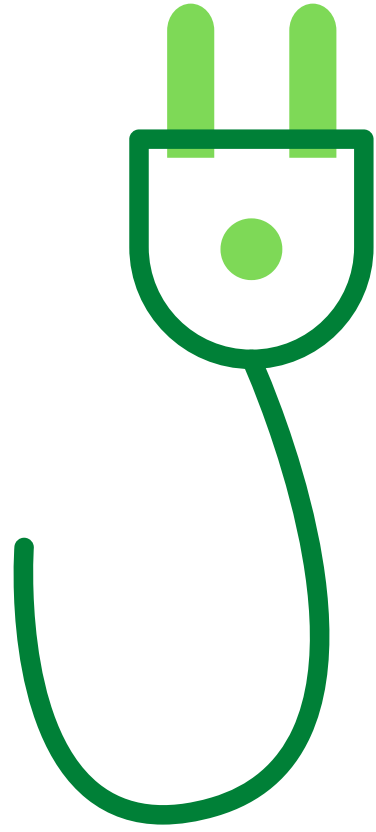
TENSIÓN

P.80

8 PRUEBAS Y CONDICIONES

DE INSTALACIÓN

P.81



## CAPÍTULO 4 CONDUCTORES

### 4.1. ESPECIFICACIONES DE CONDUCTORES PARA MEDIA TENSIÓN

#### 4.1.1 Especificaciones generales

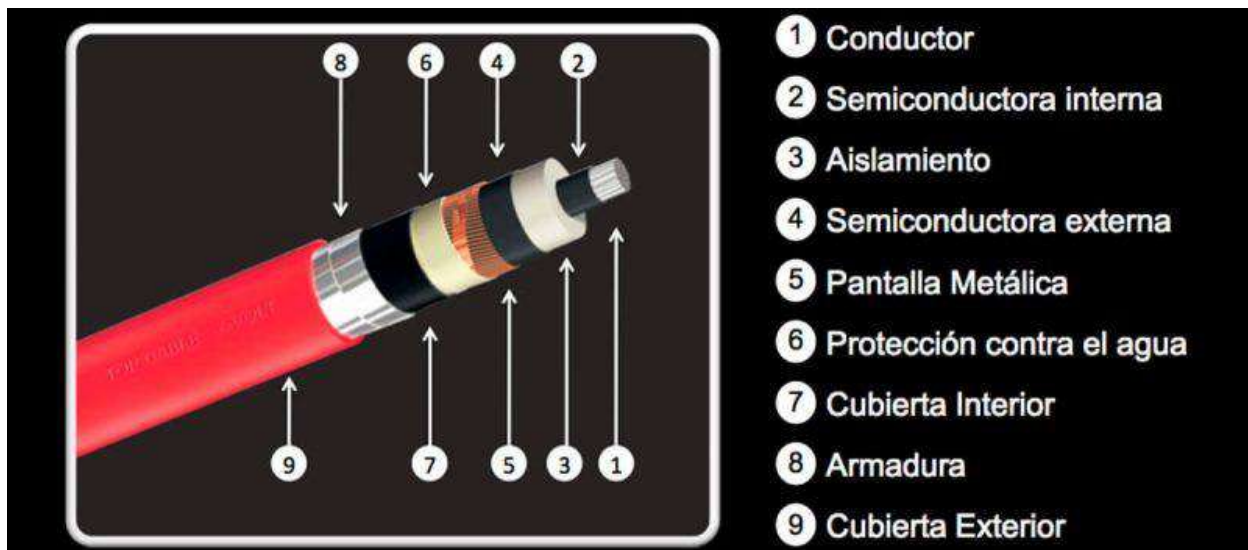
Se establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los conductores de potencia para media tensión, los cuales serán del tipo unipolar con el conductor de cobre, bloqueado contra penetración de humedad, material del aislamiento EPR para un nivel de tensión clase 35 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre y su cubierta exterior se construirá en polietileno color negro de alta densidad. Deberán cumplir con las normas internacionales que aquí se indiquen y las especificaciones particulares que se presentarán seguidamente:

Sección transversal del conductor:	240 mm <sup>2</sup> (500 MCM), 120 mm <sup>2</sup> (250 MCM), 50mm <sup>2</sup> (1/0 AWG).
Material del conductor:	Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo comprimido.
Pantalla metálica (neutro):	Hilos de cobre.
Aislamiento:	Goma Etilopropilénica (EPR) al <b>100%</b> para el calibre de 50mm <sup>2</sup> (1/0 AWG) y <b>133 %</b> para los calibres de 120 mm <sup>2</sup> (250 MCM) y 240 mm <sup>2</sup> (500 MCM).
Pantallas de bloqueo humedad:	Longitudinal y transversal.
Cubierta protectora exterior:	Polietileno de color negro alta densidad.
Tipo de conductor:	Monopolar.
Temperaturas máximas:	90°C operación, 130°C sobrecarga 250°C corto circuito
Proceso de curado:	En seco

## 4.1.2 Normas

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con las normas ICEA S-94-649, para conductores con calibres denominados mediante AWG, alternativamente se usará la norma IEC-60840 para conductores de calibres denominados en mm<sup>2</sup>. Las normas deben estar vigentes a su última revisión.

## 4.2. CONSTRUCCIÓN



### 4.2.1 Conductor

Cableado de cobre recocido sin estañar, redondo trenzado o comprimido.

### 4.2.2 Proceso de construcción de pantallas semiconductoras y aislamiento.

Sobre el conductor con un proceso de triple extrusión simultánea real, se aplicará una capa semiconductora de homogenización interna, el aislamiento y la capa semiconductora de homogenización externa.

### 4.2.3 Pantalla metálica (Neutro)

La pantalla metálica deberá estar conformada por hilos de cobre, con un área de sección equivalente al **33 %** de la sección del conductor de fase y será utilizada como neutro en sistemas monofásicos con una capacidad instalada de hasta 750 kVA, o en sistemas trifásicos.



Las empresas distribuidoras velarán porque los abonados o usuarios de tipo industrial y general, con servicios trifásicos, ajusten sus instalaciones con el fin de que la distorsión armónica de la corriente en el punto de entrega se encuentre dentro de los límites establecidos en la Norma Técnica: Calidad de Voltaje de suministro (AR-NTCVS) de la ARESEP.

#### 4.2.4 Pantallas de bloqueo contra penetración de humedad

Entre espacios de los alambres del conductor de fase, se aplicará un compuesto bloqueador en forma longitudinal que evite la penetración y migración de agua a lo largo del conductor. Además, sobre la pantalla metálica se deberá aplicar un compuesto, hilos o cinta higroscópica bloqueadora para evitar la penetración de humedad en forma radial hacia el aislamiento del conductor.

#### 4.2.5 Cubierta exterior

Sobre la pantalla de bloqueo exterior (radial) se deberá colocar una cubierta de protección exterior de polietileno de alta densidad color negro, con un espesor mínimo de 2 mm.

#### 4.2.6 Curado

El proceso de curado del cable deberá ser en seco. No se aceptarán conductores con curado al vapor. En el protocolo de pruebas, el fabricante deberá certificar el proceso de curado que utilizó.

#### 4.2.7 Identificación

Los conductores deberán llevar a lo largo de toda su cubierta, una nota a intervalos máximos de 50 centímetros con letras en bajo relieve, que indiquen lo siguiente:

- ✓ Nombre del fabricante
- ✓ Tipo de aislamiento
- ✓ Sección del conductor en mm<sup>2</sup> (MCM, AWG)
- ✓ Material del conductor (Cu)
- ✓ Tensión nominal (35 kV)
- ✓ Año de fabricación
- ✓ Numeración progresiva a cada metro de la longitud

En proyectos especiales la empresa distribuidora se reserva el derecho de solicitar el cable con las siglas de la empresa.

### 4.3. PRUEBAS EN FÁBRICA

El cable deberá cumplir con las pruebas tipo, rutina y aceptación de acuerdo con la norma ICEA o IEC.

### 4.4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN PARA EL CONDUCTOR DESPUÉS DE INSTALADO

Una vez instalado el conductor, con sus respectivos terminales, empalmes y accesorios, se realizarán las pruebas de aceptación. Las pruebas serán efectuadas por una empresa autorizada por la empresa distribuidora. La empresa que realice las pruebas emitirá el protocolo de éstas con sus resultados, las cuales serán presentados ante la empresa distribuidora como requisito previo a la energización del sistema. La empresa distribuidora podrá realizar adicionalmente sus propias pruebas de verificación. Las pruebas por realizar serán las siguientes:

#### 4.4.1 Aislamiento

La resistencia de aislamiento medida debe ser mayor o igual a la resistencia calculada por medio de la siguiente fórmula:

#### FÓRMULA PARA EL CÁLCULO RESISTENCIA DE AISLAMIENTO MÍNIMO

$$R = K \cdot f_c \cdot \log \left( \frac{D}{d} \right) \cdot L$$

Donde:

**R:** Resistencia del aislamiento en Mega ohm.

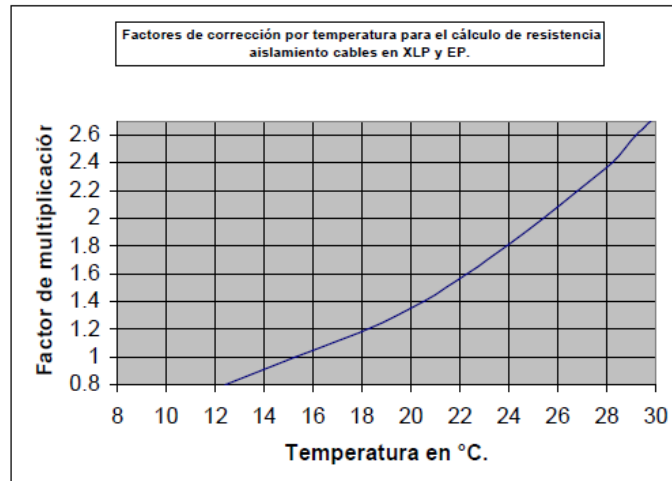
**K:** Constante de aislamiento para el EPR igual a 20.000 Megaohm - km. @ 15.6 °C

**D:** Diámetro sobre el aislamiento en milímetros

**d:** Diámetro bajo el aislamiento en milímetros

**L:** Longitud del conductor en km.

**f<sub>c</sub>:** Factor de corrección por temperatura, en el siguiente gráfico:



### **Prueba de Potencial aplicado DC.**

Se aplicará una tensión de corriente directa 100 kV., incrementándolo en etapas y manteniéndolo durante un período de 15 minutos desde el procedimiento establecido por la norma IEEE-400.

#### 4.4.2 Otras pruebas

Las siguientes pruebas serán realizadas por la empresa distribuidora cuando lo considere necesario:

### **Prueba Factor de Potencia de Aislamiento**

Se aplicará 10 KV a 60 Hz para determinar el factor de potencia o factor de disipación y medición de pérdidas del conductor. El valor mínimo aceptado deberá ser igual o menor al establecido por la norma correspondiente.

### **Prueba de Reflectometría**

A cada conductor se le realizará una prueba de reflectometría, la que representará la huella del cable y queda en el historial como una fotografía de la oscilografía y podrá ser comparada con una nueva prueba, ante cualquier avería.

#### 4.4.3 Otras condiciones

### **Condiciones de entrega y traslado de carretes**

cada largo de cable o tramo se entregará en la obra en un carrete separado, identificado como mínimo con la información indicada en el punto "Identificación". Los carretes deberán tener la

rigidez mecánica suficiente como para soportar la exigencia del transporte sin que el cable sufra deformaciones u otros daños. Los extremos de cable deberán estar siempre protegidos contra la penetración de humedad, mediante un capuchón termo contráctil. Para calibres iguales o superiores a 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM) el constructor debe incluir y utilizar un dispositivo de tracción (perno de tracción) para el jalado del cable.

#### **4.5. GARANTÍA**

El cable deberá tener una garantía mínima de 2 años.

#### **4.6. INFORMACIÓN TÉCNICA**

El contratista deberá presentar la siguiente documentación completa a la empresa distribuidora:

- ✓ Curvas de intensidades máximas admisibles en el cable, en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0,1 y 5 segundos.
- ✓ Curva de intensidades máximas admisibles en la pantalla en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0,1 y 5 seg.
- ✓ Tensión máxima de jalado en kg y tramo máximo, para ambos métodos de instalación con (malla para cables hasta 50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) o perno de tracción cables mayores o iguales a 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM).
- ✓ Protocolo de pruebas en fábrica.
- ✓ Información de características físicas (dimensiones, peso, número y calibre de hilos en pantalla, etc.).
- ✓ Información de características eléctricas de acuerdo con la disposición del conductor (intensidad admisible en carga normal, intensidad en condiciones de emergencia, resistencia c.a., capacitancia por fase).

#### **4.7. CABLES BAJA TENSIÓN**

##### **4.7.1 General**

Se especifica y establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los cables de baja tensión para uso en instalaciones comerciales, residenciales e industriales, etc, colocados en forma subterránea en conductos, cable tipo unipolar, material cobre suave, con aislamiento termo fijo aislado en polietileno de cadena cruzada (XLPE). El cable deberá ser igual

o superior a RHH / RHW – 2 / USE – 2, para tensiones de 0.6 KV y temperatura de operación 90 °C, cumplir con las pruebas según UL-44 y UL-854, o IEC 502 para cables de 0,6/1 kV, clase 2.

#### 4.7.2 Cables de Baja Tensión.

Las secciones transversales de los conductores serán diseñadas de acuerdo con las características particulares del proyecto y justificadas en la memoria de cálculo presentada. La empresa distribuidora se reserva el derecho de modificar o corregir los diseños de acuerdo con la normativa establecida por ARESEP (ver apartes 5.8.4 y 5.8.7), así como el Código Eléctrico (NEC).

a) Material del conductor: Cobre recocido

b) Suministro del cable: Monopolar

Los calibres para el caso de la distribución pública general a usar serán de 120 mm<sup>2</sup> (250 MCM) para los ramales distribuidores y 35 mm<sup>2</sup> (2 AWG) o 50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) para las acometidas.

### 4.8. PRUEBAS Y CONDICIONES DE INSTALACIÓN

Las pruebas deberán estar de acuerdo con la norma IEC o U.L.

Las derivaciones de circuitos o de acometidas, se podrán realizar desde los terminales secundarios del transformador con conectores de frente muerto, dentro de las cajas de registro secundarias, utilizando regletas de derivación para uso sumergido (moles), los cuales deberán cumplir con las siguientes normas: ANSI C119.4, y ASTM D543.

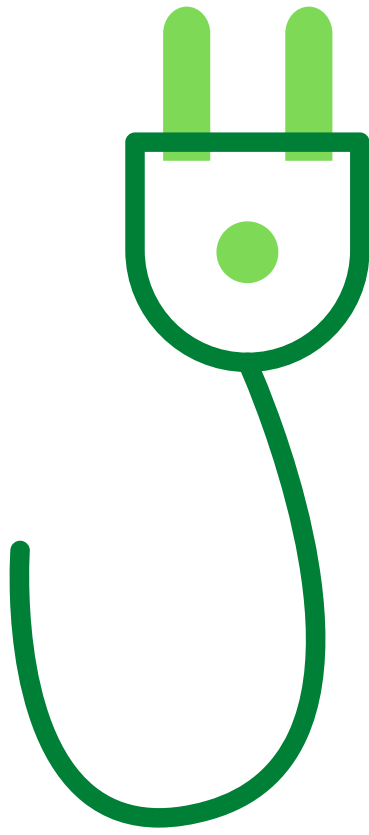
Los circuitos tendrán una configuración radial, ya sea con conexión en regleta o en armario y como máximo saldrán cuatro ramales de cada transformador.

El neutro se deberá aterrizar en todas las cajas en donde existan derivaciones y en el transformador.

El neutro en el lado secundario del transformador o en la carcasa del equipo que se trate y en las puestas a tierra de los pararrayos, se deberá conectar y generalizar en un nodo común en el tanque del transformador. De este punto, se debe conectar dentro de la fosa a la malla de tierras.

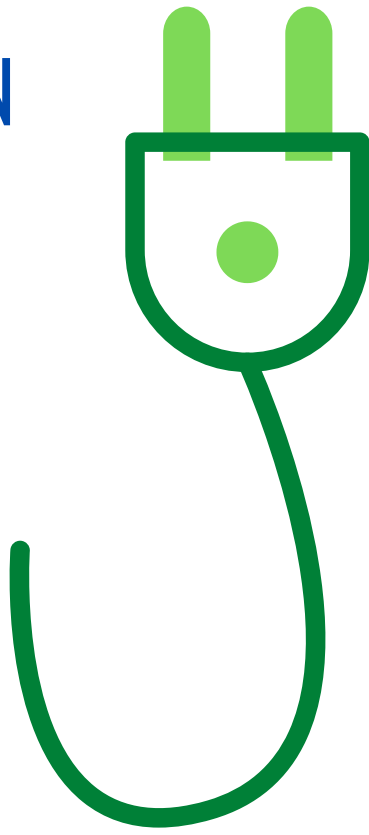
# CAPÍTULO 5

- 1 **PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO** P.82
- 2 **CORTACIRCUITOS** P.82
- 3 **FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE** P.83
- 4 **CUCHILLA SECCIONADORA** P.83



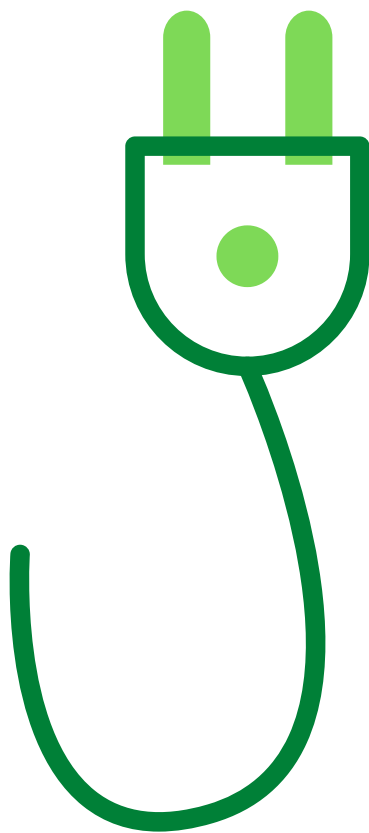
# CAPÍTULO 5

5	INTERRUPTOR	P.83
6	PARARRAYOS	P.86
7	INTERRUPTOR PRINCIPAL	
	ACOMETIDA	P.86
8	REGLETAS DE DERIVACIÓN	P.86
9	TERMINALES PARA TRANSICIÓN	P.87



# CAPÍTULO 5

10	EMPALMES	P.87
11	PUESTAS A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN	P.88
12	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	P.89
13	PUNTOS DE ENTREGA	P.89
14	ACCESORIOS EN MEDIA TENSIÓN	P.91





## CAPÍTULO 5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y ACCESORIOS

### 5.1 EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y SECCIONAMIENTO

La empresa distribuidora determinará la utilización de los equipos de protección y seccionamiento necesarios de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

Los sistemas de protección y seccionamiento para las redes de distribución subterráneas serán los siguientes:

a) Cortacircuitos y fusible eslabón



b) Fusible limitador de corriente



c) Cuchillas seccionadoras



Cuchillas seccionadoras con carga



Cuchillas seccionadoras sin carga



Cuchillas de Puesta a Tierra

d) Interruptor (Llave Seccionadora)



e) Pararrayos



f) Interruptor tipo poste



### g) Regleta de derivación



## 5.2 CORTACIRCUITOS

Voltaje nominal de operación:	19.9 / 34.5 kV.
Voltaje máximo:	38 kV.
Nivel Básico de Impulso (BIL):	170 kV. (Mínimo)
Capacidad interruptiva (mínimo):	12 kA. Simétricos (Venteo sencillo)
Capacidad nominal:	100A Operable bajo carga con cámaras de extinción de arco
Distancia de fuga:	660 mm (mínimo)
Normas:	ANSI C.37-40, C.37-41, C.37-42 y NEMA 5G-2

## 5.3 FUSIBLE LIMITADOR DE CORRIENTE

Fusible limitador de corriente para redes eléctricas de media tensión con una tensión de servicio 34.5 Grd/19.92 kV, de uso exterior en redes de distribución subterráneas, para ser colocado en serie con cortacircuitos convencionales tipo abierto de 100 amperios en el lado de la fuente del cortacircuito. Para ello, deberá tener los herrajes necesarios que permitan una fácil conexión de la línea y el cortacircuito, entre los cuales deberá ir colocado. Construido según norma ANSI C37.40, con capacidad máxima de despeje de fallas de 50 kA simétricos. La información técnica del mismo le será solicitada a cada ingeniero consultor.

## 5.4 CUCHILLA SECCIONADORA

En caso que la empresa distribuidora lo considere necesario, se utilizarán cuchillas seccionadoras en la transición aéreo subterráneo. Las características y suministros de este dispositivo serán establecidos por las empresas distribuidoras.

## 5.5 INTERRUPTOR (LLAVE SECCIONADORA)

### 5.5.1 Descripción General

Interruptor para la protección y seccionamiento (al vacío o bajo carga) tipo pedestal o sumergible, de frente muerto. Este equipo consiste en un tanque hermético lleno de gas hexafluoruro de azufre (SF6) a baja presión, o aislamiento sólido, el cual funcionará como dieléctrico, tendrán cámaras al vacío para la interrupción de corrientes de cortocircuito. La protección de cortocircuito deberá disponer de un relevador de sobre corrientes del tipo estado sólido, con capacidad para ser programado en el sitio a través de un teclado o por medio de una micro computadora. Deberá tener los dispositivos para la medición de corrientes e interrogación remota.

### 5.5.2 Normas

Deberá cumplir con las normas de acuerdo con la última revisión:

- ✓ ANSI / IEEE C.37.60 - C.37.63 - C.37.71 – C.37.72 – C 37. 73
- ✓ C 57.12.28
- ✓ ANSI / IEEE 386
- ✓ ASTM D 2472
- ✓ IEC 56 – IEC 265 – 1

### 5.5.3 Características particulares

Voltaje nominal:	35 kV
Voltaje de operación máximo:	38 kV
Tensión aplicada en 1 minuto:	50 kV
Nivel básico de impulso mínimo:	150 kV

Capacidad de corriente servicio continuo en barras:	600 A
Capacidad de maniobra con carga:	200 ó 600 A (según se indique para cada configuración)
Frecuencia:	60 Hz
Medio aislante:	SF6 o aislamiento sólido
Medio de interrupción del cortocircuito:	Cámara de vacío
Número de vías:	De acuerdo con las necesidades del proyecto.
Puesta a tierra de contactos:	Los interruptores deberán ser de tres posiciones en los contactos: abierto, cerrado y aterrizado.
Capacidad interruptiva mínima:	12 kA Simétricos
Material del tanque y/o gabinete:	Acero inoxidable tipo AISI 304. Los de tipo pedestal serán pintados de color verde oliva, similar a Munsel 7.0GY3.29/1.5.
Boquillas o insertos:	Debe cumplir con la norma ANSI/IEEE 386, con apertura bajo carga para los dispositivos de 200 A.
Boquillas o insertos:	Debe cumplir con la norma ANSI/IEEE 386, con apertura bajo carga para los dispositivos de 200 A.
Indicador de presión de gas SF6:	Mediante un manómetro con indicación del nivel de presión y colores para presión normal y baja presión.

#### 5.5.4 Especificaciones del control

Las entradas o salidas que deban tener protección, requieren de un relevador de sobre corriente construido con tecnología basada en microprocesadores, programable directamente en el sitio por medio de una computadora personal o por teclado. Las curvas de operación tiempo-corriente deberán ser del tipo tiempo inverso, extremadamente inverso o instantáneas con capacidad para ser modificadas.

El diseño del proyecto deberá prever la alimentación de corriente alterna para el control.

#### 5.5.5 Características Particulares del Control Electrónico.

- ✓ Selector de disparo tripolar y monopolar
- ✓ Apertura manual
- ✓ Selección de corrientes de disparo por fase, ajustables en un rango comprendido entre 30 y 600A
- ✓ Selección de corriente mínima de disparo por desbalance
- ✓ Retardo de disparo por corriente de magnetización
- ✓ Medición de corriente por cada fase y para cada salida protegida
- ✓ Indicador de fallas por fase o tierra de la magnitud de corrientes, con fecha y hora del evento
- ✓ Selección de curvas de disparo tiempo – corriente.
- ✓ Registro de operaciones.
- ✓ Pantalla de visualización y consulta de datos
- ✓ Disponer de un puerto de comunicaciones. En caso de que el protocolo de comunicación y el software de interrogación sean del tipo propietario deberá entregarse al menos una licencia de éstos.
- ✓ Para equipos de pedestal, el gabinete del control será totalmente hermético, con un grado mínimo de protección IP 65 o equivalente. En caso de equipos tipo sumergible el gabinete, también, deberá ser sumergible.
- ✓ Para equipos tipo sumergibles, el gabinete no deberá estar adosado al equipo.

## **5.6 PARARRAYOS**

### **5.6.1 Pararrayos para la transición aéreo-subterráneo**

Todo punto de transición aéreo-subterráneo debe usar pararrayos de uso pesado. Estos serán encapsulados en hule siliconado de tipo óxido metálico para un MCOV de 22 kV y un rango de pararrayo de 27 kV, 10kA, de acuerdo con la norma NEMA ANSI C-62.11.

### **5.6.2 Tipo Codo.**

Se deberá utilizar, en cada fase del último equipo de cada ramal, un pararrayos tipo codo de óxido metálico (M.O.V.E.), clase 35 kV, norma ANSI / IEEE 386 para 27 kV, 22 kV MCOV. de acuerdo con la norma NEMA ANSI C-62.11.

## **5.7 INTERRUPTOR PRINCIPAL DE ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN**

Cuando por efectos de carga o coordinación de protecciones la colocación de corta circuito no sea viable, deberá colocarse un interruptor en la acometida del nuevo sistema. Las características de este equipo serán aportadas por la empresa distribuidora.

## **5.8 REGLETAS DE DERIVACIÓN**

Se aceptará el uso de las regletas de derivación, cuando se cumplan las siguientes condiciones: para uso de servicios generales y de alumbrado público, en sistemas de media tensión de conexión monofásica, longitudes no mayores de 150 m, y una potencia máxima de conexión de 50 kVA.

## **5.9 TERMINALES PARA LA TRANSICIÓN AÉREO – SUBTERRÁNEO**

### **5.9.1 Especificaciones Generales**

Los terminales que se especifican a continuación, se usarán en la transición del sistema aéreo a subterráneo, en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 19.9 / 34.5 kV. Deberán ser resistentes a la radiación ultravioleta, contaminantes tales como niebla salina, lluvia ácida, polvos abrasivos o minerales, contaminantes biológicos, capaz de operar en forma continua en ambientes con humedad relativa de hasta 95 %.

## 5.9.2 Normas

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 48, según la última revisión.

## 5.9.3 Especificaciones particulares

Deberán ser del tipo contraíble en frío o termocontraíble. El aislamiento deberá ser hule siliconado y cumplir con:

- ✓ Voltaje nominal: 35 kV.
- ✓ Nivel Básico de Impulso (BIL): 200 kV.
- ✓ Para usarse en los cables establecidos en esta norma.
- ✓ Uso exterior
- ✓ Cada terminal deberá traer su respectivo soporte para uso exterior galvanizado o anodizado resistente a la corrosión.

## 5.10 EMPALMES

### 5.10.1 Especificaciones generales

El diseño del proyecto deberá realizarse de tal forma que no utilice empalmes en tramos de conductores menores a 450 metros. Cuando estos sean necesarios deberán darle al conductor continuidad y uniformidad en todas sus capas, además, ser totalmente herméticos no permitiendo la penetración de humedad, polvos o contaminantes y resistentes a los ambientes corrosivos. Serán usados en redes monofásicas o trifásicas que operan a un voltaje nominal de 19.9 / 34.5 KV a 60 Hz.

### 5.10.2 Normas

Deberán cumplir con los requisitos que establecen las normas IEEE 404 según la última revisión.

### 5.10.3 Especificaciones particulares

Deberán ser del tipo contráctil en frío o termocontraíble para utilizarse en los conductores especificados en esta normativa. Los empalmes deberán cumplir con:

- ✓ Voltaje nominal: 35 kV.
- ✓ Nivel Básico de Impulso (BIL): 200 kV.



- ✓ Para usarse en los cables establecidos en esta norma.
- ✓ Venir con sus respectivos conectores de cobre estañado para el calibre estipulado en el requerimiento.

### **5.11 PUESTAS A TIERRA EN MEDIA TENSIÓN**

En la base del poste de la transición aéreo-subterráneo, se instalará una puesta a tierra en una dirección diferente a la que posea la canalización de media y baja tensión, ésta se realizará con varillas recubiertas de cobre de 2.44 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, normativa UL/CSA, interconectadas con conductor de cobre desnudo, calibre mínimo 1/0 AWG, el cual se conectará al neutro del sistema aéreo y a la pantalla de neutro del cable de media tensión expuesto en la base de la Terminal por medio de un conductor sólido de cobre calibre 4 AWG. El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor de 10 ohmios. El tubo metálico de protección para la acometida en media tensión, deberá quedar aterrizado con una abrazadera y conector adecuados para ese uso.

Cada transformador, equipo de protección y derivación, contará con una puesta a tierra compuesta por varillas recubiertas de cobre de 2,44 metros de largo y 19 milímetros de diámetro, normativa UL/CSA, enterradas en la fosa o cerca del equipo por conectar e interconectadas con conductor de cobre desnudo con una sección mínima igual a la sección del área del conductor, donde se conectará el neutro del sistema. Se permite, también, que el sistema de puesta a tierra se instale fuera de la caja de registro, dejando las previstas de tubería correspondientes. El valor de puesta a tierra en este punto no será mayor de 10 ohmios.

En fosas que contengan equipo sumergible (regletas de derivación, llaves seccionadoras y otros equipos de múltiples salidas, etc.), se deberá utilizar una barra de cobre sólido, sobre la longitud mayor de la fosa, montada sobre aisladores plásticos contra las paredes interna de la fosa, en esta barra, se generalizarán todos los puntos de puesta a tierra de los elementos (pantallas de los cables, codos, tanques, estructuras metálicas y la conexión de la puesta a tierra de las varillas). Las dimensiones mínimas de la barra serán 76.2 mm. de ancho por 6.35 mm. de espesor, el largo será variable según las dimensiones interiores de la fosa.

En caso de no lograrse el valor de resistencia a tierra mínimo indicado, se deberán utilizar métodos alternativos de mejoras en puestas a tierra hasta lograr el valor de 10 ohmios.

## 5.12 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN CIRCUITOS SECUNDARIOS

El punto de derivación colocado en el aislador secundario del transformador (X0), se deberá conectar al sistema de puesta a tierra del transformador.

Cada acometida deberá estar aterrizada en el pedestal de medición. La conexión se hará en el interruptor principal, por medio de una varilla a tierra, cumpliendo con la normativa establecida por la ARESEP.

## 5.13 PUNTOS DE ENTREGA Y MEDICIÓN

### 5.13.1 Residencial

a) Para la entrega de energía de cada servicio residencial, hasta 200 A, se requiere construir un pedestal de medición de concreto colocado en el límite de propiedad y frente a vía pública. En caso de contarse con un muro o que la construcción se encuentre hasta el límite de la propiedad, la instalación del equipo de medición se hará a una altura mínima de 1,70 m.

b) En la base del pedestal de medición, se colocará una caja de registro en concreto para acceso de la acometida secundaria cuando la caja de derivación de la acometida o el transformador del cual se deriva ésta, se encuentre a más de 40 metros.

c) El medidor será instalado a 800 mm de altura sobre el nivel del suelo frente a vía pública. En la parte posterior del pedestal, se instalará el interruptor principal cuya capacidad será definida por el diseñador. La base del medidor quedará cubierta con una tapa de material plástico, construida expresamente para esta función, que no permita el ingreso de humedad o contactos accidentales.

d) Para entregas de energía con corrientes mayores a 200 A (medición indirecta), el medidor se instalará en un pedestal de concreto a 800 mm de altura donde llegarán los cables de las señales de corriente y de voltaje a su respectiva regleta.

e) Los transformadores de corriente podrán ser ubicados en el lado secundario del transformador.

### 5.13.2 Medición en media tensión

#### **Características**

a) Pedestal de medición en media tensión, clase 200 ó 600 Amperios, para instalación en un sistema subterráneo de 35 kV trifásico, con transformadores de medición (T.C. y P.T.) de uso exterior, conexión en estrella aterrizada, frecuencia 60 Hz, voltaje nominal 19.9/34.5 kV, 150 kV nivel básico de impulso (BIL).

b) El pedestal de medición deberá ser construido de acero inoxidable tipo 304, de frente muerto acceso frontal y trasero con puertas que permitan su operabilidad (abrir o cerrar) mediante la manipulación de tornillos de bloqueo y candados. Dos o tres transformadores de potencial y tres transformadores de corriente, suministrados por el ICE. Los cuales deben ser diseñados y fabricados de acuerdo con las normas ANSI C 57.13, cumpliendo, además, con los siguientes requisitos:

- ✓ Nivel de aislamiento 34.5 kV (para usar en un sistema 19.9/34.5 kV estrella aterrizada).
- ✓ La precisión en la medición de corriente y potencial de los transformadores será de: 0.3%
- ✓ Los transformadores de corriente mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: B 01 hasta B 05.
- ✓ Los transformadores de potencial mantendrán el mismo nivel de precisión para cualquiera de las siguientes cargas: W, X, Y.
- ✓ El factor de sobrecarga continua de los transformadores de corriente será de 1.5
- ✓ Frecuencia nominal de operación de 60 Hz.
- ✓ Aislamiento tipo seco, moldeado en resina, para usar a la intemperie.
- ✓ Dispondrán de marcas de polaridad claras e indelebles.
- ✓ Cajas de conexiones secundaria sellada y con los accesorios necesarios para colocar sellos o marchamos.
- ✓ Base de material inoxidable y diseñado para montar en estructura metálica.
- ✓ El pedestal deberá tener en el lado de A. T. terminales de acceso frontal tipo codo de 200 ó 600 amperios, clase 35 kV, de acuerdo con la carga y al cable utilizado.

- ✓ Placa de identificación de acero inoxidable que contenga toda la información según la norma ANSI, con iniciales del ICE.

### **Pruebas en cada unidad**

- a) Nivel de impulso BIL: 150 KV.
- b) Pruebas de tensión aplicada.

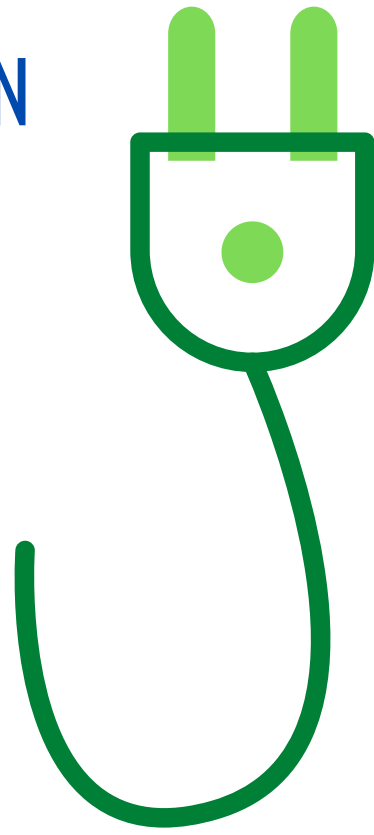
### **5.14 ACCESORIOS EN MEDIA TENSIÓN**

Se muestran en las figuras en Anexo.

(Yumpu.com, s. f.)

# CAPÍTULO 6

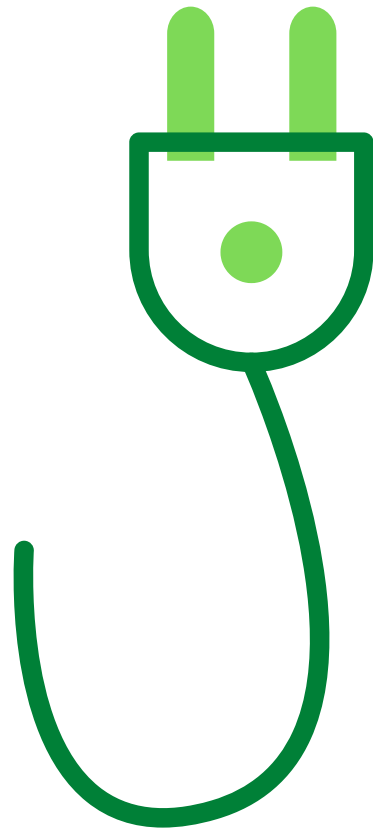
- 1 ESPECIFICACIONES DE LOS  
CABLES PARA MEDIA  
TENSIÓN P.92
- 2 CONSTRUCCIÓN P.93
- 3 PRUEBAS EN  
FÁBRICA P.95
- 4 PRUEBAS DE  
ACEPTACIÓN P.95



CABLES DE POTENCIA

# CAPÍTULO 6

5	OTRAS CONDICIONES	P.96
6	GARANTÍA	P.96
7	INFORMACIÓN TÉCNICA	P.96
8	CABLES DE BAJA TENSIÓN	P.97



## CAPÍTULO 6 CABLES DE POTENCIA

### 6.1 ESPECIFICACIONES DE LOS CABLES PARA MEDIA TENSIÓN

#### 6.1.1 Especificaciones generales

Se establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los cables de potencia para media tensión, los cuales serán del tipo unipolar con el conductor de cobre o aluminio, bloqueado contra penetración de humedad, el material del aislamiento debe ser EPR (etileno-propileno), para niveles de tensión de 15, 25 y 35 kV, la pantalla metálica estará conformada por hilos de cobre, sellado contra penetración radial de humedad y su cubierta exterior se construirá en polietileno de alta densidad, color negro. Deberán cumplir con las normas y las especificaciones particulares que se presentarán seguidamente:

a) Las secciones transversales de los conductores se muestran en la siguiente:

MATERIAL	CALIBRE (AMW - mm <sup>2</sup> )			
Cobre	1/0 - 50	250 - 120	350 - 185	500 - 240
Aluminio	1/0 - 50	3/0 - 95	350 - 185	750 - 400

b) Para los conductores de aluminio se deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Redondo compacto
- ✓ Conductividad del 61%
- ✓ ASTM B 231
- ✓ Aluminio 1350

c) Para los conductores de cobre se deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Cobre recocido ASTM B3
- ✓ Cableado tipo B para calibres AWG y Clase 2 para calibres en mm<sup>2</sup>
- ✓ Sin estañar
- ✓ Redondo comprimido o compacto

d) Para ambos materiales se deben cumplir las siguientes condiciones:

- ✓ Pantalla metálica (neutro concéntrico): Hilos de cobre recocido sin estañar ASTM B3.
- ✓ Aislamiento: Goma Etilopropilénica (EPR) al 100%. Se permiten aislamientos mayores.
- ✓ Pantallas de bloqueo humedad de forma longitudinal en el conductor y radial bajo la cubierta.
- ✓ Cubierta protectora exterior: polietileno de alta densidad, color negro.
- ✓ Tipo de conductor: monopolar.
- ✓ Temperaturas nominales: 90°C operación, 130°C sobrecarga y 250°C cortocircuito. Se permiten temperaturas nominales mayores.
- ✓ Proceso de curado: en seco.

### 6.1.2 Normas

La fabricación, pruebas de calidad y aceptación deberán cumplir con las normas ICEA S-94-649-2000, para conductores con calibres denominados mediante AWG, alternativamente se usará la norma para conductores de calibres denominados en mm<sup>2</sup>, IEC-60840.

## 6.2 CONSTRUCCIÓN

### **Conductor**

De acuerdo con lo indicado en el apartado de Especificaciones Generales.

### **Proceso de construcción de pantallas semiconductoras y aislamiento**

Sobre el conductor con un proceso de triple extrusión simultánea real, se aplicará una capa semiconductor de homogenización interna, el aislamiento y la capa semiconductor de homogenización externa.

### **Pantalla metálica (Neutro Concéntrico)**

La pantalla metálica deberá estar conformada por hilos de cobre, con un área de sección equivalente al 33 % de la sección del conductor de fase y será utilizada como neutro en sistemas monofásicos con una capacidad instalada máxima de 750 kVA, o en sistemas trifásicos. Dependiendo de las corrientes armónicas y la corriente de falla en el punto de entrega, este 33% podría verse incrementado.



### **Pantallas de bloqueo contra penetración de humedad**

El conductor de fase debe ser protegido radial y longitudinalmente contra la humedad, mediante un componente bloqueador de acuerdo con el numeral 6.6 de la norma ICEA S-94-649-2000.

### **Cubierta exterior**

Sobre la pantalla de bloqueo exterior (radial), se deberá colocar una cubierta de protección exterior de polietileno de alta densidad, de color negro, con un espesor mínimo de 2 mm.

### **Curado**

El proceso de curado del cable deberá ser en seco. No se aceptarán conductores con curado al vapor. En el protocolo de pruebas, el fabricante deberá certificar el proceso de curado que utilizó.

### **Identificación**

Los conductores deberán llevar a lo largo de toda su cubierta, una nota a intervalos máximos de 50 centímetros con letras en bajo relieve, que indiquen lo siguiente:

- a) Nombre del fabricante
- b) Tipo de aislamiento
- c) Sección del conductor en mm<sup>2</sup> (kcmil, AWG)
- d) Material del conductor (Cu o Al)
- e) Tensión nominal (por ejemplo: 35 kV)
- f) Año de fabricación
- g) Nivel de aislamiento
- h) Porcentaje del neutro
- i) Numeración progresiva a cada metro de la longitud

En casos especiales la empresa distribuidora se reserva el derecho de solicitar el cable con las siglas de la empresa.

### **6.3 PRUEBAS EN FÁBRICA**

El cable deberá cumplir con las pruebas tipo, rutina y aceptación de acuerdo con las normas ICEA, IEC o INTE..

### **6.4. PRUEBAS DE ACEPTACIÓN PARA EL CABLE DESPUÉS DE INSTALADO**

Una vez instalado el cable, con sus respectivos terminales, empalmes y accesorios, se realizarán las pruebas de aceptación. Las pruebas serán efectuadas por una empresa autorizada por la empresa distribuidora. La empresa que realice las pruebas emitirá el protocolo de estas con sus resultados, las cuales serán presentados ante la empresa distribuidora como requisito previo a la energización del sistema. La empresa distribuidora podrá realizar adicionalmente sus propias pruebas de verificación.

#### **Prueba de potencial aplicado DC o AC**

Se aplicará una tensión de corriente directa al nivel de tensión correspondiente del cable, incrementándolo en etapas y manteniéndolo durante un período de 15 minutos, según el procedimiento establecido por la norma IEEE-400 en su última versión.

También se podrá aplicar una tensión de corriente alterna a baja frecuencia (VLF por sus siglas en inglés) de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma IEEE 400.2 en su última versión.

Los equipos de prueba deberán estar siempre dentro de los parámetros establecidos por cada fabricante, considerando sus rangos de tolerancia.

#### **Otras pruebas**

Las siguientes pruebas podrán ser realizadas por la empresa distribuidora cuando lo considere necesario.

- a) Prueba de Factor de Potencia del Aislamiento.
- b) Prueba de Reflectometría.
- c) Prueba de descargas parciales.

## 6.5 OTRAS CONDICIONES

### 6.5.1 Condiciones de entrega y traslado de carretes

Cada largo de cable o tramo se entregará en la obra en un carrete separado, sin empalmes, identificado como mínimo con la información indicada en el punto "Identificación". Los carretes deberán tener la rigidez mecánica suficiente como para soportar la exigencia del transporte sin que el cable sufra deformaciones u otros daños. Los extremos de cable deberán estar siempre protegidos contra la penetración de humedad, mediante un capuchón termo contráctil o contraíble en frío. Para calibres iguales o superiores a 120 mm<sup>2</sup> (250 kcmil) el constructor debe incluir y utilizar un dispositivo de tracción (perno de tracción) para el jalado del cable.

## 6.6 GARANTÍA

Cuando el cable sea cedido a la empresa distribuidora de energía eléctrica, los términos y condiciones de las garantías, estarán de acuerdo con los reglamentos de aceptación de obras de la empresa distribuidora.

## 6.7 INFORMACIÓN TÉCNICA

- ✓ El contratista deberá presentar la siguiente información técnica completa a solicitud de la empresa distribuidora:
- ✓ Curvas de intensidades máximas admisibles en el cable, en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0.1 y 5 segundos.
- ✓ Curva de intensidades máximas admisibles en la pantalla en función del tiempo, para corrientes de cortocircuito entre 0.1 y 5 segundos.
- ✓ Tensión máxima de jalado en kg y tramo máximo, para ambos métodos de instalación con (malla para cables hasta 50 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) o perno de tracción cables mayores o iguales a 120 mm<sup>2</sup> (250 kcmil).
- ✓ Protocolo de pruebas en fábrica.
- ✓ Información de características físicas (dimensiones, peso, etc.).

- ✓ Información de las características eléctricas de acuerdo con la disposición del conductor (intensidad admisible en carga normal, intensidad en condiciones de emergencia, resistencia DC., capacitancia por fase). Información de las características eléctricas del neutro concéntrico, cantidad de hilos, calibre, resistencia DC.

## 6.8. CABLES DE BAJA TENSIÓN

### 6.8.1 General

Se especifica y establecen las características técnicas y requisitos de calidad que deben cumplir los cables de baja tensión, para uso en instalaciones comerciales, residenciales e industriales, etc., colocados en forma subterránea en conductos, cable tipo unipolar, material cobre suave o aluminio, aleación serie AA 8000, con aislamiento termo fijo de polietileno de cadena cruzada (XLPE), en norma UL o IEC 502, para cables de 0,6/1 kV, clase 2.

### 6.8.2 Cables de Baja Tensión

- a) Material del conductor: cobre recocido, clase 2, o aluminio, aleación serie AA 8000 compacto.
- b) Suministro del cable: monopolar todos los calibres o multiconductor para calibres 1/0 AWG.
- c) Los calibres mínimos para el caso de la distribución pública general a usar en cobre y aluminio para los ramales distribuidores y para las acometidas, deberán ser consultados a la empresa de distribución.

### 6.8.3 Pruebas de fábrica y condiciones de instalación

- a) Las pruebas deberán estar de acuerdo con la norma ASTM, INTE, IEC o U.L.
- b) Las derivaciones de circuitos o de acometidas, se podrán realizar desde los terminales secundarios del transformador con conectores de frente muerto, dentro de las cajas de registro secundarias, utilizando regletas de derivación para uso sumergido (moles), los cuales deberán cumplir con las siguientes normas: ANSI C119.4, y ASTM D543.
- c) Los circuitos secundarios tendrán una topología a definir por el diseñador con conexión en regleta o en armario.
- d) El neutro en el lado secundario del transformador deberá estar puesto a tierra.

## **CAPÍTULO 7 ANEXOS**

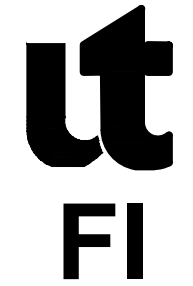
- 1. SIMBOLOGÍA A**
- 2. SIMBOLOGÍA B**
- 3. SIMBOLOGÍA C**
- 4. BOQUILLA ESTACIONARIA SENCILLA (CALSE 35KV, 200A)**
- 5. TERMINAL TIPO CODO (CLASE 35KV 200A)**
- 6. BOQUILLA PORTÁTIL DOBLE**
- 7. TERMINAL TIPO CODO DE PUESTA A TIERRA**
- 8. BOQUILLA TIPO INSERTO DOBLE**
- 9. BOQUILLA TIPO POZO**
- 10. BOQUILLA TIPO INSERTO**
- 11. TERMINAL TIPO CODO 600A CON DERIVACION 200<sup>a</sup>**
- 12. INDICADOR DE FALLA**
- 13. ACCESORIOS PARA REGLATA DE DERIVACIÓN SECUNDARIA AISLAMIENTO 600V**
- 14. REGLATA DE DERIVACIÓN SECUNDARIA PARA TRANSFORMADORES 600**
- 15. ADAPTADOR PARA ATERRIZAR PANTALLAS CLASE 35KV 200A**
- 16. ADAPTADOR PARA ATERRIZAR PANTALLAS CLASE 35KV 600<sup>a</sup>**
- 17. CANALIZACIÓN MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA**
- 18. CANALIZACIÓN BAJA TENSIÓN ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA**
- 19. TERMINAL TIPO CODO (CLASE 35KV 200A)**
- 20. CANALIZACIÓN MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA Y BT SON**
- 21. ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN**
- 22. DETALLE ACOMETIDA DE BAJA TENSIÓN**
- 23. CAJA DE REGISTRO DE BAJA TENSIÓN ALUMBRADO PUBLICO (COICIDENTE)**
- 24. CAJA DE REGISTRO DE BAJA TENSIÓN**
- 25. FOSA PARA EQUIPO TIPO PEDESTAL**

- 26.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN**
- 27.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN**
- 28.TAPA Y MARCO ABATIBLE**
- 29.FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 150MM)**
- 30.FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 150MM)**
- 31.FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)**
- 32.FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)**
- 33.FOSO PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)**
- 34.FOSO PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)**
- 35.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 150MM)**
- 36.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN TRIFASICA (DUCTOS DE 150MM)**
- 37.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN TRIFASICA PARA CABLES DE 120 Y 240MM<sup>2</sup> (DUCTOS DE 100MM)**
- 38.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN TRIF. PARA CABLE 50MM<sup>2</sup> (1/0 AWG)**
- 39.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN TRIF. PARA CABLE 50MM<sup>2</sup> (1/0 AWG)**
- 40.CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 100MM)**
- 41.CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 100MM)**

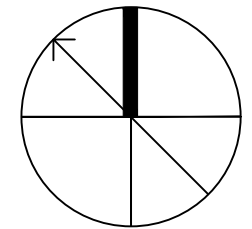
- 42.CAJA DE REGISTRO OPCIONAL MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100MM)**
- 43.CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION MONOFÁSICA (DUCTOS DE 100MM)**
- 44.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50 MM2(1/0 AWG)**
- 45.CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50 MM2 (1/0 AWG)**
- 46.CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COICIDENTE) EN LA ACERA O ZONA VERDE**
- 47.CANALIZACIÓN BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COINCIDENTE) EN LA CALLE**
- 48.CANALIZACIÓN BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO (COINCIDENTE) EN LA CALLE**

ELEMENTOS	SIMBOLO
LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION TRIFASICA	
LINEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSION MONOFASICA	
LINEA SUBTERRÁNEA SECUNDARIA TRIFASICA	
LINEA SUBTERRÁNEA SECUNDARIA MONOFASICA	
ACOMETIDA SUBTERRÁNEA BAJA TENSION TRIFASICA	
ACOMETIDA SUBTERRÁNEA BAJA TENSION MONOFASICA	
CIRCUITO DE ALUMBRADO	
POSTE EXISTENTE	
POSTE FUTURO	
INTERRUPTOR PARA TRANSICIÓN DE AEREO A SUBTERRÁNEO	
CORTACIRCUITOS FUSIBLES - ROMPECARGA	
PUESTA A TIERRA	
LINEA AEREA MEDIA TENSION	
PARARRAYOS PARA TRANSICIONES DE AEREO- SUBTERRANEO	
PARARRAYOS PARA LINEAS MEDIA TENSION SUBTERRANEAS	
INTERRUPTOR TIPO PEDESTAL MEDIA TENSION (SE1-3F-3V)	
CODO DERIVADOR 600 A ( Bol-T )	
TRANSFORMADOR TIPO PEDESTAL TR N° - KVA - 3F ó 1F	

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

SIMBOLOGÍA "A"

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

INFORMACIÓN

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:






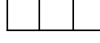

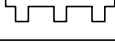
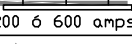
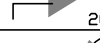

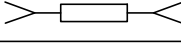



S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

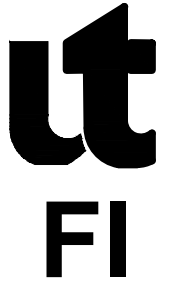
PLANO  
01/0

C-001

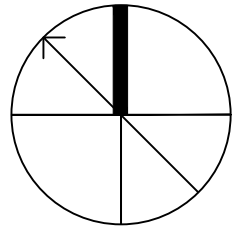


ELEMENTOS		SIMBOLO
CAJA DE REGISTRO PRIMARIA TRIFASICA		 CRP 3F
CAJA DE REGISTRO PRIMARIA MONOFASICA		 CRP 1F
CAJA DE DERIVACION PRIMARIA TRIFASICA		 CRP 3F
CAJA DE DERIVACION PRIMARIA MONOFASICA		 CRP 1F
CAJA DE DERIVACION SECUNDARIA		 CRS
FOSA PARA TRANSFORMADOR FT N°		
FOSA PARA SECCIONADOR SE N° - 3F ó 1F - N° vías		 200 ó 600 Amperios
REGLETA DERIVACION SECUNDARIA (Indicar N° de Vías)		
REGLETA DE DERIVACION MEDIA TENSION (Indicar N° de Vías)		 200 ó 600 amps.
CODOS APERTURA BAJO CARGA		 200 ó 600 amps.
INDICADOR DE FALLAS PARA CODOS		
EMPALME MEDIA TENSION RECTO		
EQUIPO DE MEDICION		
LAMPARA VAPOR DE SODIO		
PEDESTAL PARA MEDICION PRIMARIA		

UNITEC



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

SIMBOLOGÍA "B"

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
INFORMACIÓN

ESCALA: LUGAR Y  
FECHA:

1:50 S.P.S  
16/ABRIL/2021

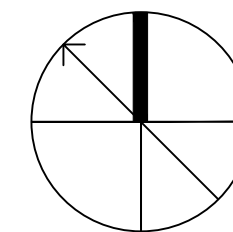
REVISIÓN: LÁMINA:

04 PLANO  
02/0 C-001

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

SIMBOLOGÍA "C"

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

INFORMACIÓN

ESCALA:

1:50

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN:

04

LÁMINA:

PLANO  
03/0

C-001

# ELEMENTOS

# SIMBOLO

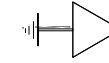
TAPONES AISLADOS PARA BOQUILLA INTEGRAL



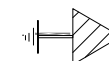
TAPONES AISLADOS PARA BOQUILLA TIPO POZO



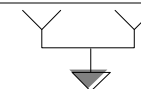
TAPONES P/PUESTA A TIERRA EN BOQUILLA INTEGRAL



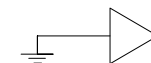
TAPONES P/PUESTA A TIERRA EN BOQUILLA TIPO POZO



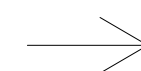
BOQUILLA PARA DERIVACION ( Feedthru )



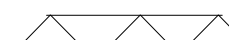
PUESTA A TIERRA



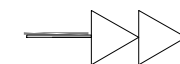
BOQUILLA DE PARQUEO ( Standoff Bushing )



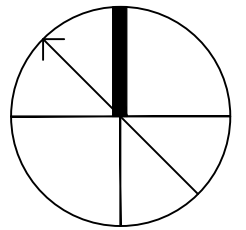
REGLETA DERIVACION PORTATIL (Indicar N° de Vías)



TERMINAL DE CABLE AISLADO DE MEDIA TENSION



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

BOQUILLA ESTACIONARIA  
 SENCILLA (CALSE 35KV, 200A)

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA BES 35

ESCALA:

**1:50**

REVISIÓN:

**04**

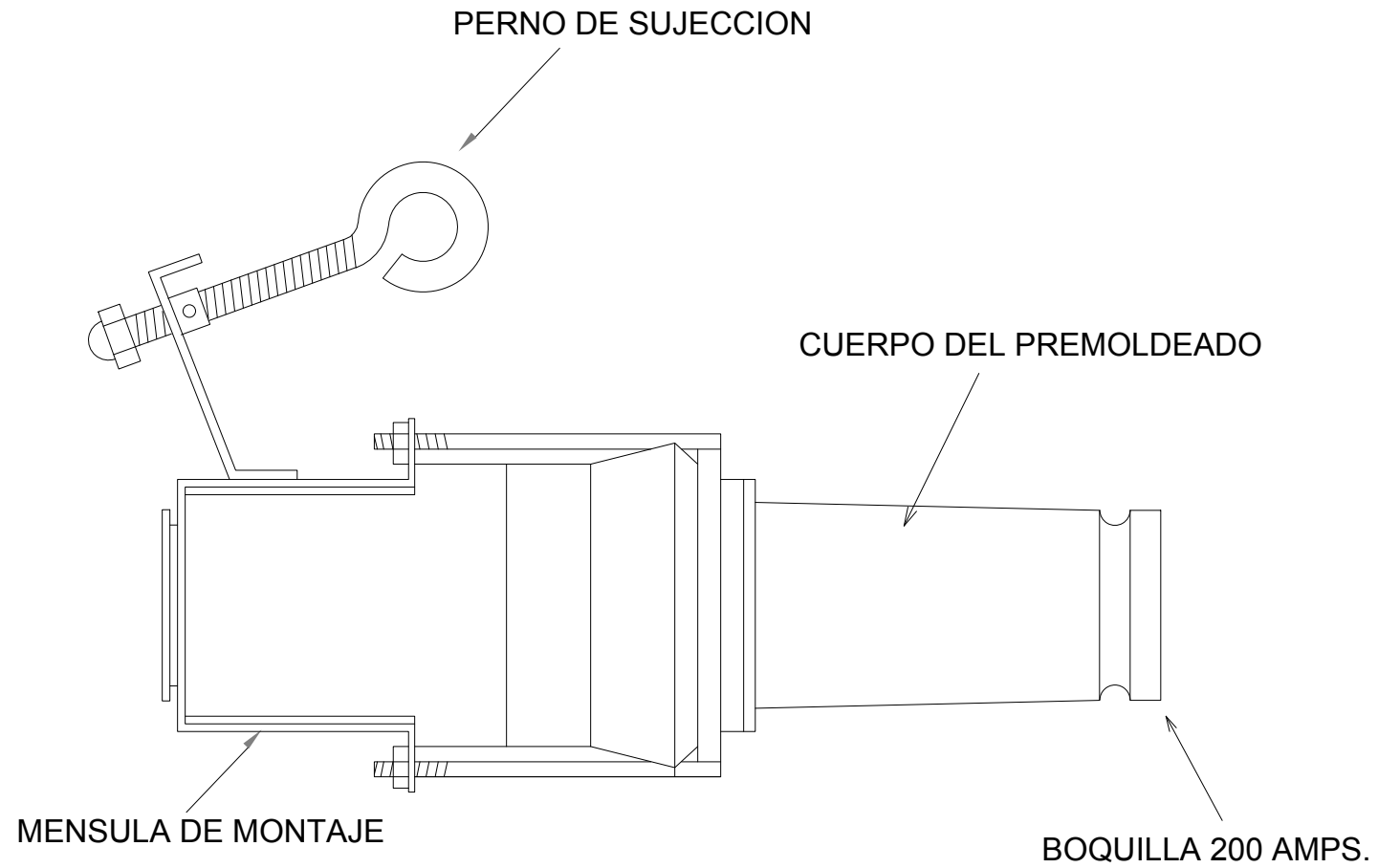
LUGAR Y  
 FECHA:

S.P.S  
 16/ABRIL/2021

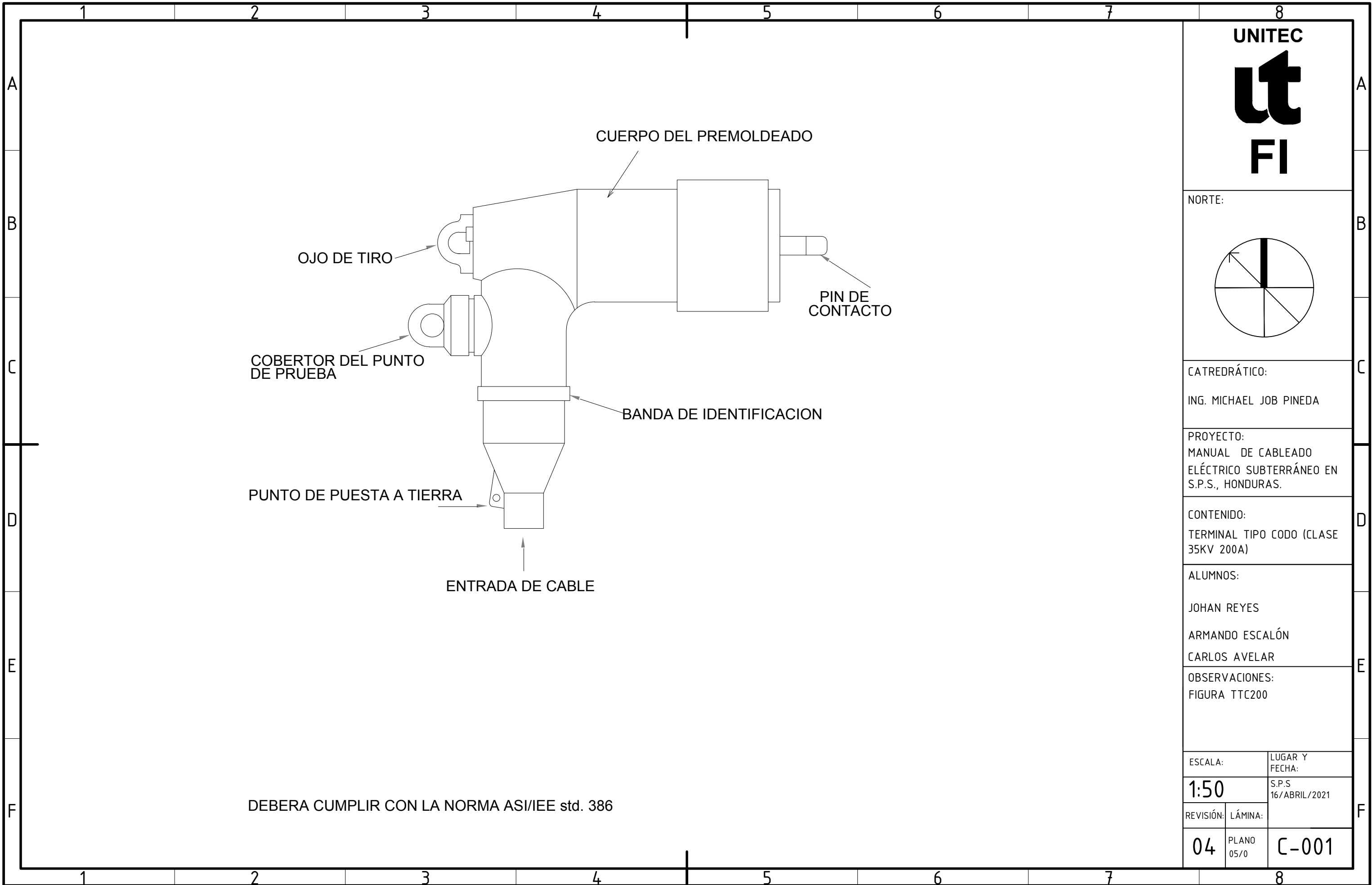
LÁMINA:

PLANO  
 04/0

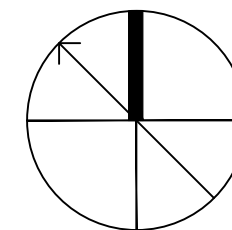
**C-001**



DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASI/IEE std. 386



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

TERMINAL TIPO CODO (CLASE 35KV 200A)

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA TTC200

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
 16/ABRIL/2021

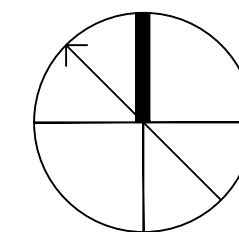
LÁMINA:

PLANO  
 05/0

C-001

DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASI/IEE std. 386

NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

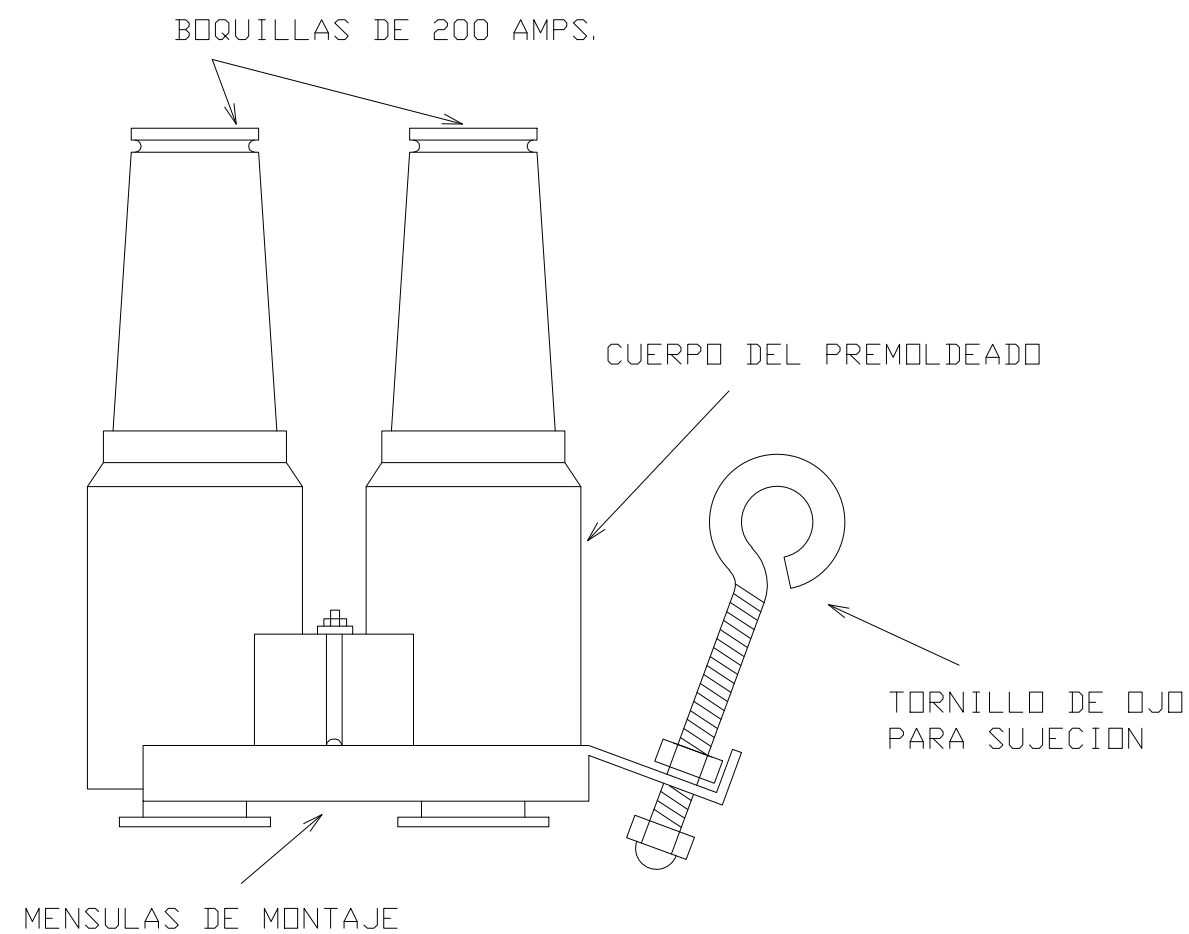
PROYECTO:  
 MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
 BOQUILLA PORTÁTIL DOBLE

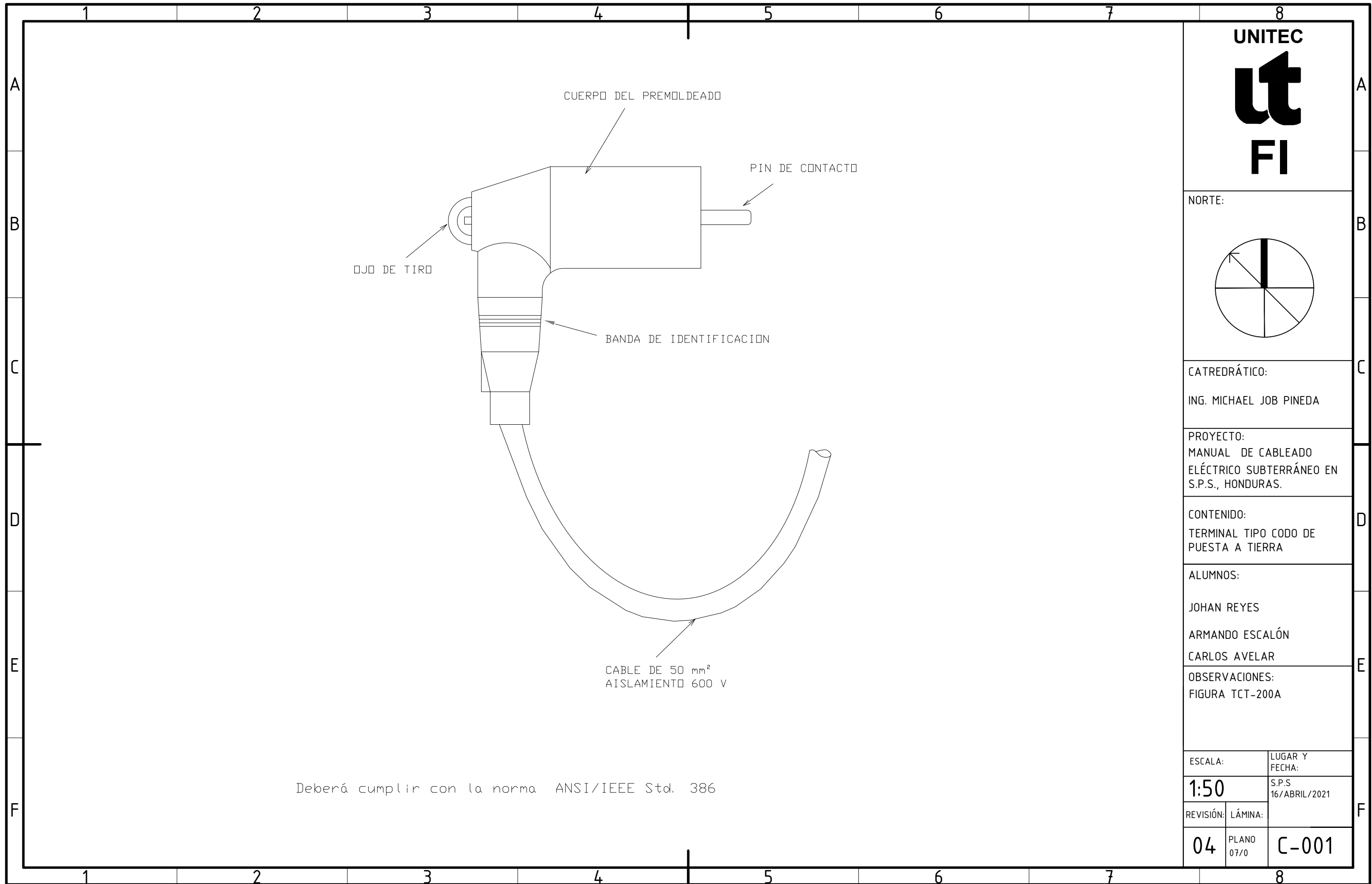
ALUMNOS:  
 JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
 FIGURA BP-D

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
<b>1:50</b>	S.P.S. 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
<b>04</b>	PLANO 06/0
<b>C-001</b>	



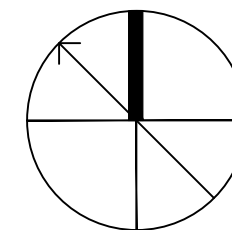
Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386



Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

TERMINAL TIPO CODO DE PUESTA A TIERRA

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA TCT-200A

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

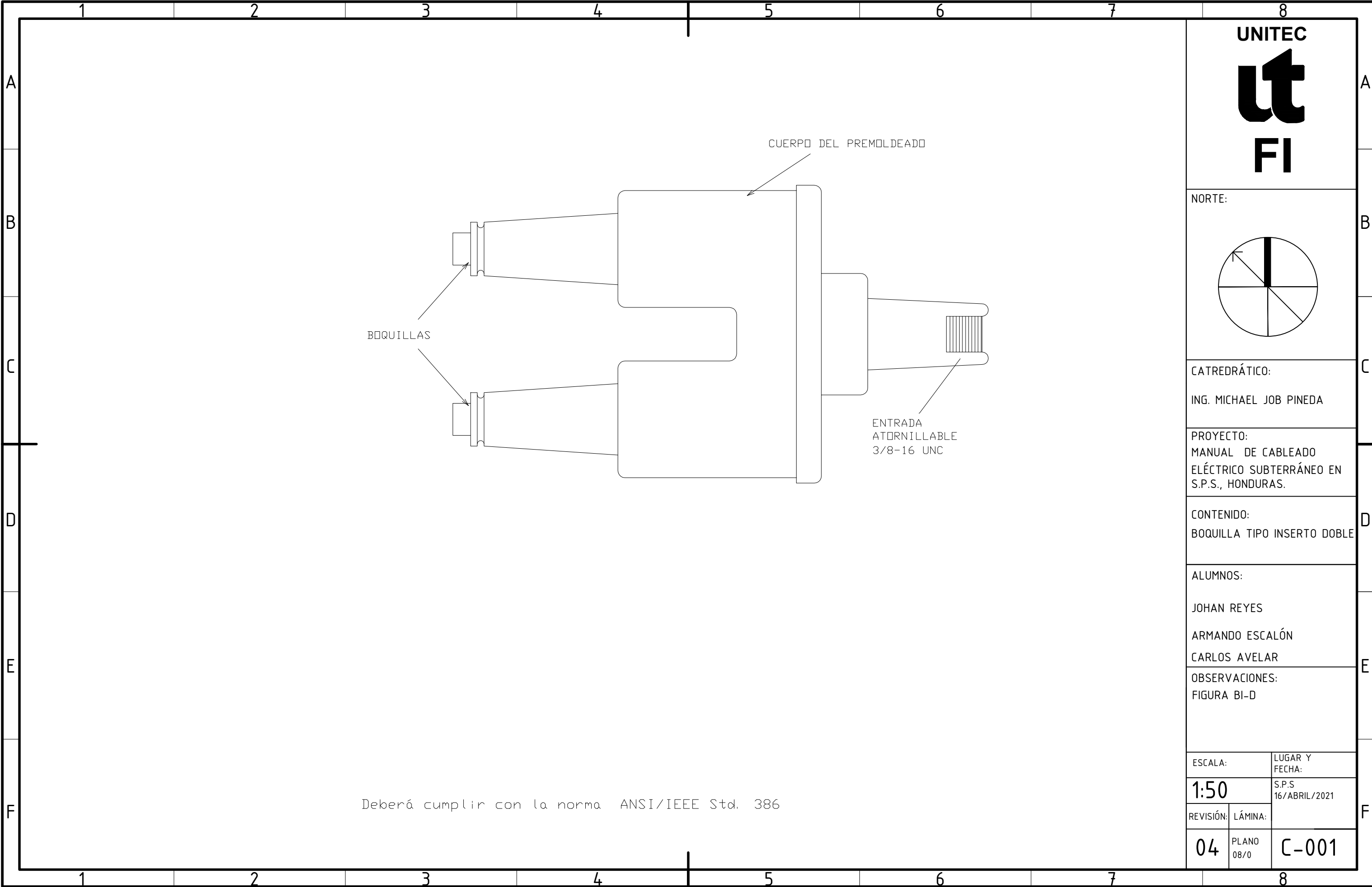
LUGAR Y FECHA:

S.P.S. 16/ABRIL/2021

LÁMINA:

PLANO 07/0

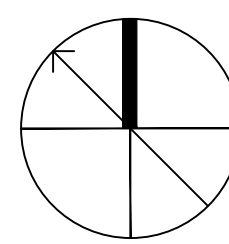
C-001



Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

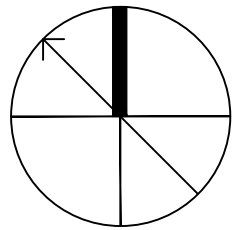
CONTENIDO:  
BOQUILLA TIPO INSERTO DOBLE

ALUMNOS:  
  
JOHAN REYES  
  
ARMANDO ESCALÓN  
  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FIGURA BI-D

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 08/0
C-001	

NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

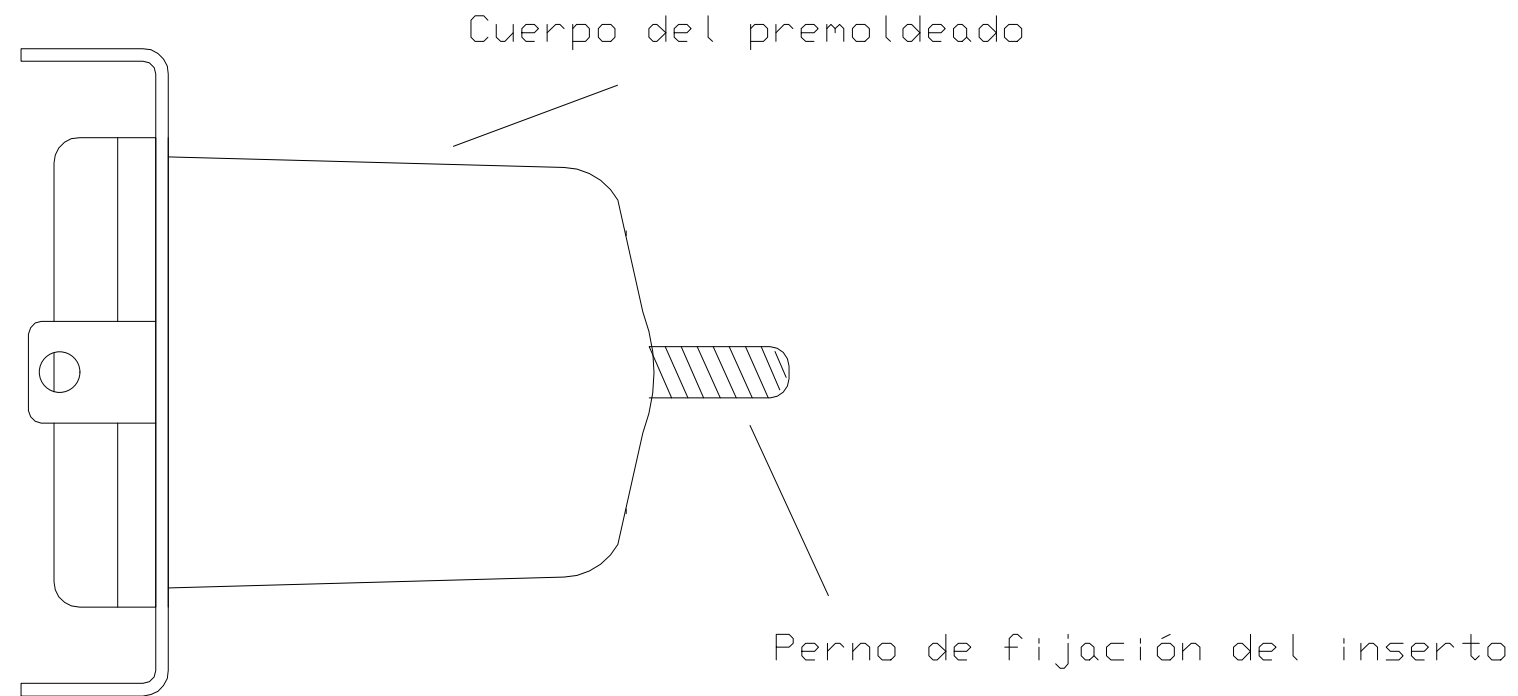
PROYECTO:  
 MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
 BOQUILLA TIPO POZO

ALUMNOS:  
 JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
 FIGURA BP

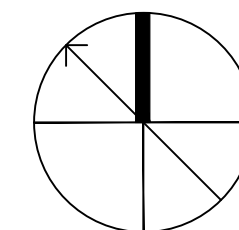
ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
<b>1:50</b>	S.P.S. 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
<b>04</b>	PLANO 09/0
	<b>C-001</b>



Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

BOQUILLA TIPO INSERTO

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

BI

ESCALA:

**1:50**

REVISIÓN:

**04**

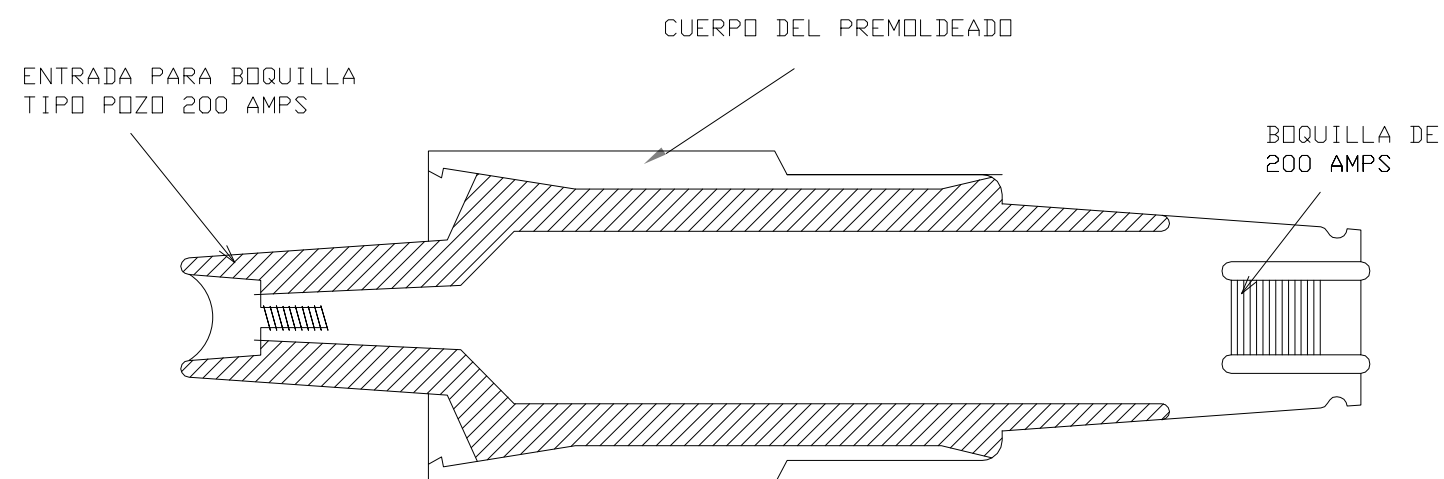
LUGAR Y FECHA:

S.P.S.  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

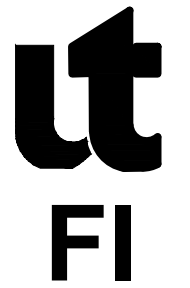
PLANO  
10/0

**C-001**

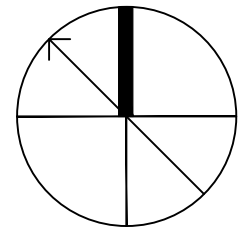


Deberá cumplir con la norma ANSI/IEEE Std. 386

UNITEC



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

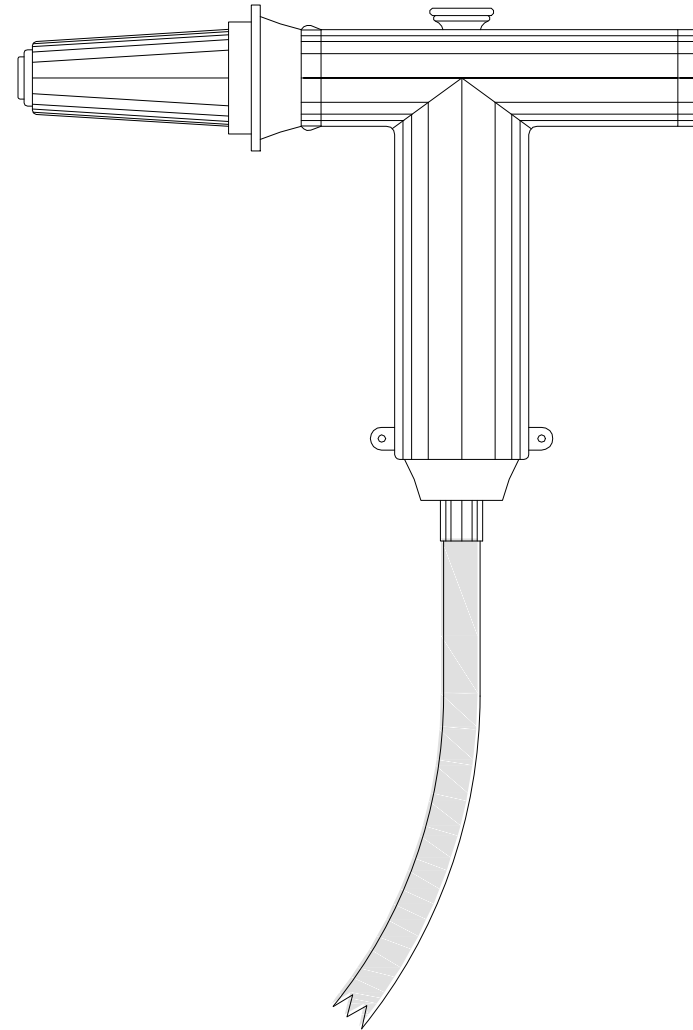
PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
TERMINAL TIPO CODO 600A CON  
DERIVACION 200A

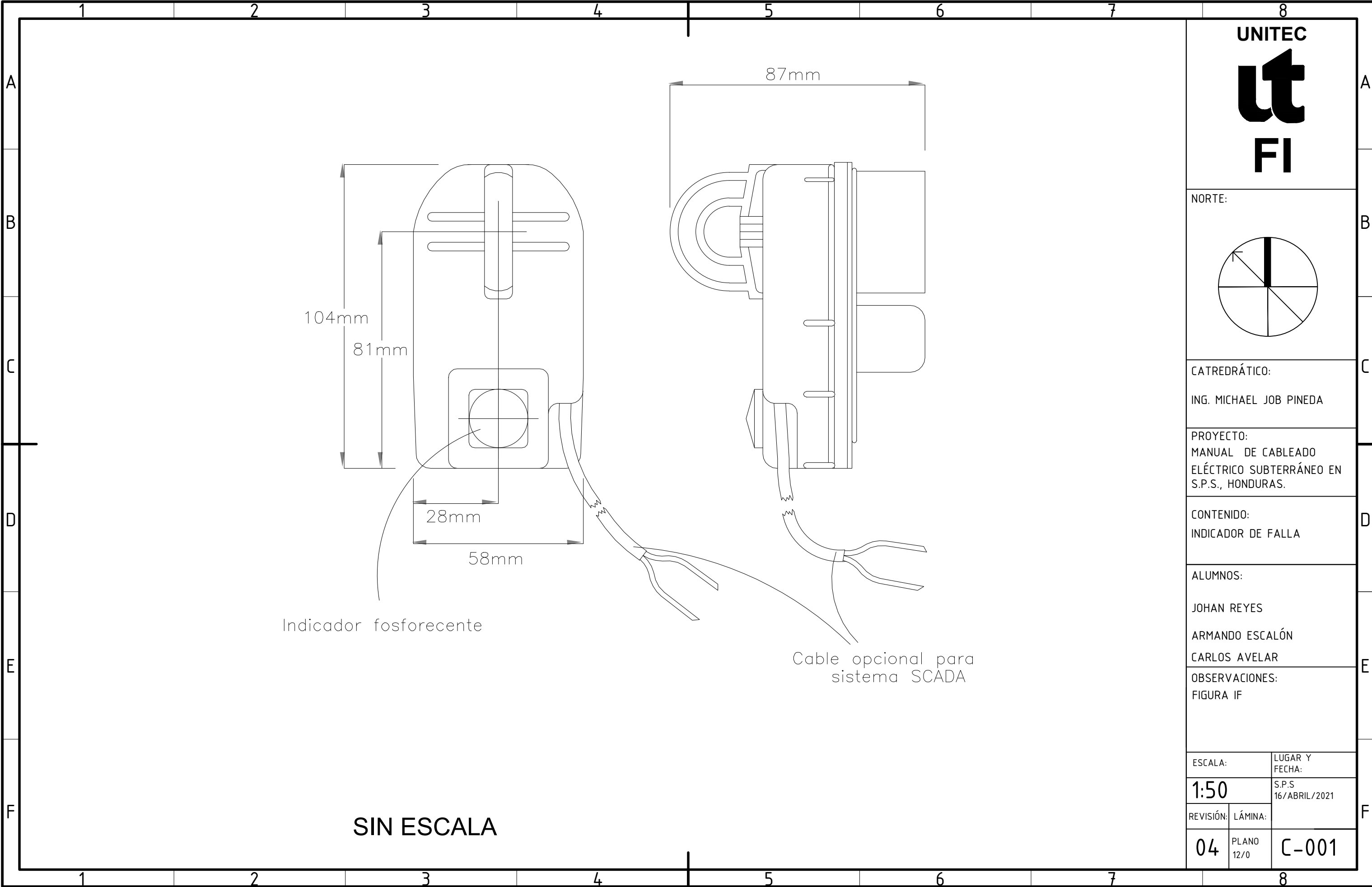
ALUMNOS:  
  
JOHAN REYES  
  
ARMANDO ESCALÓN  
  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FIGURA TC-600-D

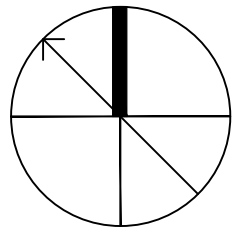
ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 11/0
	C-001



Sin escala



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
INDICADOR DE FALLA

ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

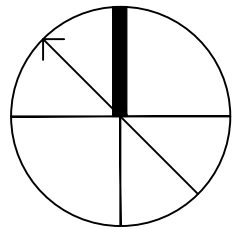
OBSERVACIONES:  
FIGURA IF

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
<b>1:50</b>	S.P.S. 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
<b>04</b>	PLANO 12/0
	<b>C-001</b>

SIN ESCALA



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

ACCESORIOS PARA REGLATA DE DERIVACIÓN SECUNDARIA AISLAMIENTO 600V

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA ADRS

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

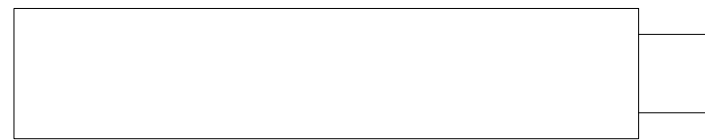
04

LUGAR Y FECHA:

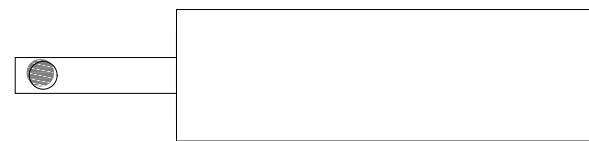
S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

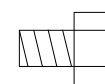
PLANO 13/0 C-001



MANGA TERMO CONTROCTIL

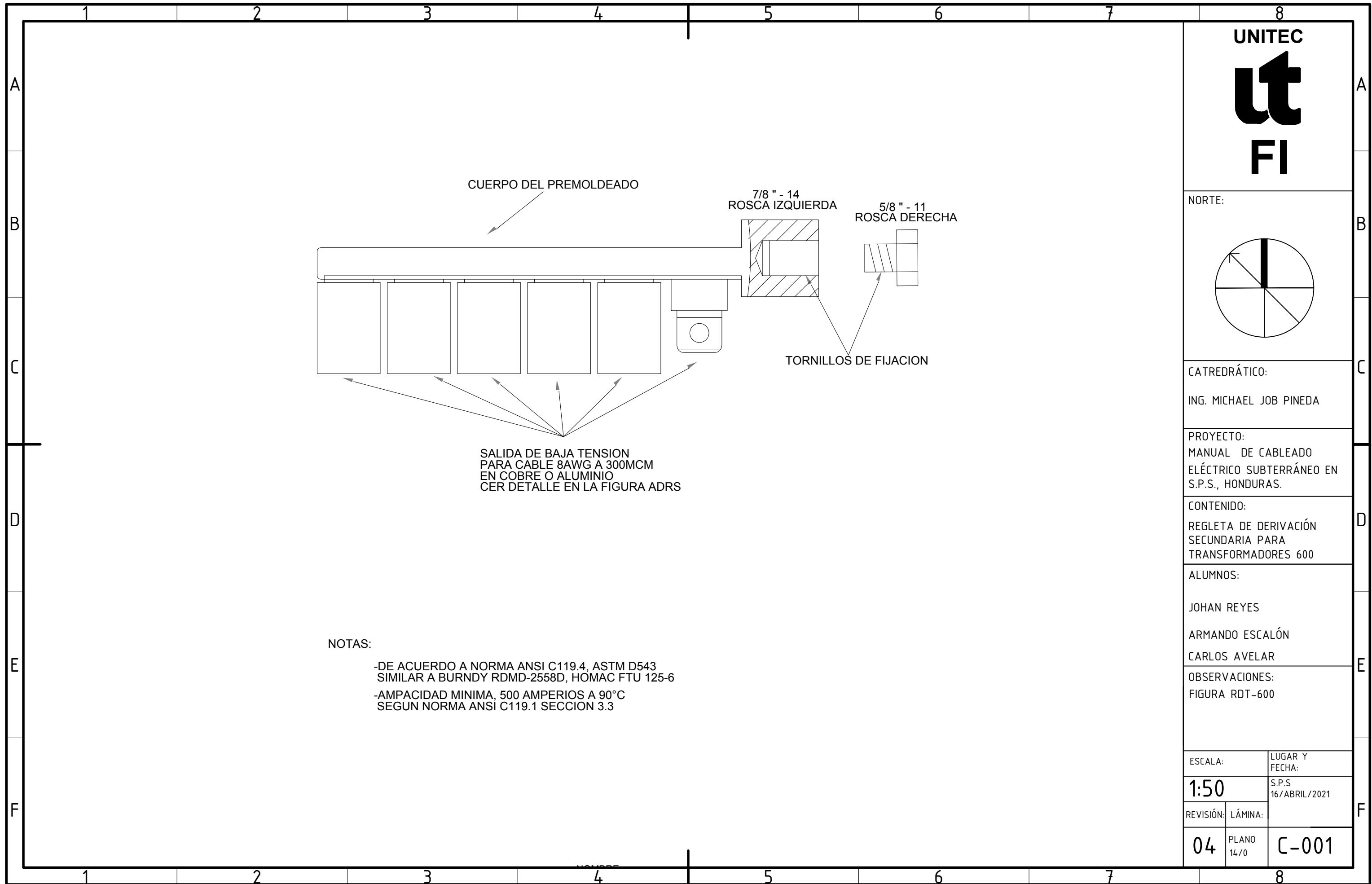


CONECTOR DE COMPRESION

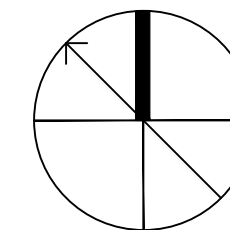


TORNILLO DE FIJACION

DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASI/IEE std. 386



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

REGLETA DE DERIVACIÓN SECUNDARIA PARA TRANSFORMADORES 600

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA RDT-600

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S.  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

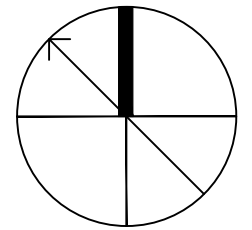
PLANO  
14/0

C-001

NOTAS:

- DE ACUERDO A NORMA ANSI C119.4, ASTM D543 SIMILAR A BURNDY RDMD-2558D, HOMAC FTU 125-6
- AMPACIDAD MINIMA, 500 AMPERIOS A 90°C SEGUN NORMA ANSI C119.1 SECCION 3.3

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

ADAPTADOR PARA ATERRIZAR  
 PANTALLAS CLASE 35KV 200A

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA A200AP

ESCALA:

**1:50**

LUGAR Y  
 FECHA:

S.P.S.  
 16/ABRIL/2021

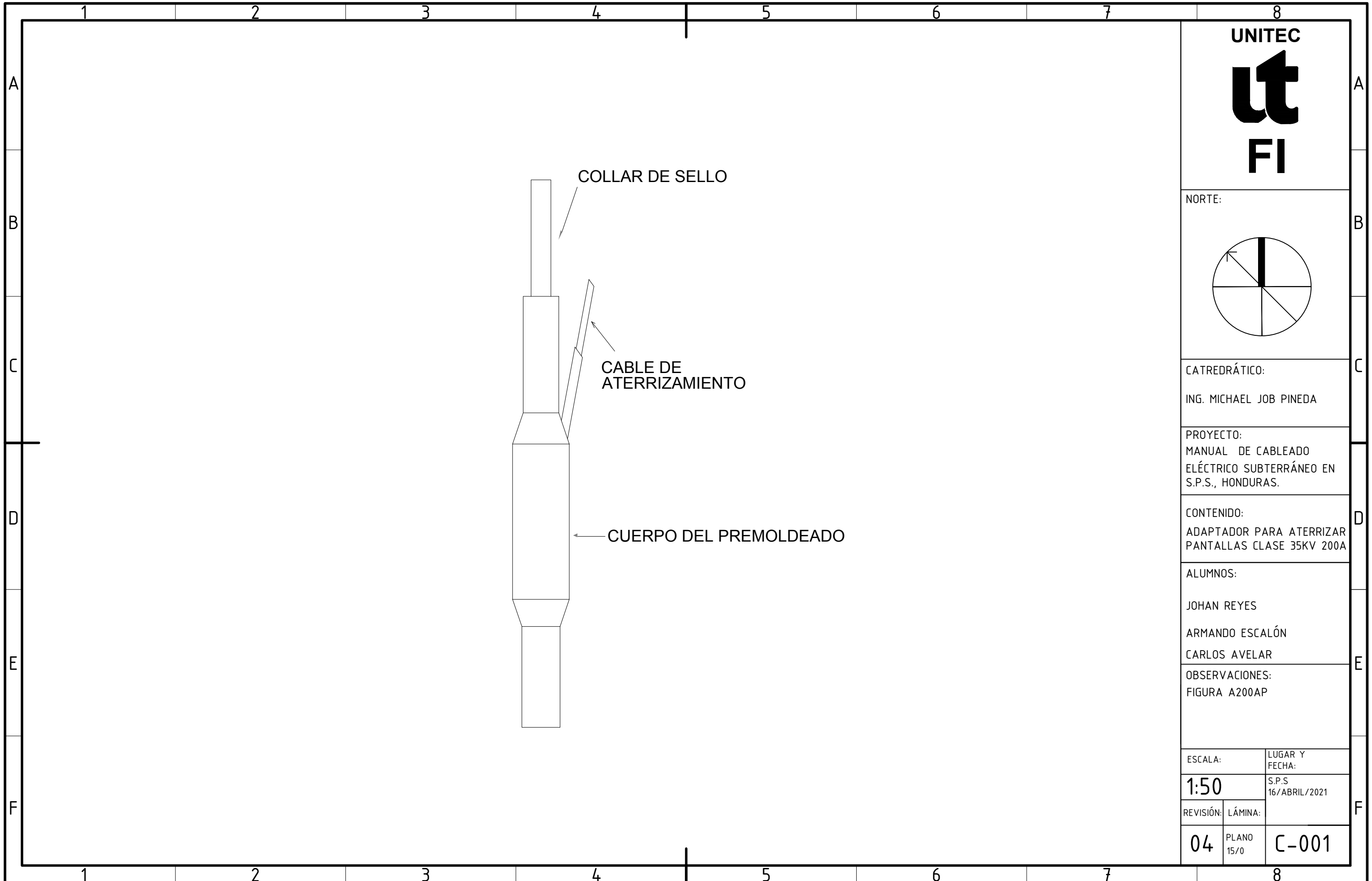
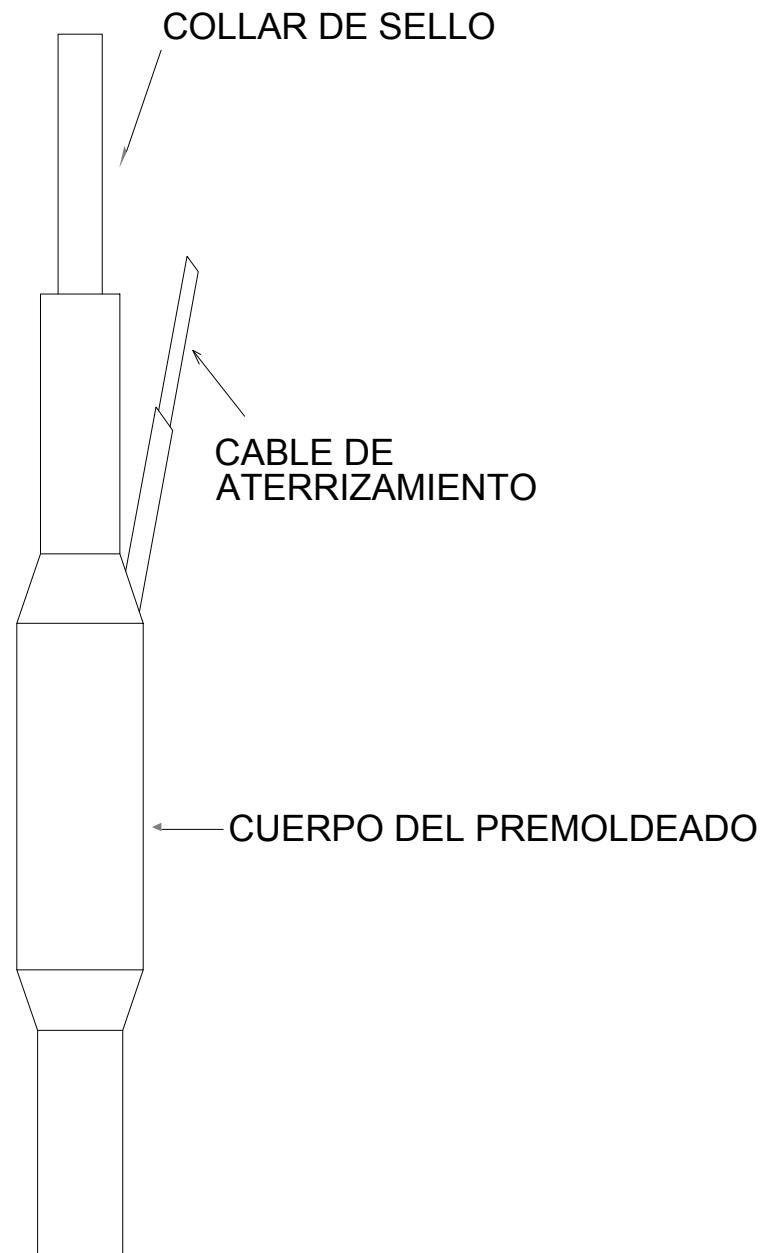
REVISIÓN:

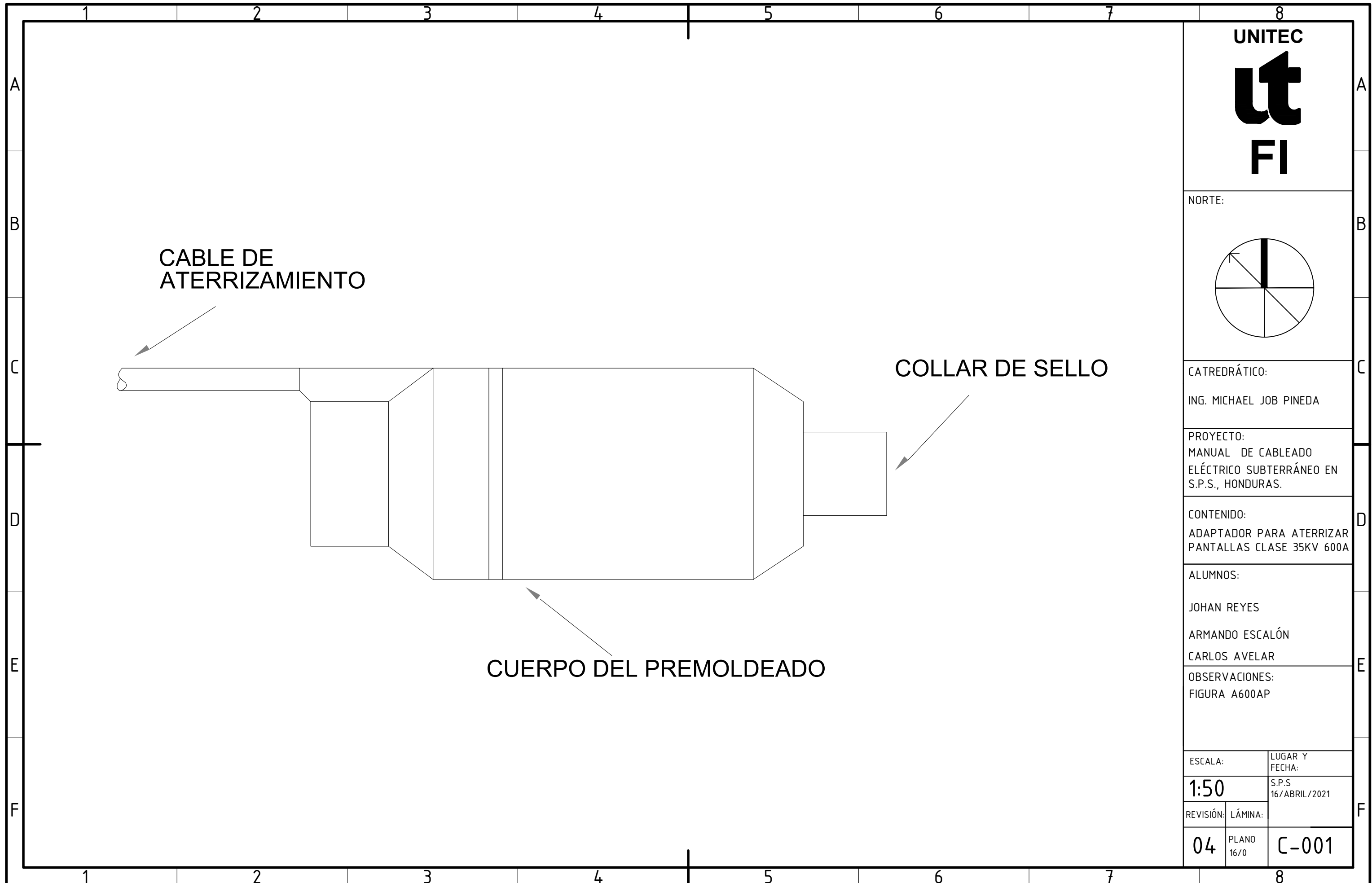
**04**

LÁMINA:

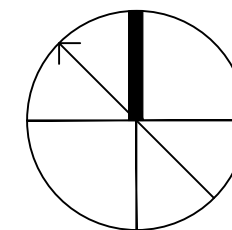
PLANO  
 15/0

**C-001**





NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
ADAPTADOR PARA ATERRIZAR  
PANTALLAS CLASE 35KV 600A

ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

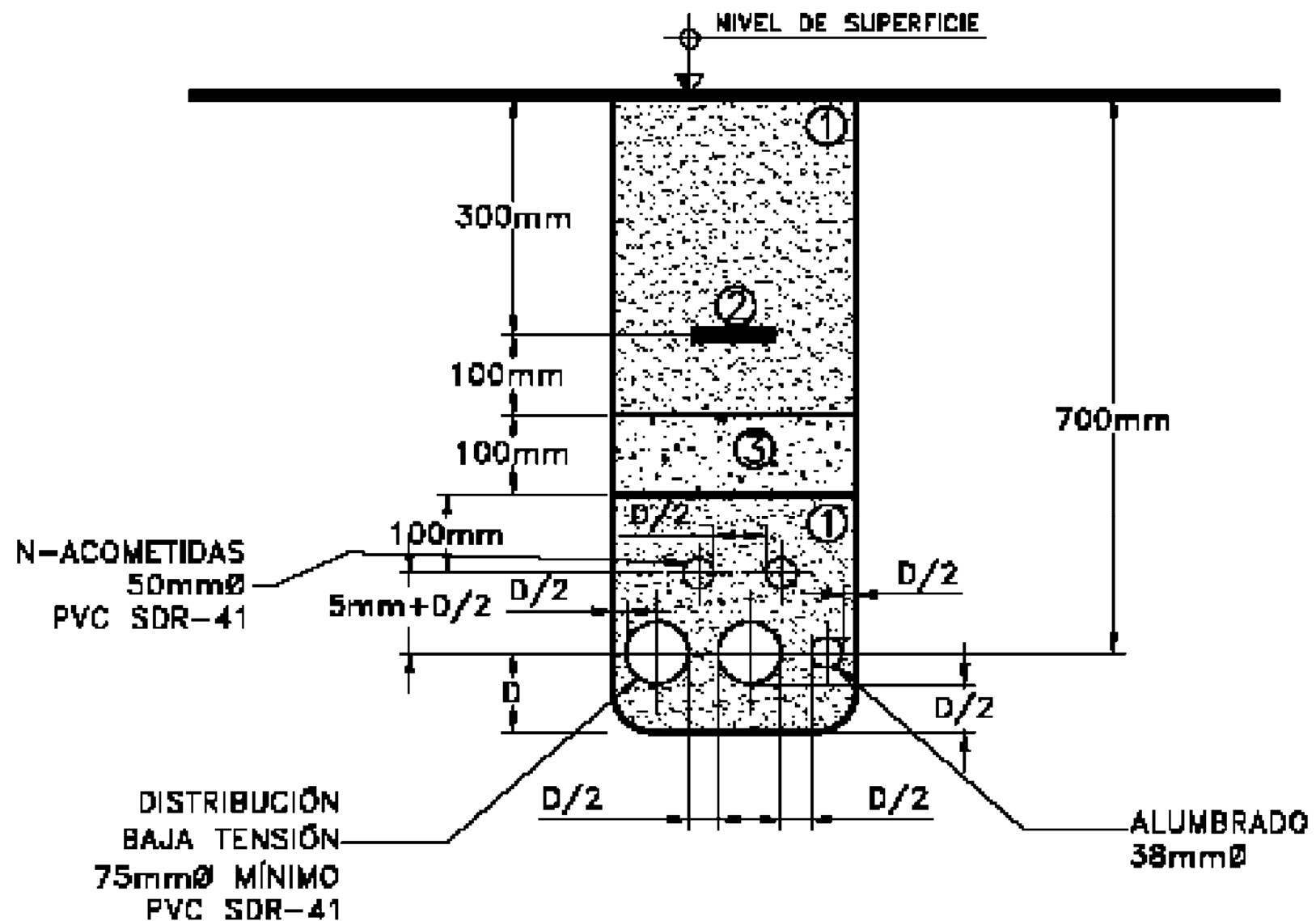
OBSERVACIONES:  
FIGURA A600AP

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
<b>1:50</b>	S.P.S. 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
<b>04</b>	PLANO 16/0
	<b>C-001</b>





Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



NOTA: SE UBICARAN LOS DUCTOS DE ACOMETIDA Y DE DISTRIBUCIÓN PARA ET NECESARIOS SEGÚN LA TOPOLOGÍA DEL SISTEMA.

D: DIÁMETRO DEL TUBO MAYOR

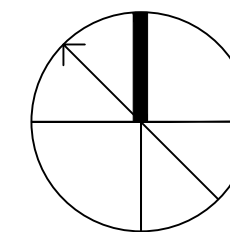
① ARENA DE RIO, DE TAJO  
 O MATERIAL DEL SITIO AL 90%  
 DE PROCTOR MODIFICADO, SI ES  
 GRANULAR, SINO PROCTOR STÁNDAR

② TOBACEMENTO  
 105Kg/cm<sup>2</sup>  
 CUANDO ES EN CALLE

③ CINTA DE AVISO  
 (PELIGRO ALTO VOLTAJE)  
 DEBE CUBRIR UN 1/3  
 ANCHO DE ZANJA

**UNITEC**  
**Ut**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CANALIZACIÓN BAJA TENSIÓN  
 ALUMBRADO PUBLICO Y  
 ACOMETIDA

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA C-BT-AP

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y  
 FECHA:

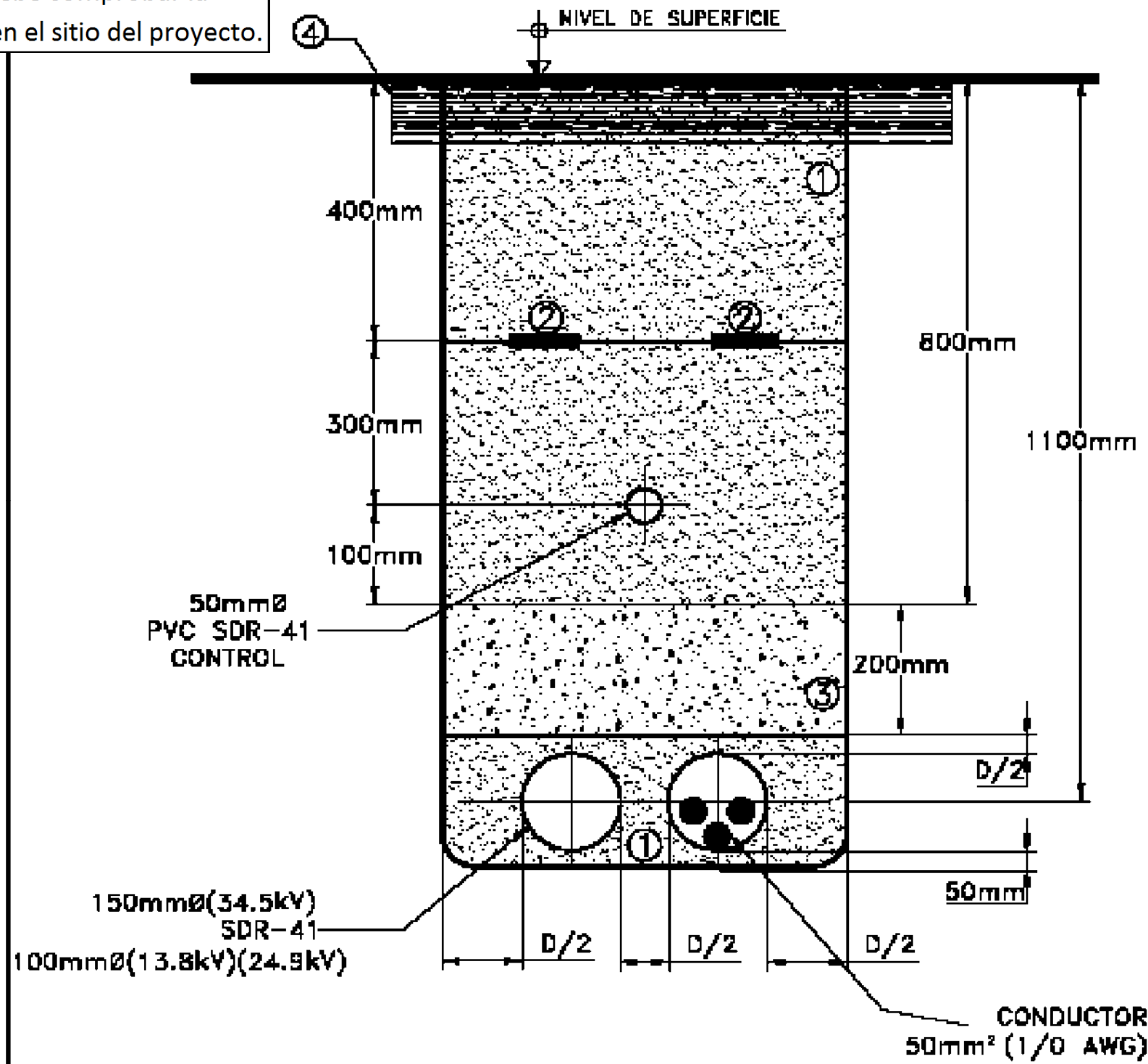
S.P.S  
 16/ABRIL/2021

LÁMINA:

PLANO  
 19/0

C-001

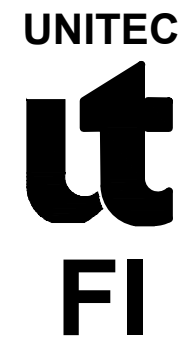
Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



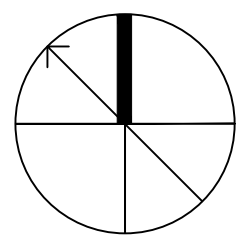
- ① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR, PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DE RELLENO ES MATERIAL DE SITIO, DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTÁNDAR.
- ② TOBACEMIENTO 105Kg/cm<sup>2</sup> EN CALLE
- ④ EN CALLE REPONER ESTRUCTURA DE VÍA

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN  $\frac{1}{3}$  ANCHO DE ZANJA

D: DIÁMETRO DEL TUBO



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

CANALIZACIÓN MEDIA TENSINO TRIFÁSICA

CONTENIDO:

TERMINAL TIPO CODO (CLASE 35KV 200A)

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA C-MT=SP-T

ESCALA:

1:50

LUGAR Y FECHA:

S.P.S 16/ABRIL/2021

REVISIÓN:

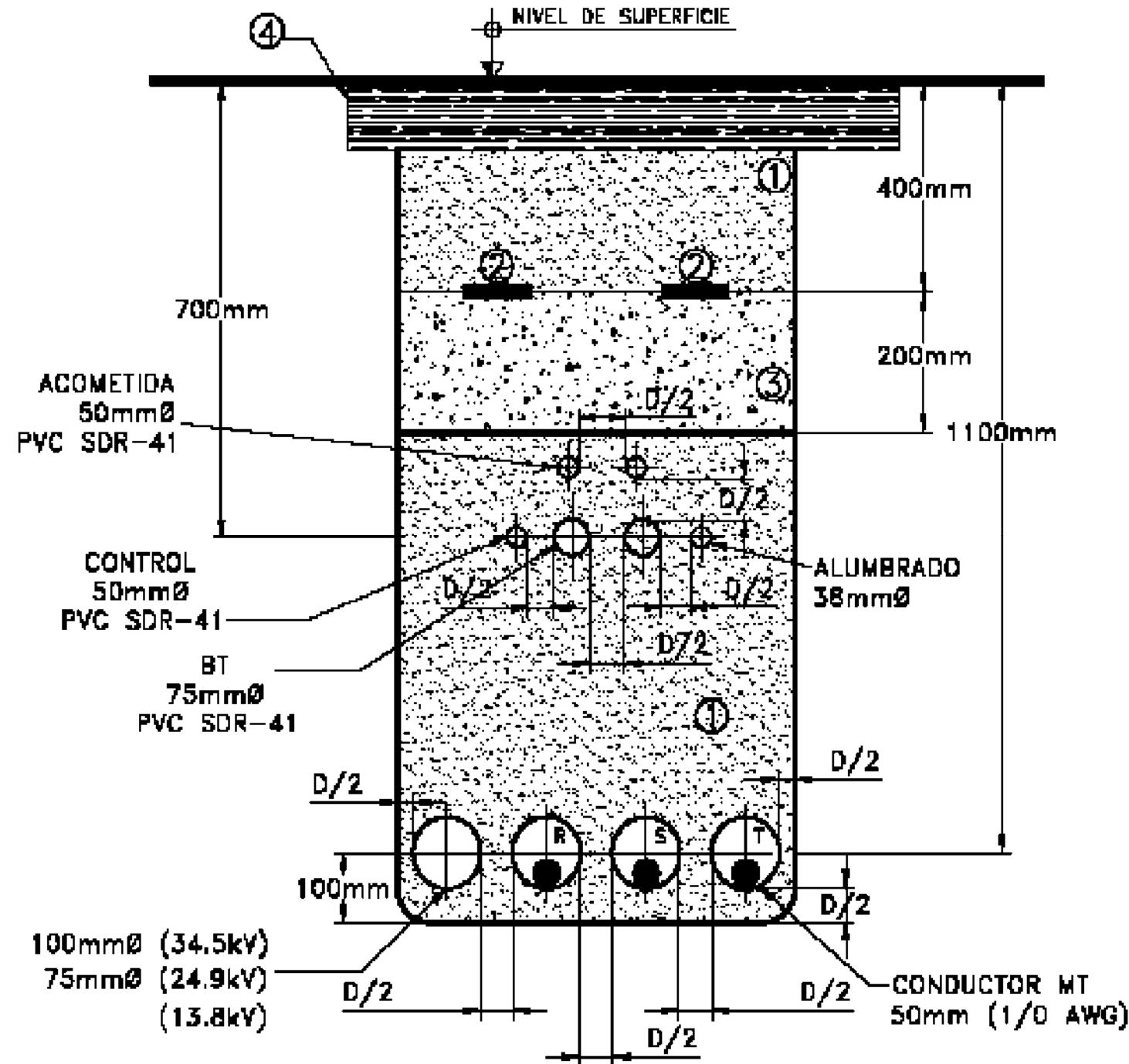
04

LÁMINA:

PLANO 24/0

C-001

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DE RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR STANDARD.

③ TOBACEMENTO  
105Kg/cm<sup>2</sup> EN CALLE

④ EN CALLE REPONER ESTRUCTURA DE VIA

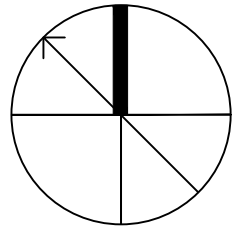
② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

D: DIAMETRO DEL TUBO

UNITEC



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

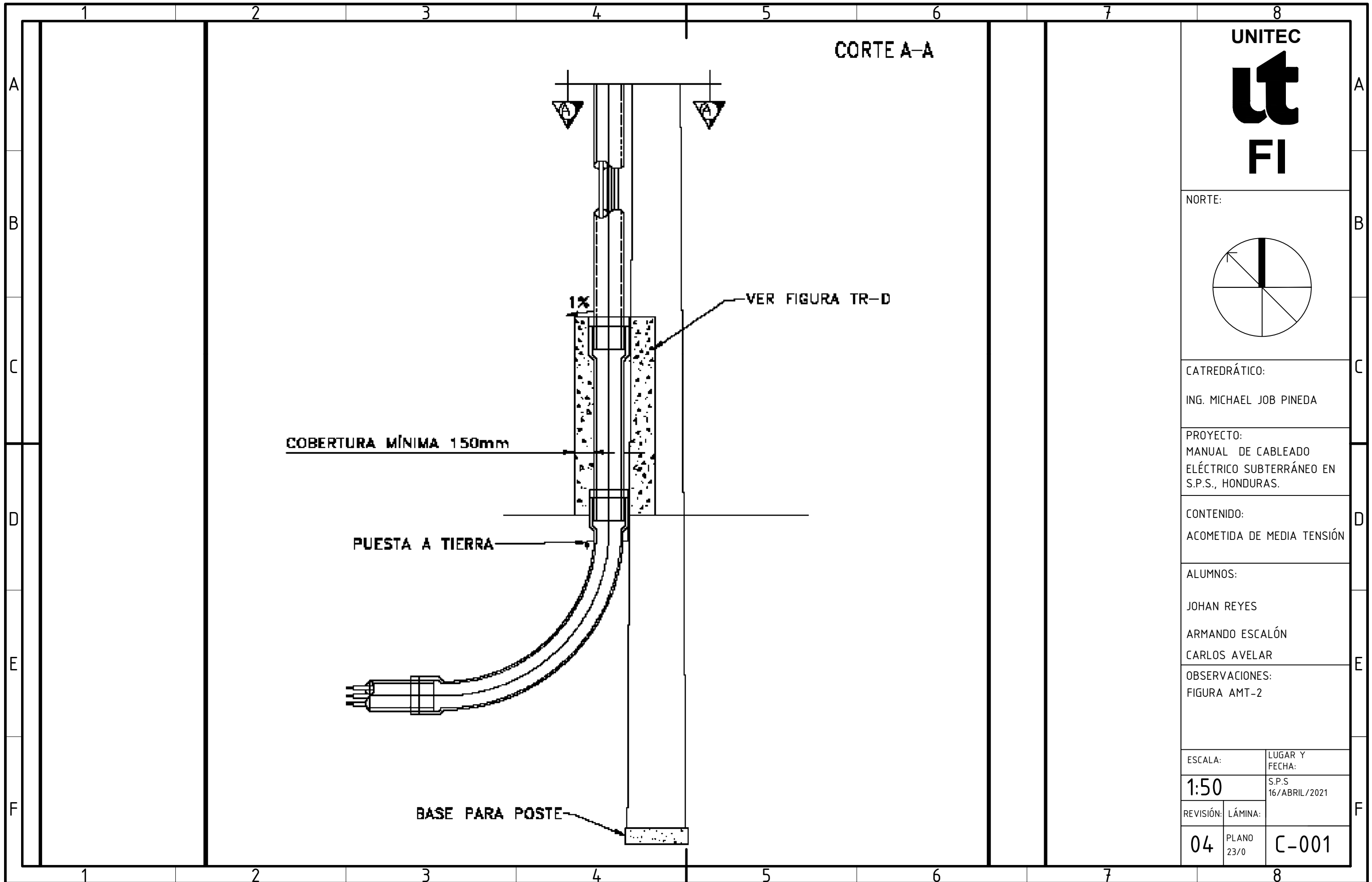
PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
CANALIZACIÓN MEDIA TENSIÓN TRIFÁSICA Y BT SON COINCIDENTES ALUMINOS.

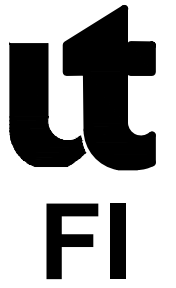
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
INFORMACIÓN

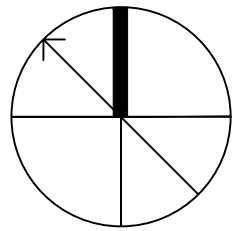
ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 25/0
	C-001



UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

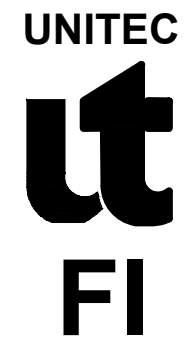
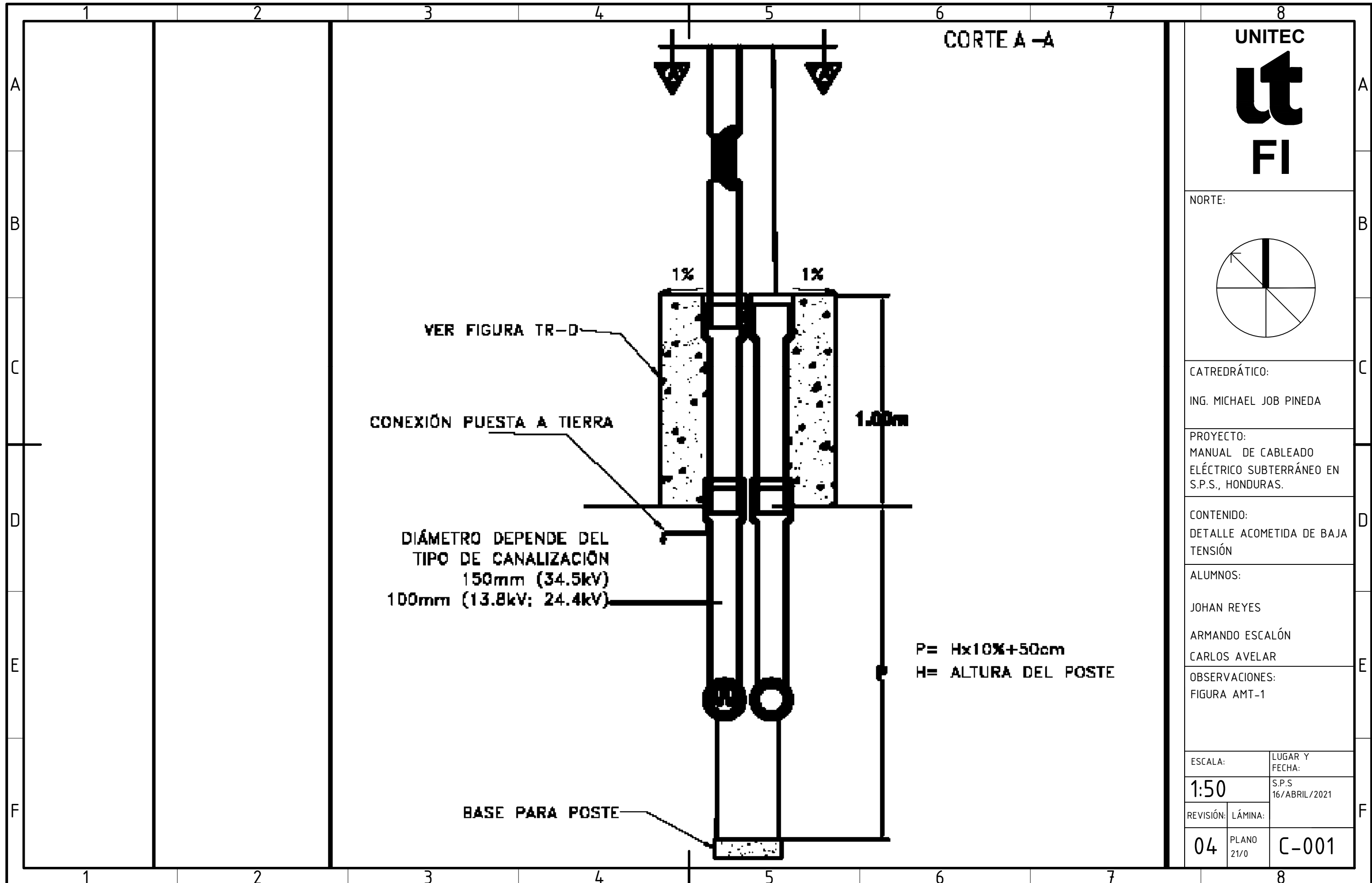
PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
ACOMETIDA DE MEDIA TENSIÓN

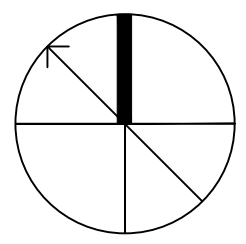
ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FIGURA AMT-2

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 23/0
	C-001



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
 MANUAL DE CABLEADO  
 ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
 S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
 DETALLE ACOMETIDA DE BAJA  
 TENSIÓN

ALUMNOS:

JOHAN REYES  
 ARMANDO ESCALÓN  
 CARLOS AVELAR

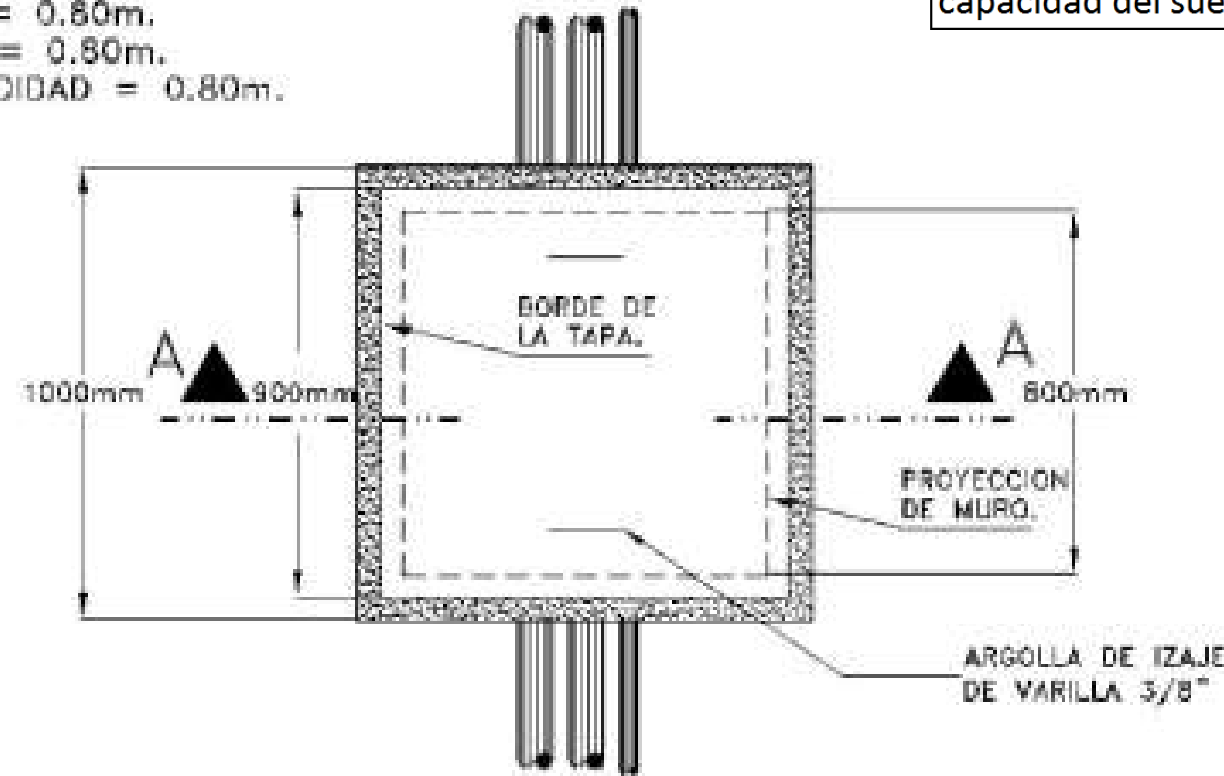
OBSERVACIONES:  
 FIGURA AMT-1

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 21/0
C-001	

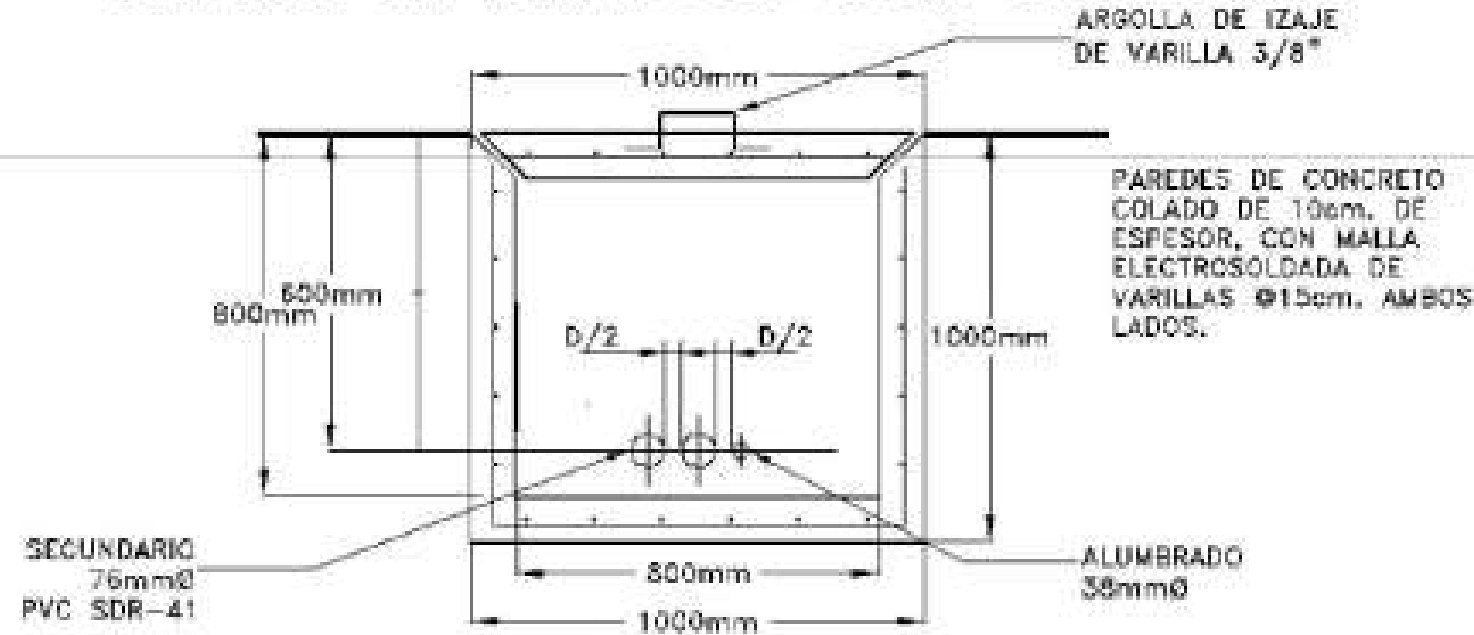
**DIMENSIONES INTERNAS:**

- 1. LARGO = 0.80m.
- 2. ANCHO = 0.80m.
- 3. PROFUNDIDAD = 0.80m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



**DETALLE EN PLANTA DE CAJA SECUNDARIA.**



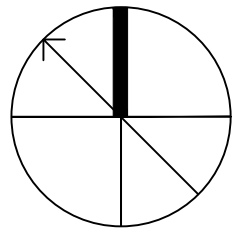
**SECCION POR A-A.**

**DETALLE EN ELEVACION DE CAJA SECUNDARIA.**

**UNITEC**



NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
CAJA DE REGISTRO DE BAJA  
TENSIÓN ALUMBRADO PUBL.  
(COICIDENTE)

ALUMNOS:  
  
JOHAN REYES  
  
ARMANDO ESCALÓN  
  
CARLOS AVELAR

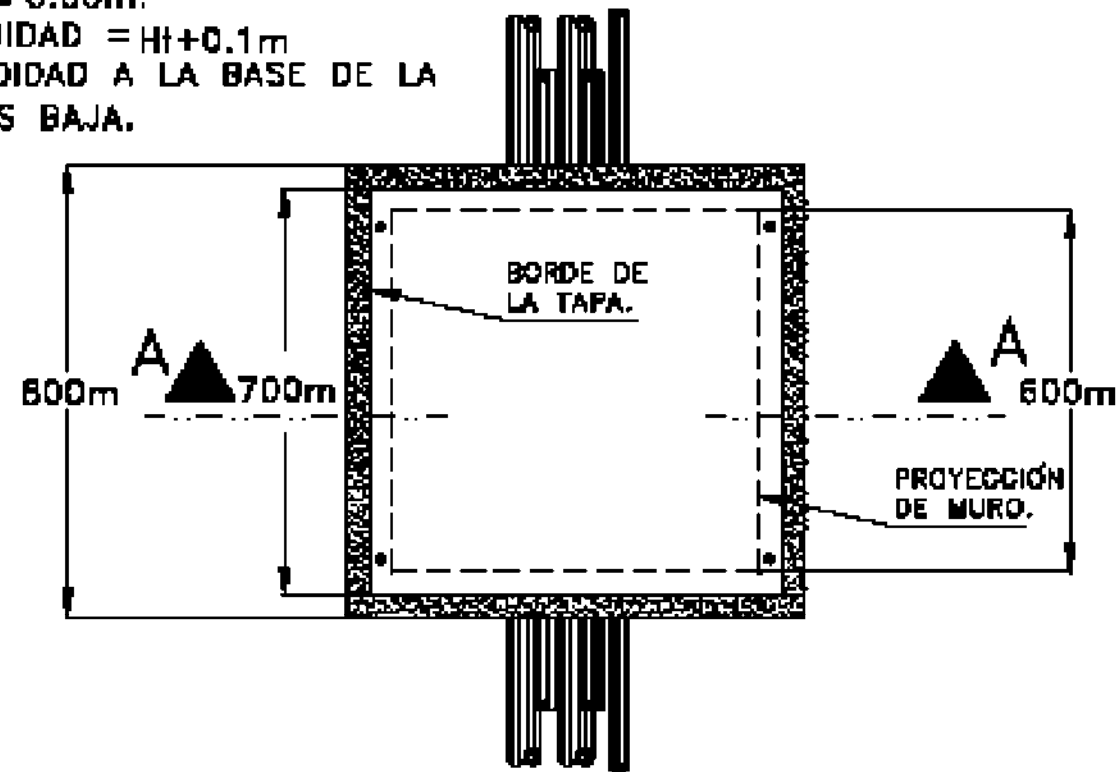
OBSERVACIONES:  
RBT-AP

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 28/0
	C-001

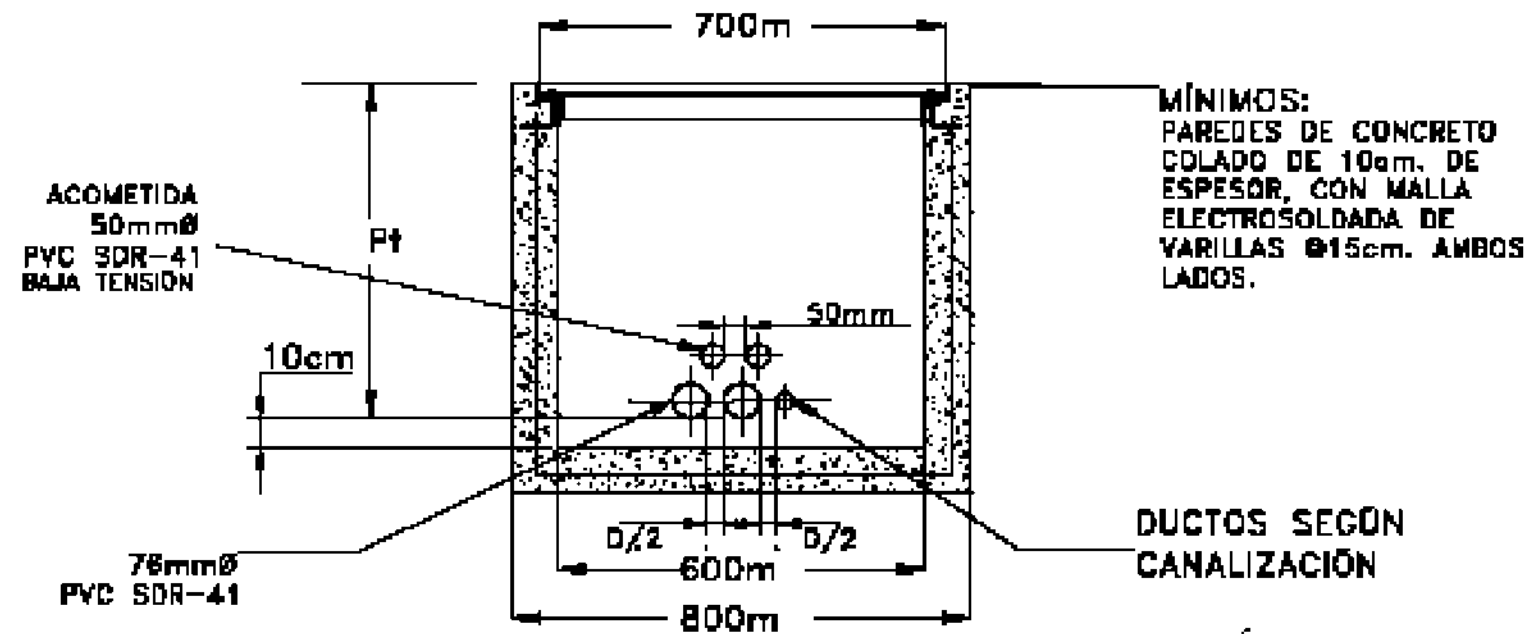
**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 0.60m.
  2. ANCHO = 0.60m.
  3. PROFUNDIDAD =  $H_t + 0.1m$
- $H_t$ : PROFUNDIDAD A LA BASE DE LA TUBERIA MÁS BAJA.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



**DETALLE EN PLANTA DE CAJA BAJA TENSIÓN**



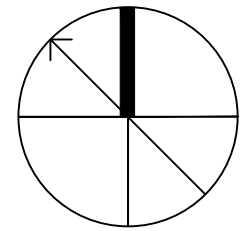
**SECCION POR A-A.**

**DETALLE EN ELEVACIÓN DE CAJA BAJA TENSIÓN**

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE BAJA TENSIÓN

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA RBT

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

PLANO  
20/0

C-001

## DIMENSIONES INTERNAS DE LA CAJA

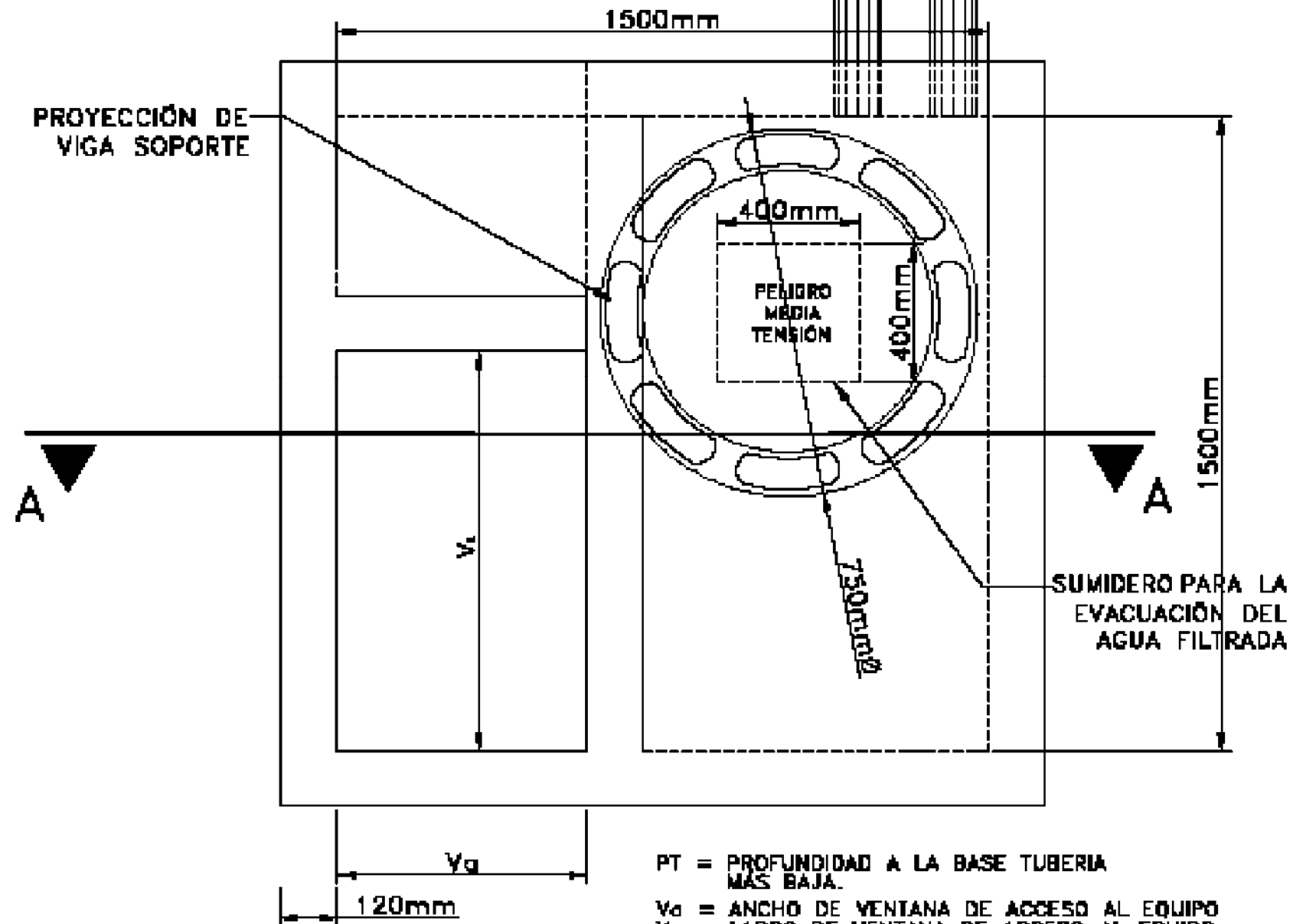
1. LARGO = 1.5m
2. ANCHO = 1.5m
3. PROFUNDIDAD = 0.1m.+PT (1.80m.Mínimo)
4. ESPESOR DE PARED = 0.012m.(Mínimo)

Mínimo.100mmØ  
(34.5 kV)

D/2

75mmØ  
(13.8 kV 24.9 kV)

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



PT = PROFUNDIDAD A LA BASE TUBERIA MAS BAJA.

Vg = ANCHO DE VENTANA DE ACCESO AL EQUIPO  
Vt = LARGO DE VENTANA DE ACCESO AL EQUIPO  
CON SUS MISMAS DIMENSIONES  
SUMIDERO EN LINEA CON LA TAPA

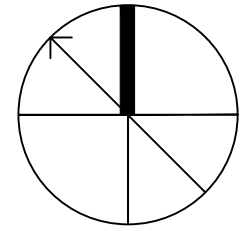
### NOTAS :

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm. DE ESPESOR  $F_c=210 \text{ kg/cm}^2$  CON ACERO #4 Ø150mm.AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE , ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADAS CON SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE
- LA CAJA DEBE DE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- LA UBICACIÓN DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

FOSA PARA EQUIPO TIPO PEDESTAL

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FIGURA FEP-1

ESCALA:

1:50

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN:

04

LÁMINA:

PLANO  
22/0

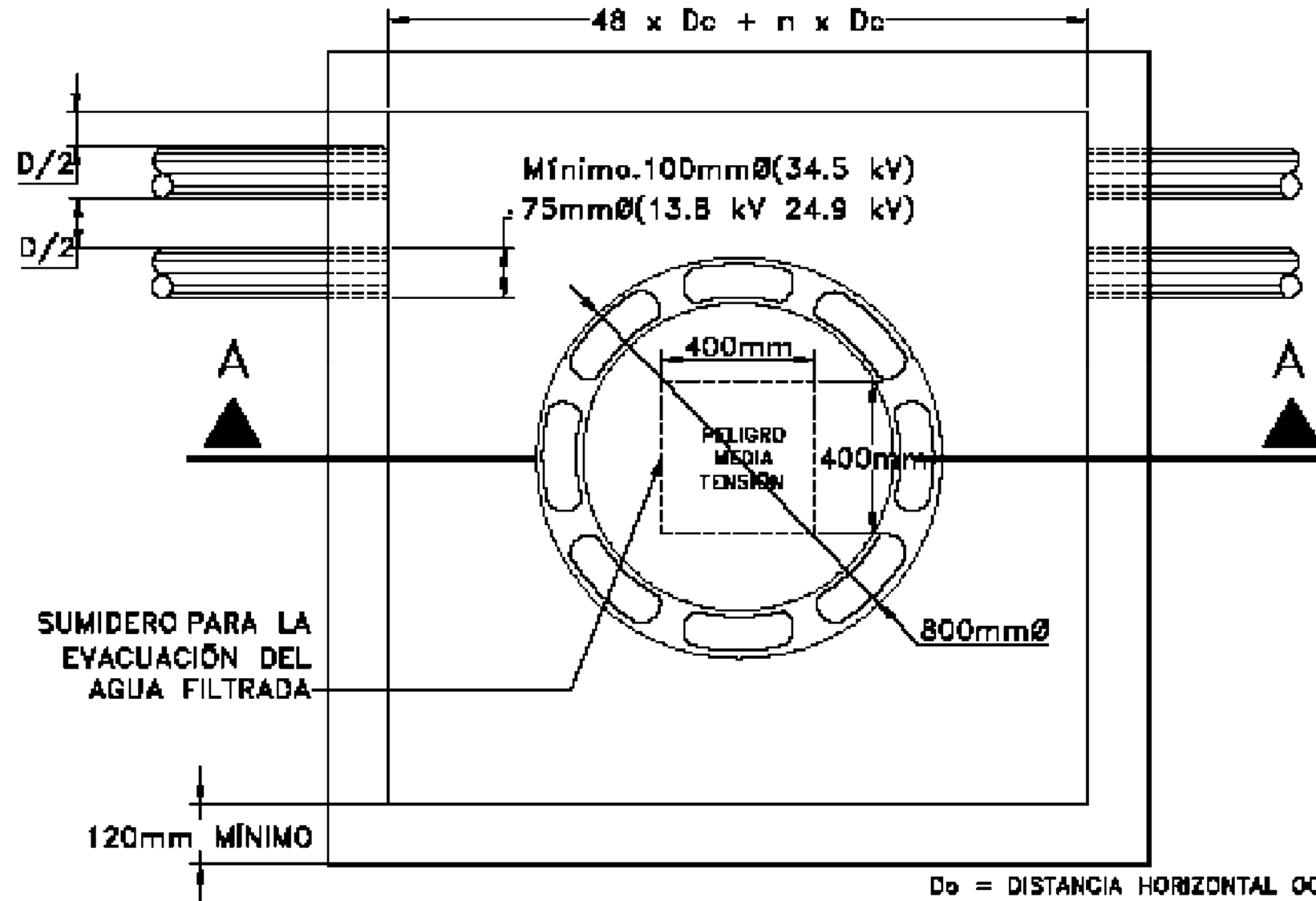
C-001



### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO =  $48 \times D_c + n \times D_c$
2. ANCHO =  $90 \text{cm} + D_o$  (DISTANCIA HORIZONTAL OCUPADA) EN PASO RECTO.
3. PROFUNDIDAD =  $10 \text{cm} + P_t$  (1.83M. MÍNIMO)
4. ESPESOR DE PARED = SEGÚN DISEÑO DE SITIO (MÍN. 120MM.)

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



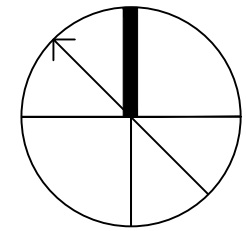
$D_o$  = DISTANCIA HORIZONTAL OCUPADA  
 $n$  = NUMERO DE CABLES ADICIONALES  
 $D_c$  = DIÁMETRO DEL CABLE MAYOR  
 $D$  = DIÁMETRO DEL TUBO MAYOR  
 $P_t$  = PROFUNDIDAD DE LA TUBERIA MÁS BAJA

#### NOTAS :

- PARED DE CONCRETO ARMADO  $f_c = 210 \text{kg/cm}^2$  DEL ESPESOR DE DISEÑO.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm. (3/8") grado 40.
- LA CANALIZACIÓN DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA DE REGISTRO MT, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- CANTIDAD DE DUCTOS SEGUN EL TIPO DE CANALIZACIÓN.

**UNITEC**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
CAJA DE REGISTRO DE MEDIA  
TENSION

ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

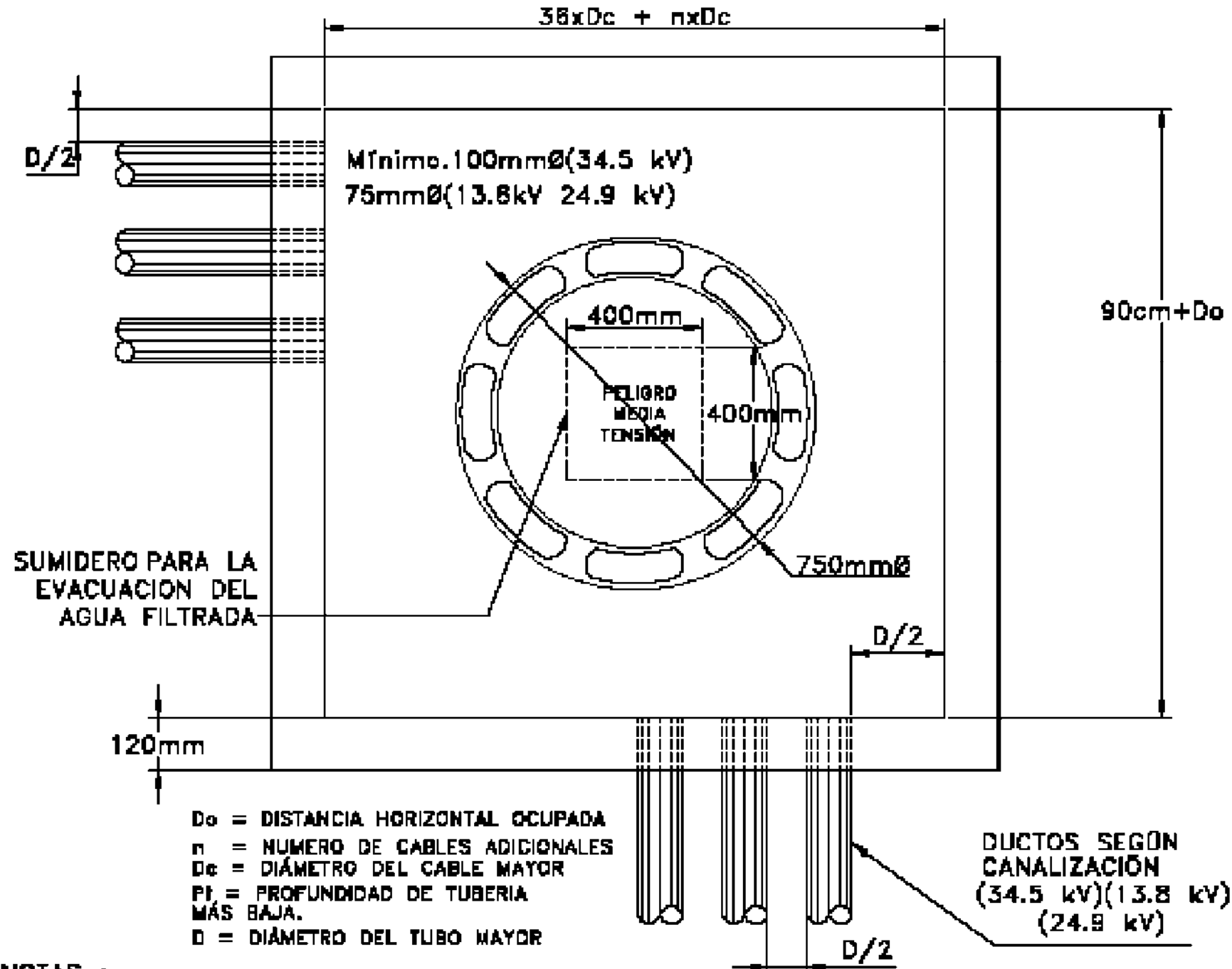
OBSERVACIONES:  
RNT-1

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S. 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 26/0
	C-001

## DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO =  $36 \times D_c + n \times D_c$
2. ANCHO =  $90 \text{cm} + D_c$  (DISTANCIA HORIZONTAL OCUPADA).
3. PROFUNDIDAD =  $10 \text{cm} + P_t$  (1.63m. Mínimo)
4. ESPESOR DE PARED = SEGÚN DISEÑO DE SITIO (Mín. 120mm.)

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



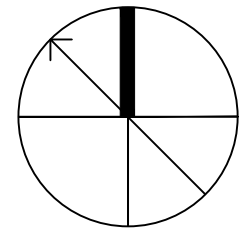
### NOTAS :

- PARED DE CONCRETO ARMADO  $f_c = 210 \text{kg/cm}^2$  DE 120mm DE ESPESOR MÍNIMO.
- EL ACERO DE REFUERZO SERA  $9.5 \text{mm}$ . ( $3/8"$ ) grado 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y AGOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA DE REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- CANTIDAD DE DUCTOS SEGUN EL TIPO DE CANALIZACION.

UNITEC

Ut  
FI

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RNT-3

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

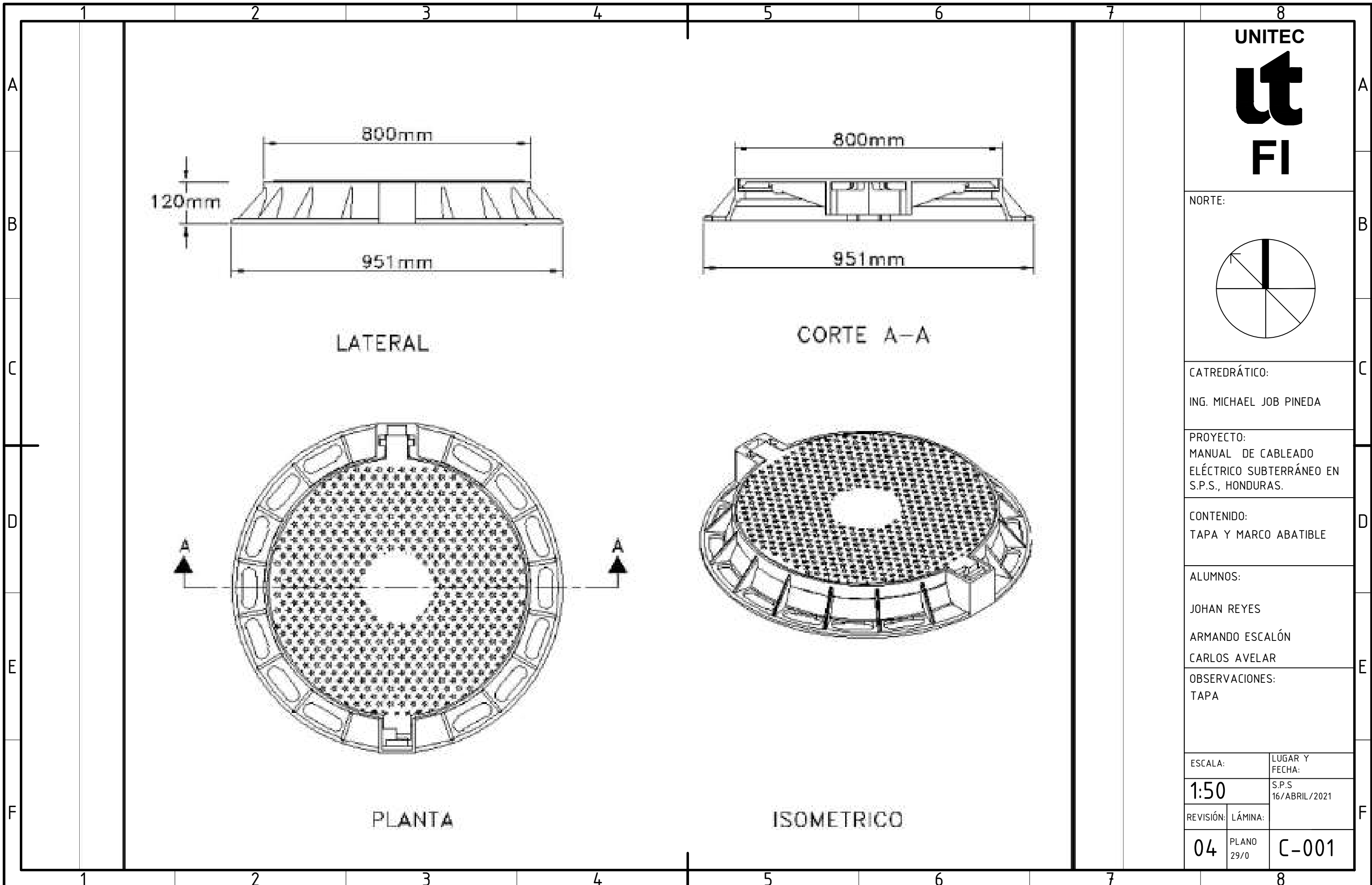
LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

PLANO  
27/0

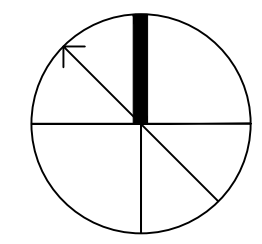
C-001



UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

TAPA Y MARCO ABATIBLE

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

TAPA

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

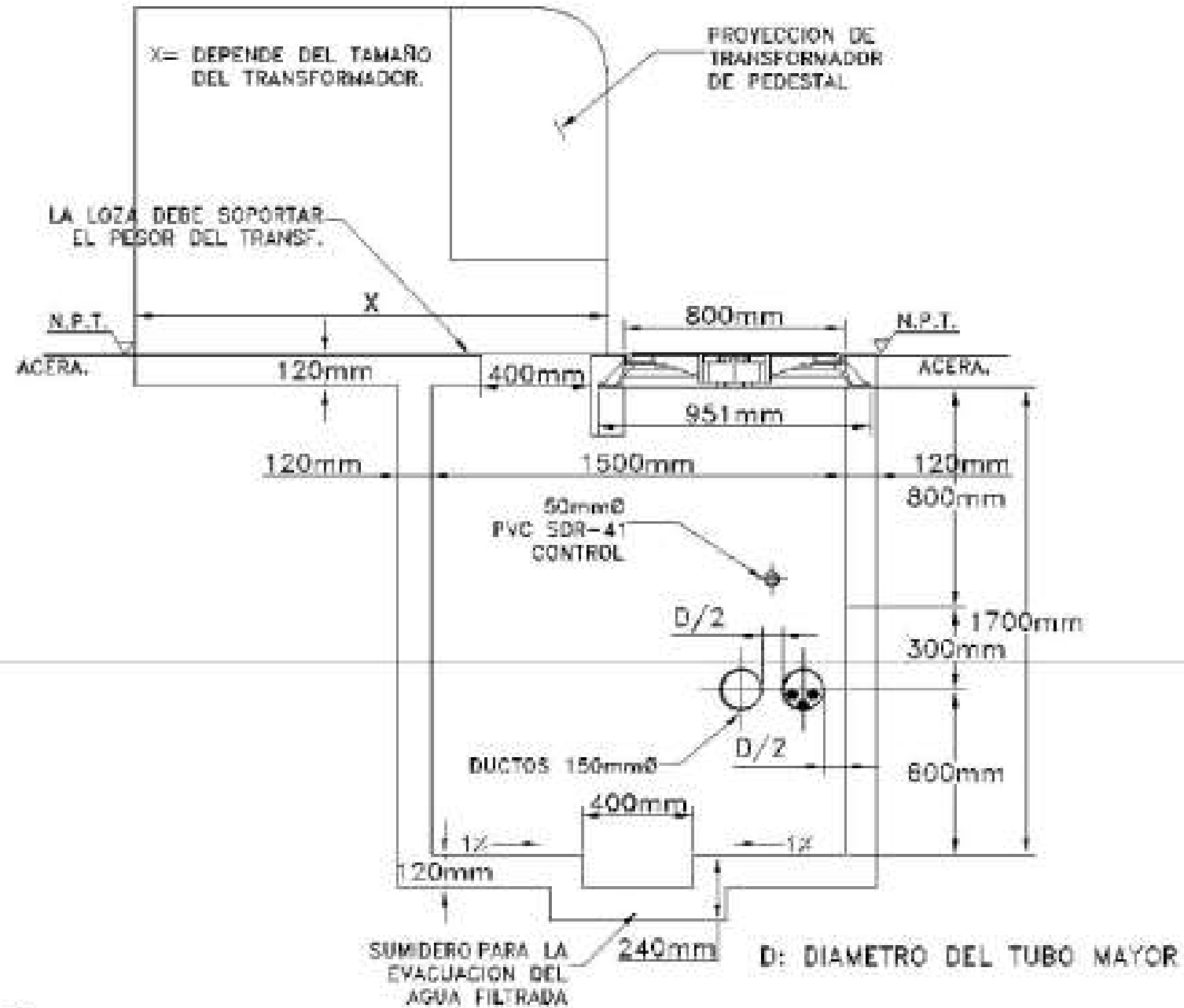
PLANO  
29/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PAREDE = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



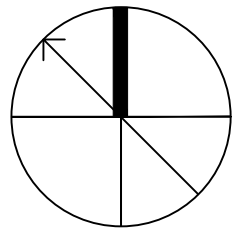
#### NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR  $f'c = 21000\text{kg/cm}^2$ , DON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

UNITEC

Ut  
FI

NORTE:



CATREDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
FOSO PARA TRANSFORMADOR  
TRIFASICO TIPO PEDESTAL  
(DUCTOS DE 150MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FTPT-150

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y  
FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

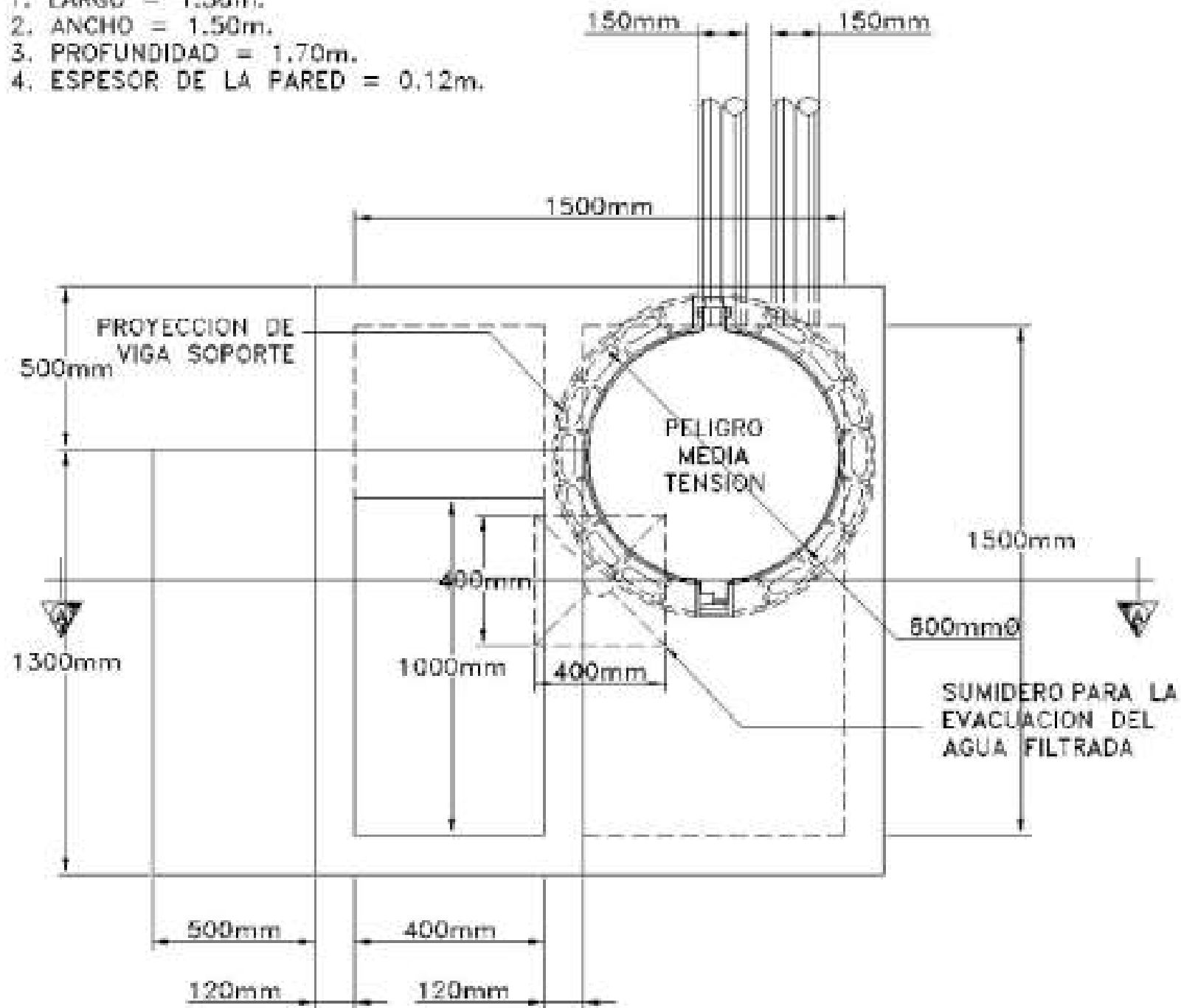
PLANO  
30/0

C-001

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

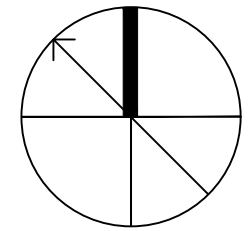


**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'c = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACION TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
FOSO PARA TRANSFORMADOR  
TRIFASICO TIPO PEDESTAL  
(DUCTOS 150MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FTPT-150

ESCALA: LUGAR Y  
FECHA:

1:50

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN: LÁMINA:

04

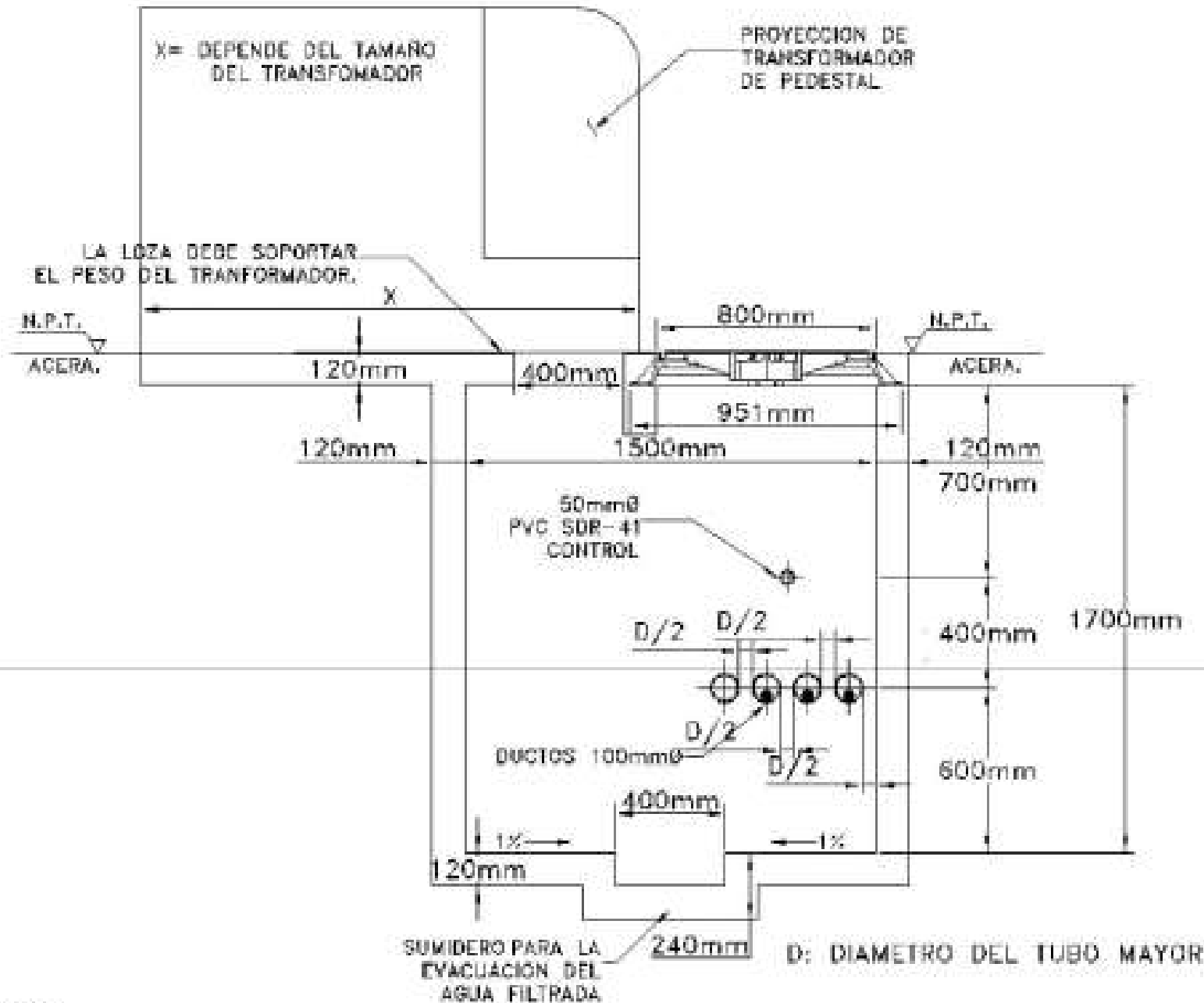
PLANO  
31/0

C-001

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



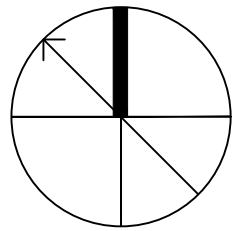
**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR  $f'c = 210\text{KG}/\text{CM}^2$ , DON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
FOSO PARA TRANSFORMADOR  
TRIFÁSICO TIPO PEDESTAL  
(DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FTPT-100

ESCALA: LUGAR Y  
FECHA:

1:50

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN: LÁMINA:

04

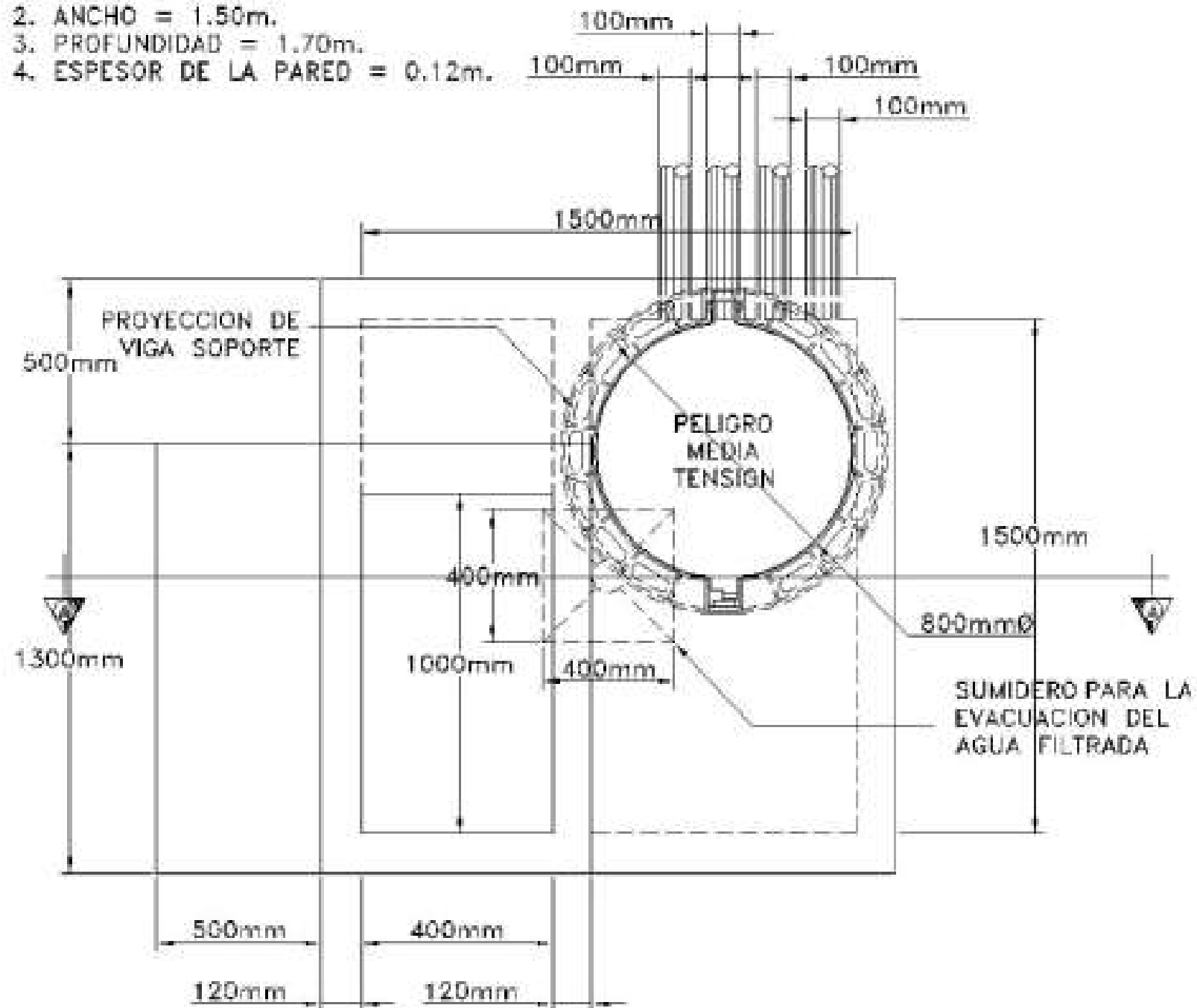
PLANO  
32/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

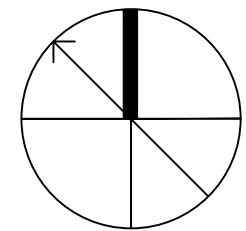


#### NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR  $f'c = 210\text{KG/CM}^2$ , CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ESTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACION TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTO DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

**UNITEC**  
**ut**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

FOSO PARA TRANSFORMADOR TRIFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FTPT-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

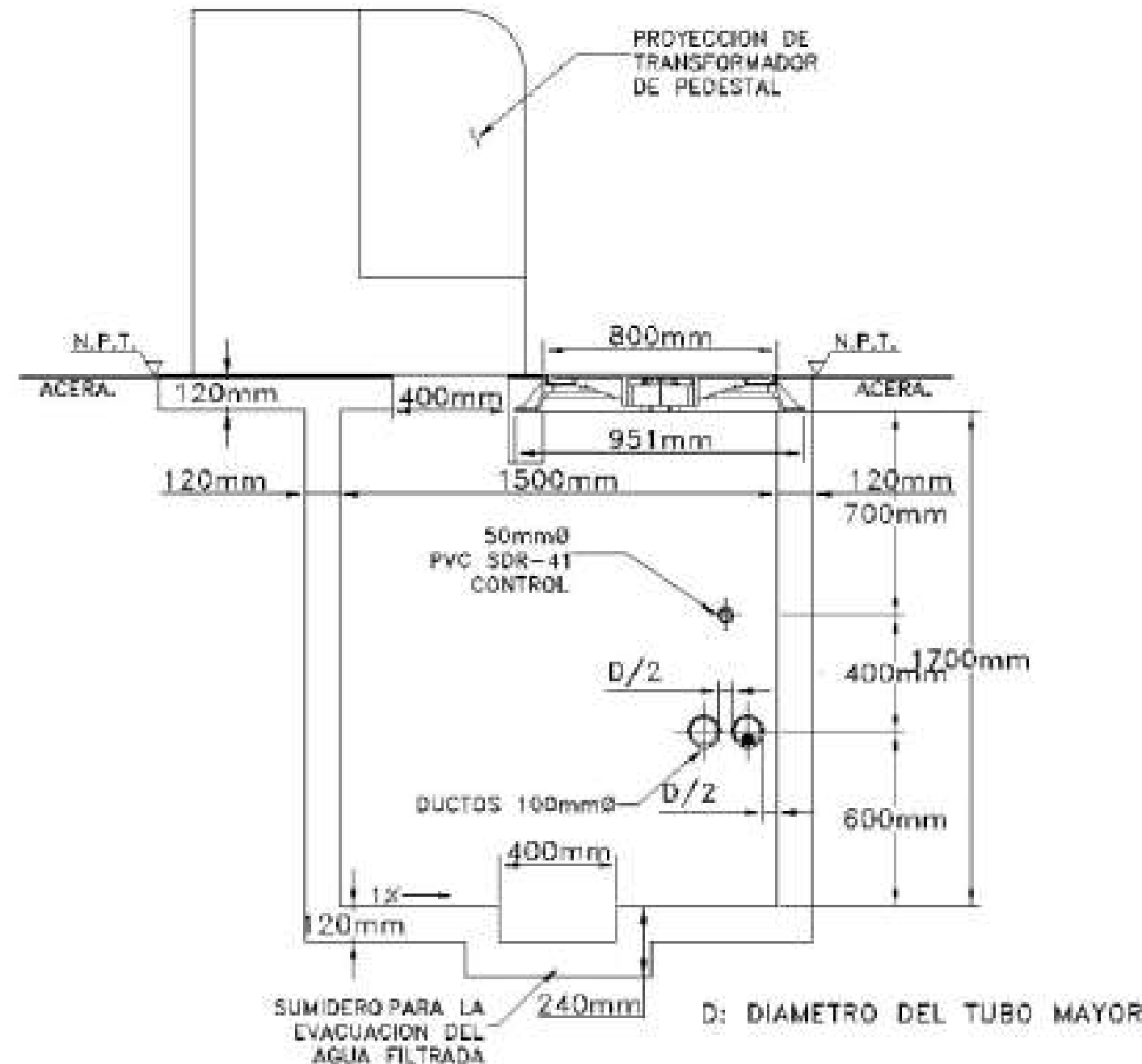
PLANO  
33/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

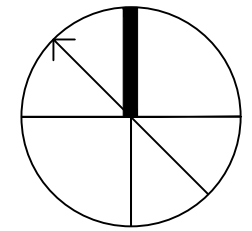


#### NOTAS:

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

**UNITEC**  
**Ut**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
FOSO PARA TRANSFORMADOR  
MONOFASICO TIPO PEDESTAL  
(DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
FTPM-100

ESCALA: LUGAR Y  
FECHA:

1:50

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN: LÁMINA:

04

PLANO  
34/0

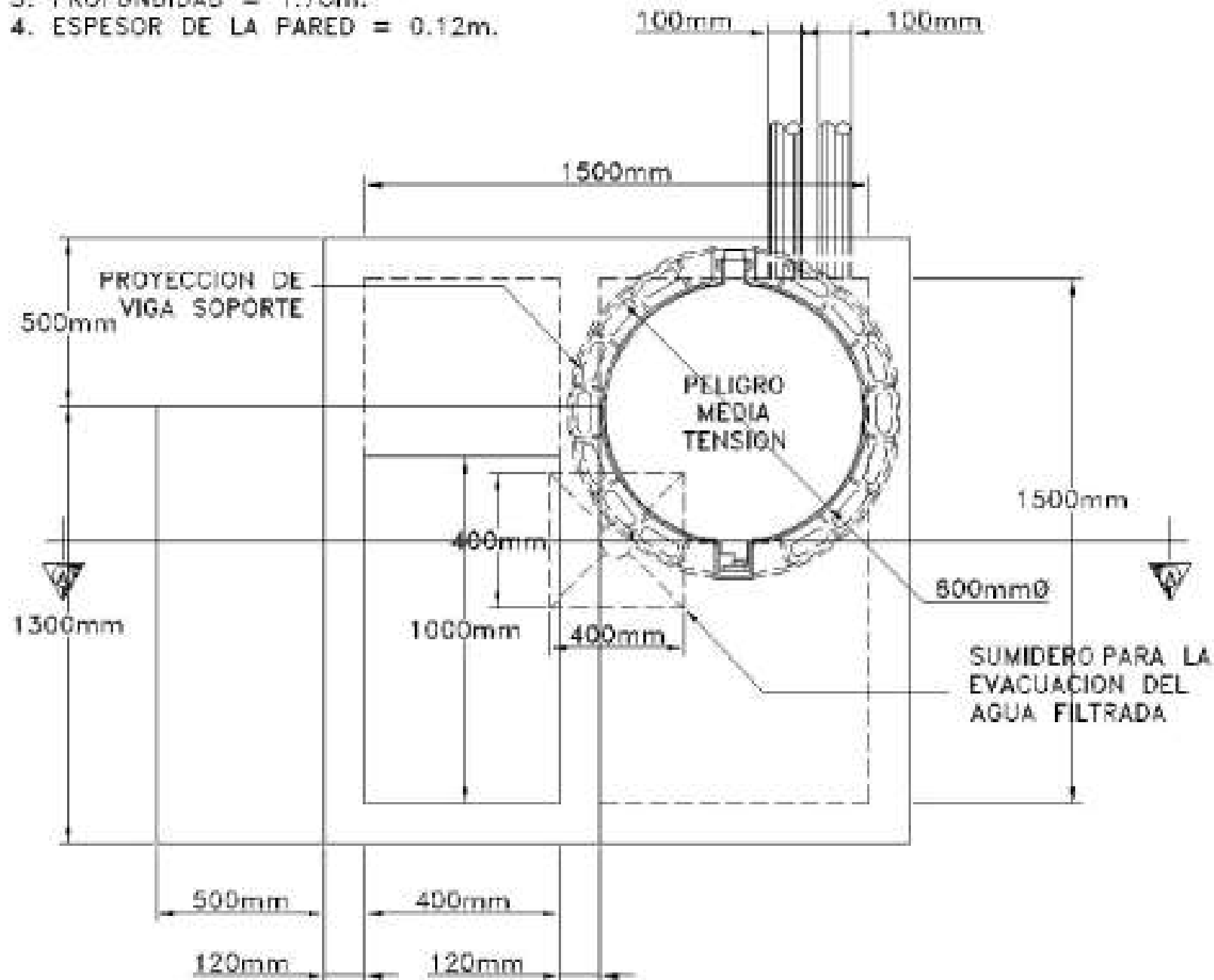
C-001



**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

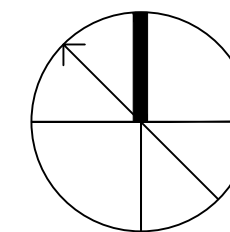


**NOTAS:**

- PAREDES DE CONCRETO COLADO DE 120mm DE ESPESOR F'C = 210KG/CM<sup>2</sup>, CON ACERO #4 @150mm AMBOS LADOS.
- EL INTERIOR DE TODAS LAS CAJAS DEBE SER RECUBIERTO CON UN MORTERO IMPERMEABILIZANTE, ÉSTE SE DEBE APLICAR EN DOS CAPAS, GRIS LA PRIMERA Y BLANCA LA SEGUNDA. ANTES DE SU APLICACIÓN TODAS LAS GRIETAS O AGUJEROS DEBEN SER REPARADOS CON UN SELLADOR DE POLIURETANO MONOCOMPONENTE.
- LA CAJA DEBE CONTAR CON LA RESPECTIVA PREVISTA PARA MALLA A TIERRA.
- SE MUESTRA LA MÁXIMA COINCIDENCIA DE DUCTOS QUE DEBE LLEGAR A LA CAJA; REFERIRSE A LA LÁMINA DE PLANTA PARA DETERMINAR LA CANTIDAD EXACTA DE DUCTOS QUE SE CONECTARÁN.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

FOSO PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO PEDESTAL (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

FTP-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

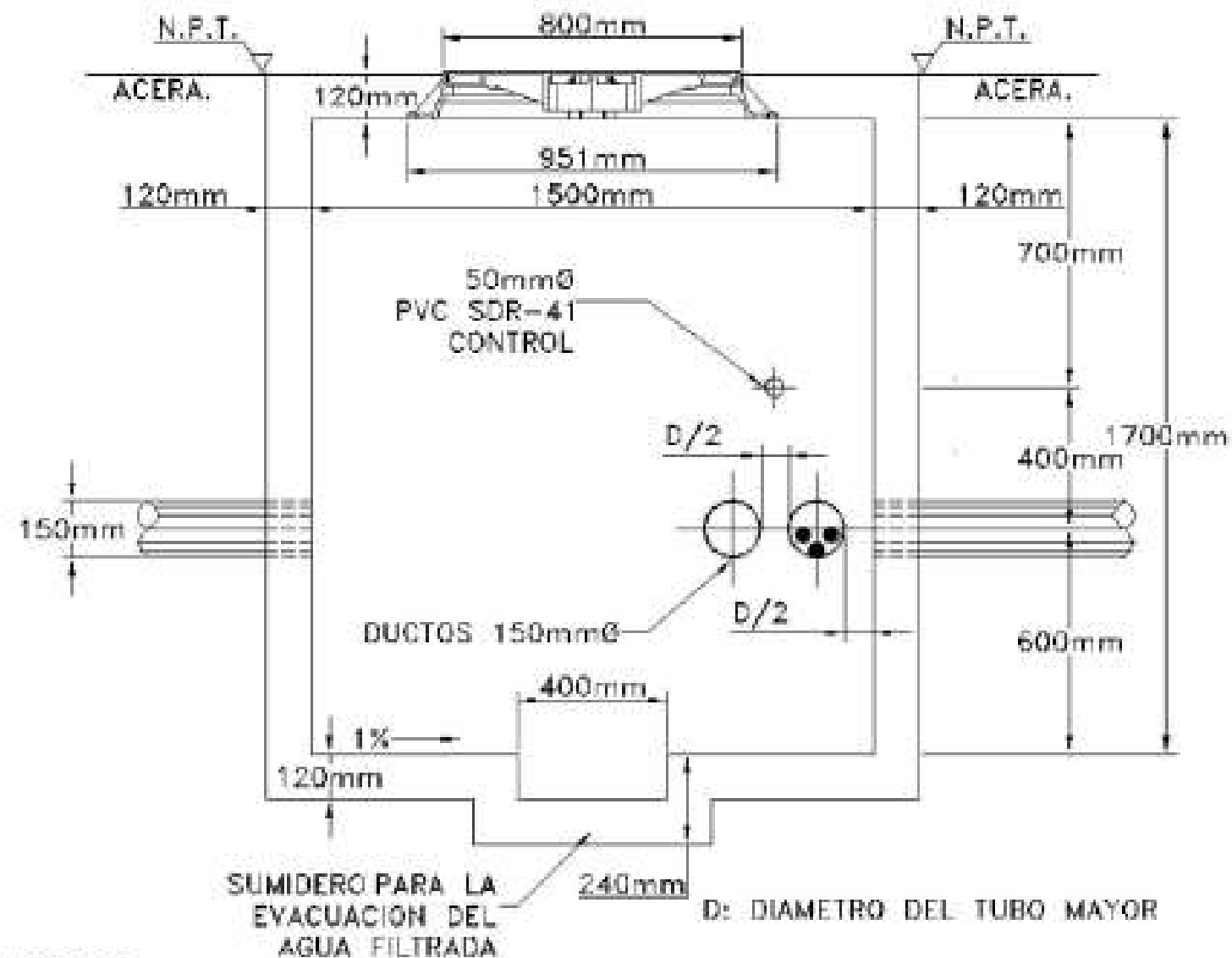
PLANO  
35/0

C-001

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.

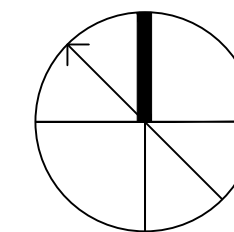


### NOTAS:

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR. EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARAN PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

**UNITEC**  
**ut**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 150MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTT-150

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

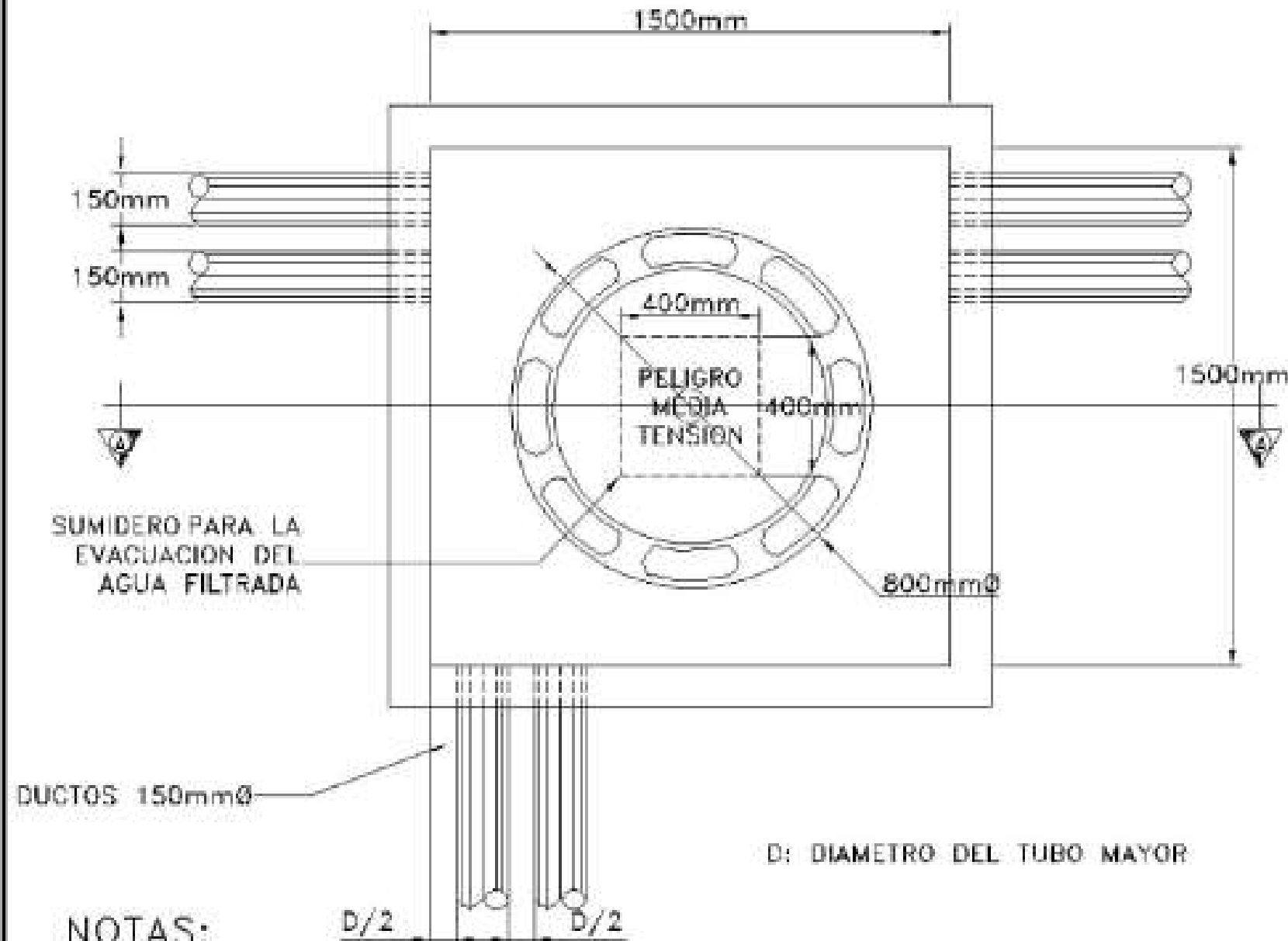
PLANO  
37/0

C-001

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



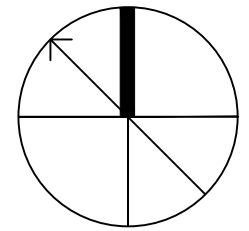
**NOTAS:**

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR
- EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE EL RECORRIDO DEL DISEÑO.
- ESTA CAJA DE REGISTRO SE UTILIZARAN PARA DISTANCIAS NO MAYORES A 30m.

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 150MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTT-150

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

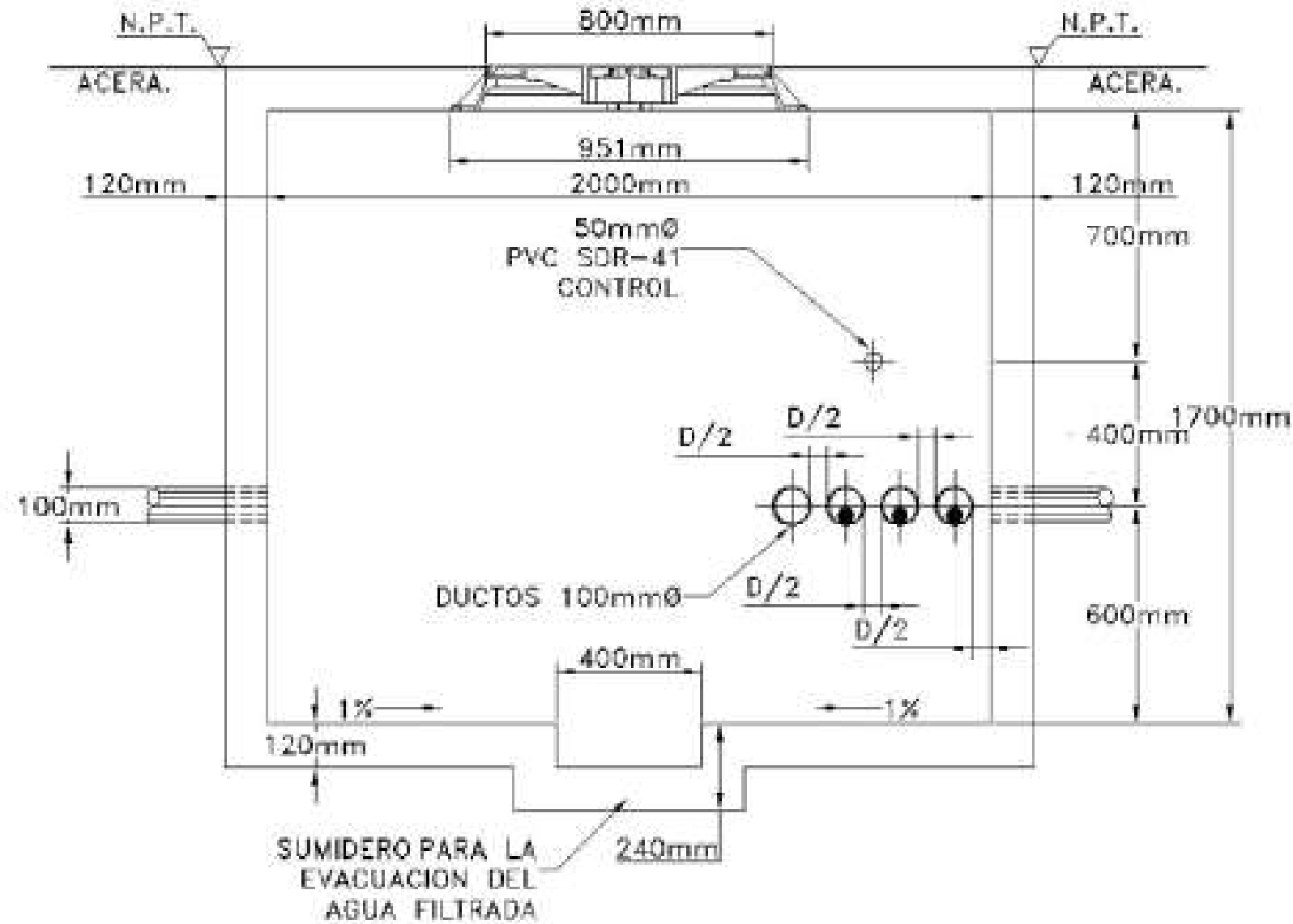
PLANO  
38/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



### NOTAS:

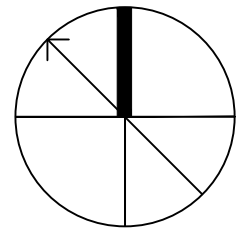
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIFASICA PARA CABLES DE 120 Y 240MM<sup>2</sup> (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTT-240-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

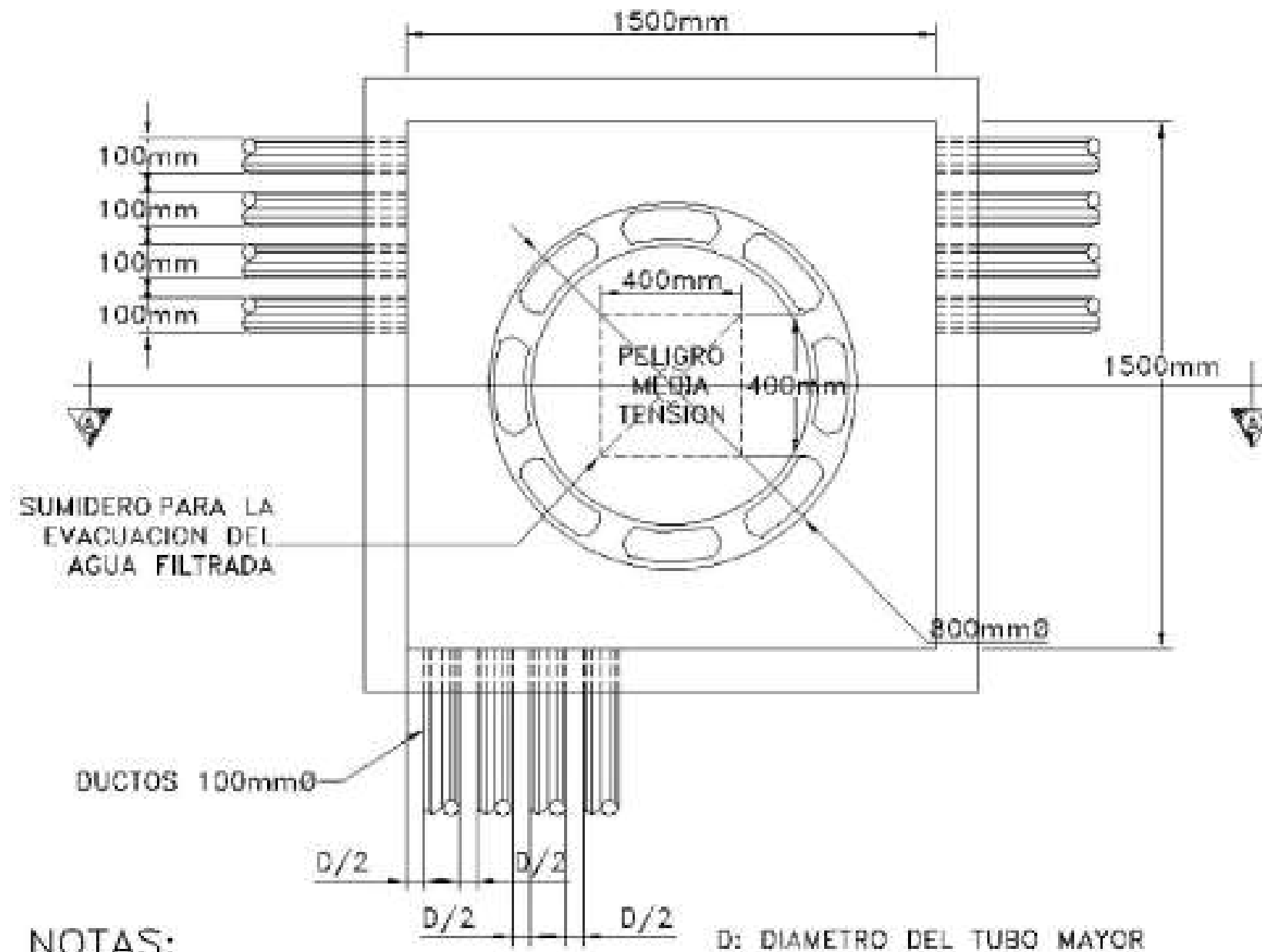
PLANO  
39/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

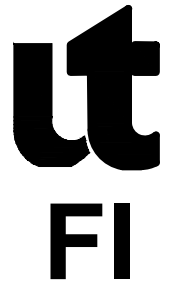


### NOTAS:

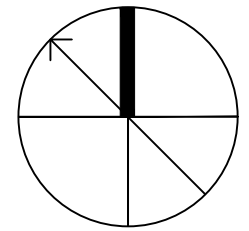
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMERADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIF. PARA CABLE 50MM<sup>2</sup> (1/0 AWG)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTT-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

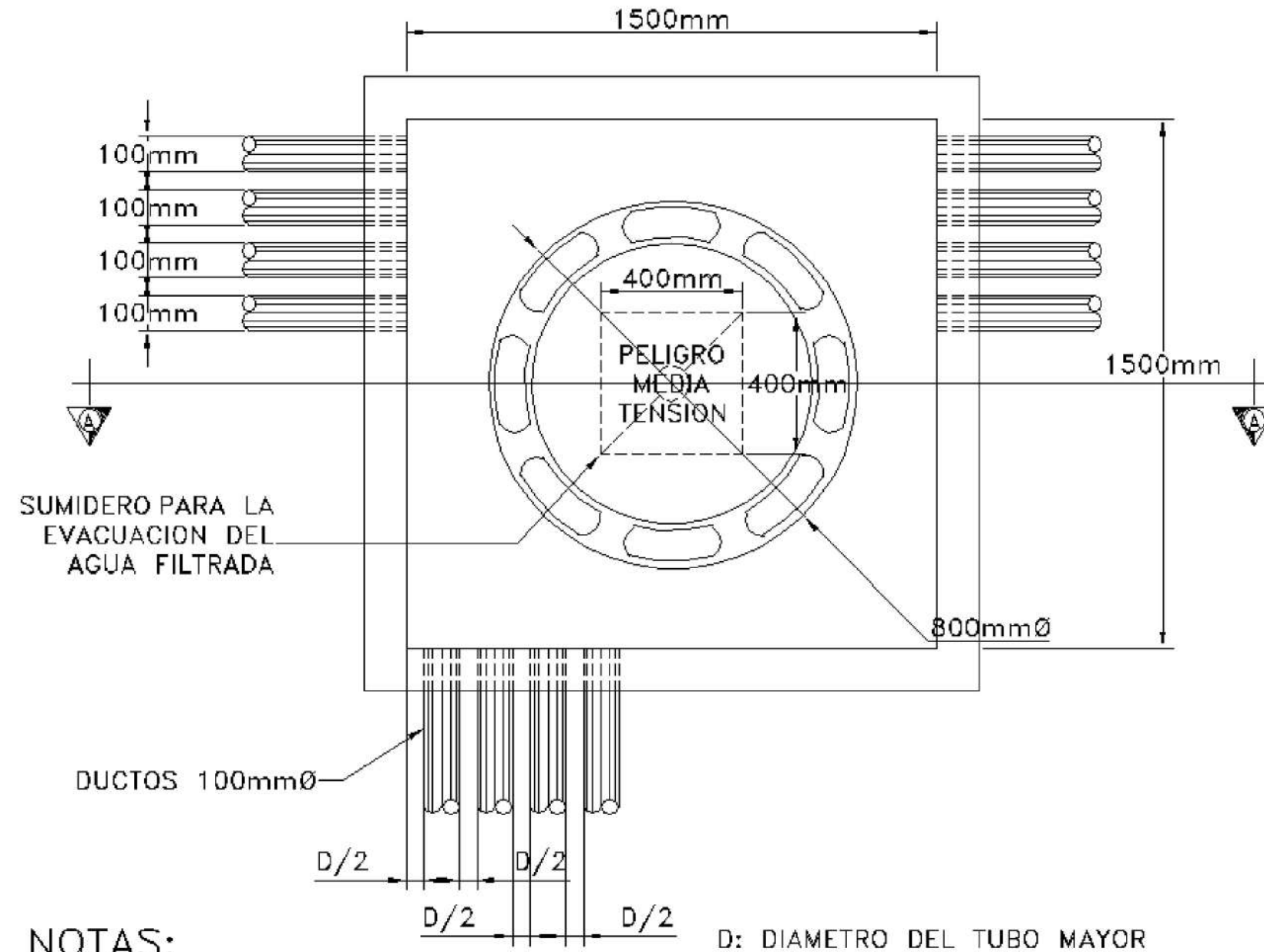
PLANO  
41/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



### NOTAS:

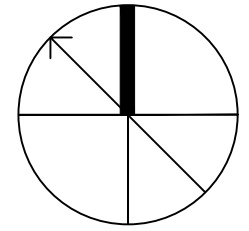
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION TRIF. PARA CABLE 50MM<sup>2</sup> (1/0 AWG)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTT-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

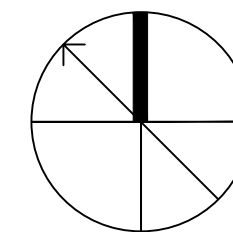
PLANO  
41/0

C-001

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION TRIFASICA (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMMT-OC-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S 16/ABRIL/2021

LÁMINA:

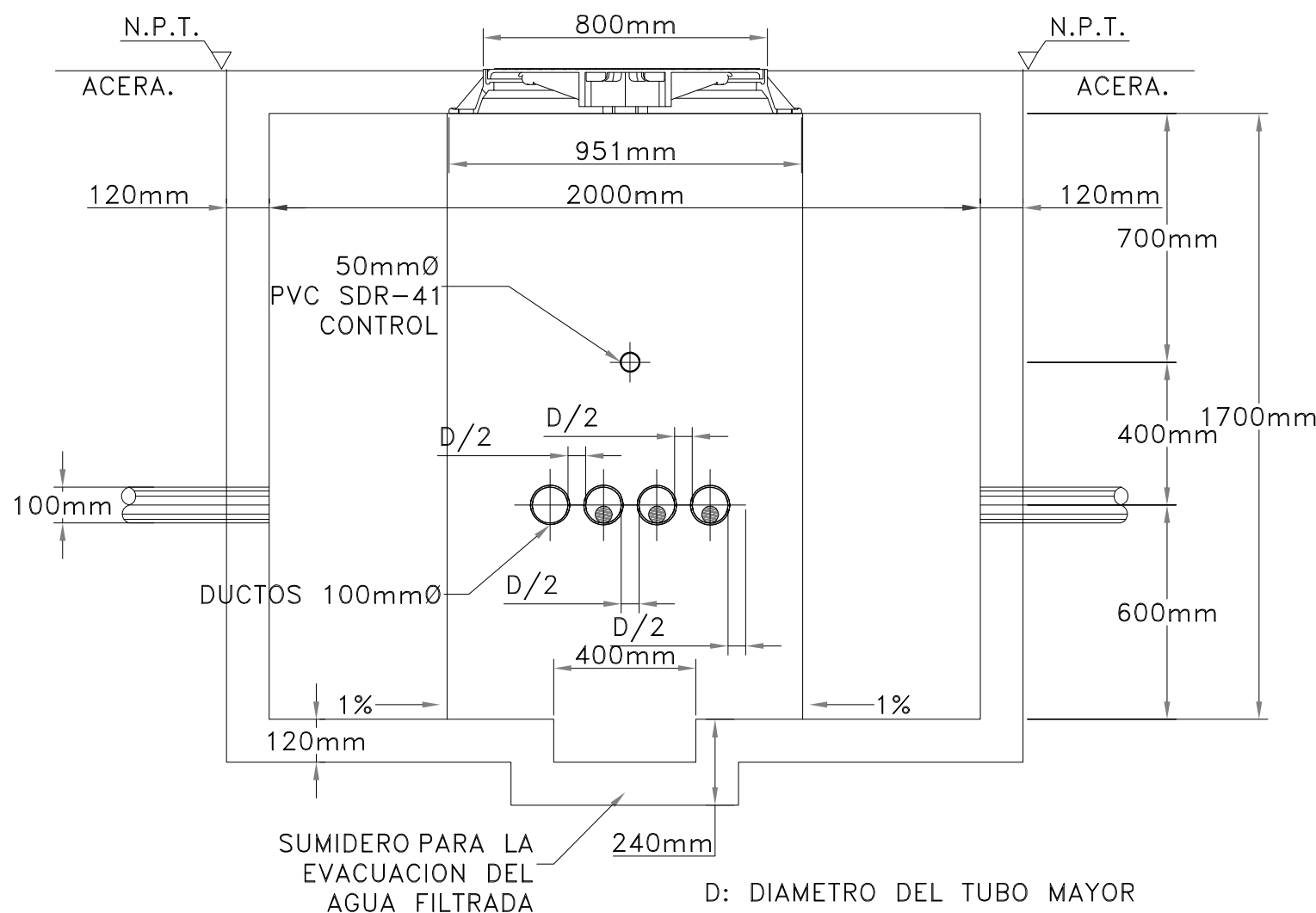
PLANO 42/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.012m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

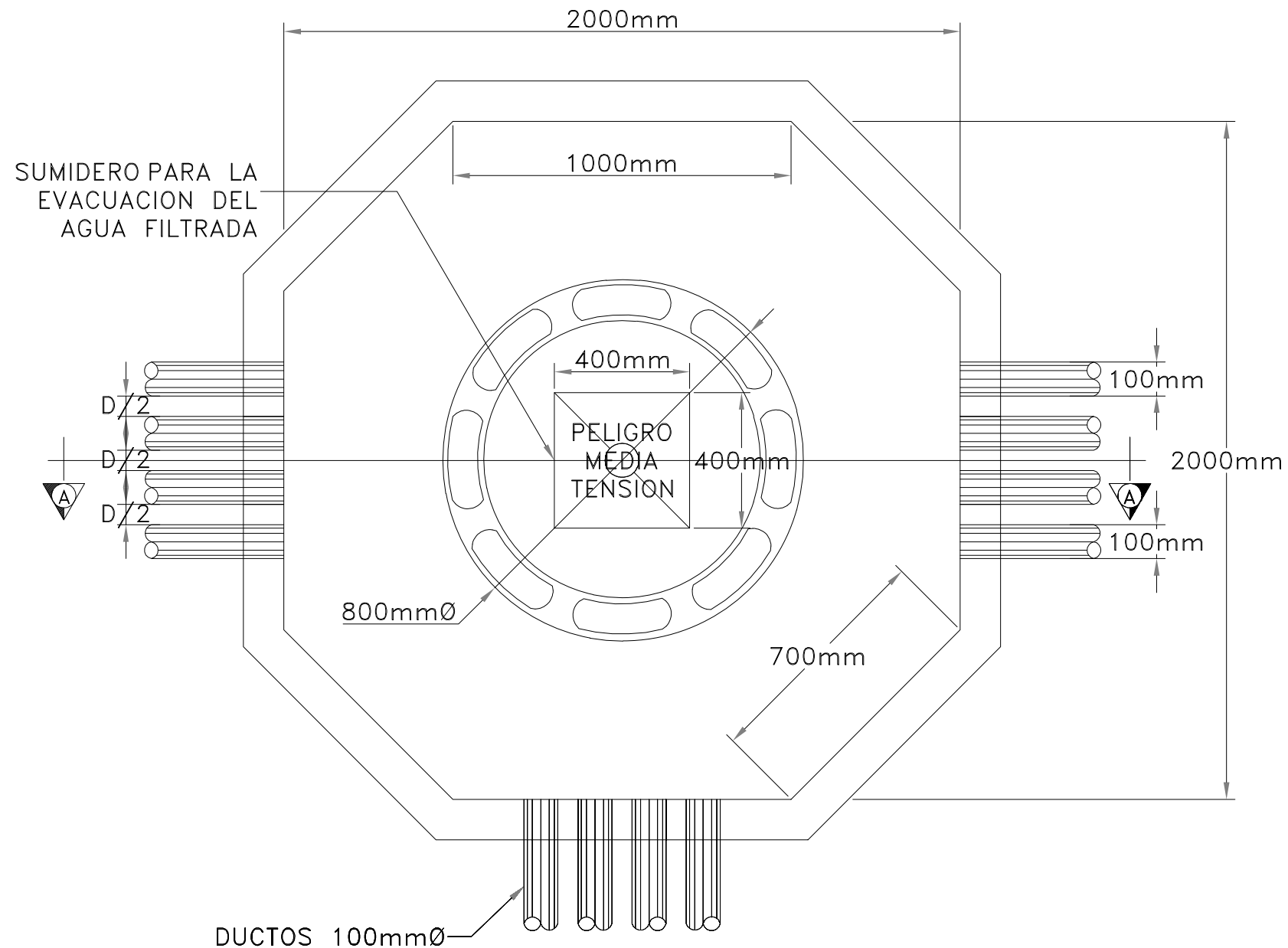
### NOTAS:

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

**DIMENSIONES INTERNAS:**

1. LARGO = 2.00m.
2. ANCHO = 2.00m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.012m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



**NOTAS:**

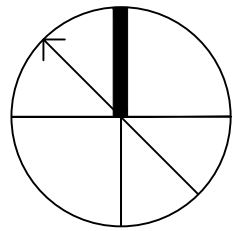
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LO DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO  
ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN  
S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL  
MEDIA TENSION TRIFASICA  
(DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
RMTT-OC-100

ESCALA: LUGAR Y FECHA:

1:50

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN: LÁMINA:

04

PLANO  
43/0

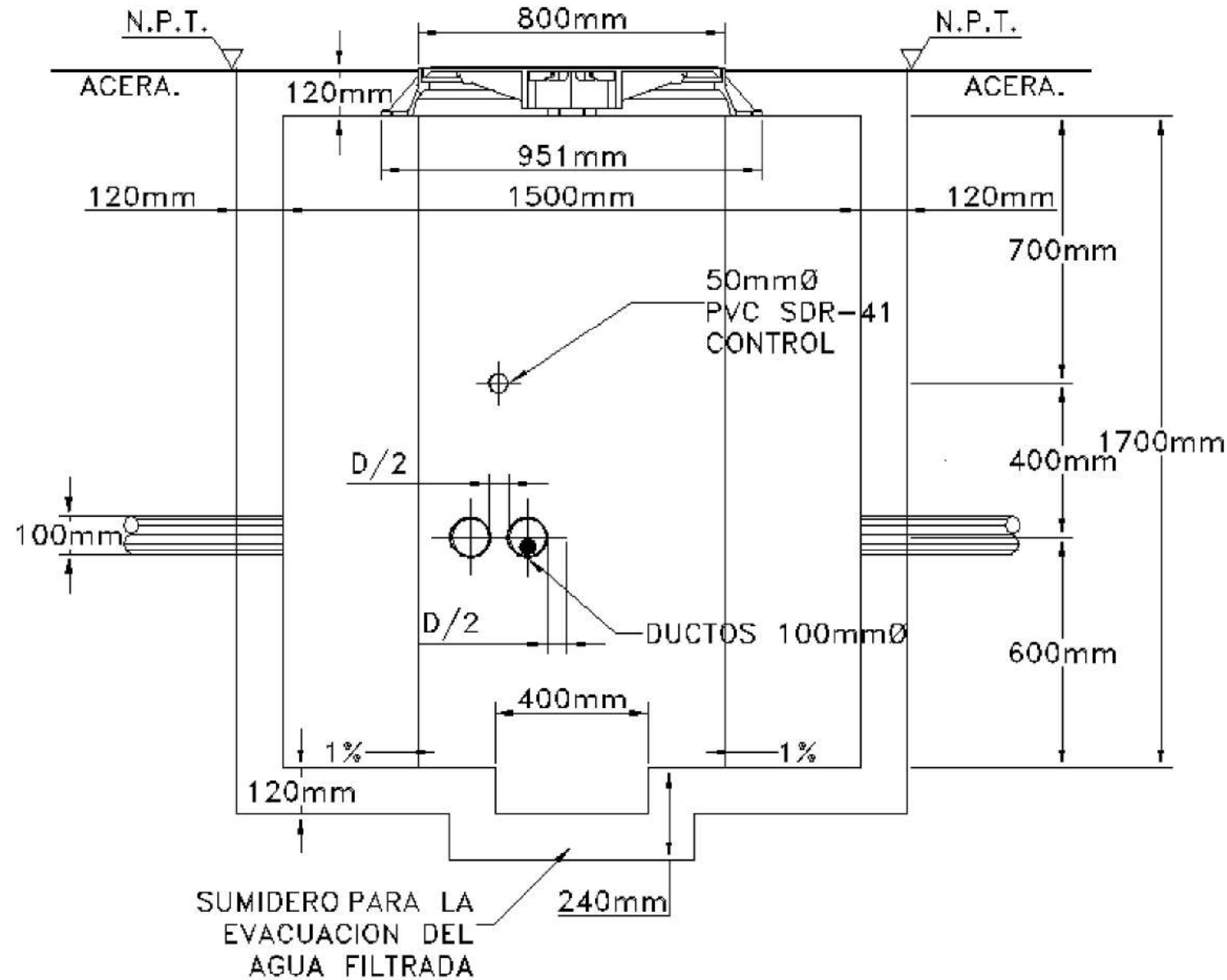
C-001



### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



### NOTAS:

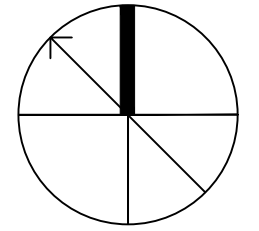
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO OPCIONAL MEDIA TENSION MONOFASICA (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTM-OC-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

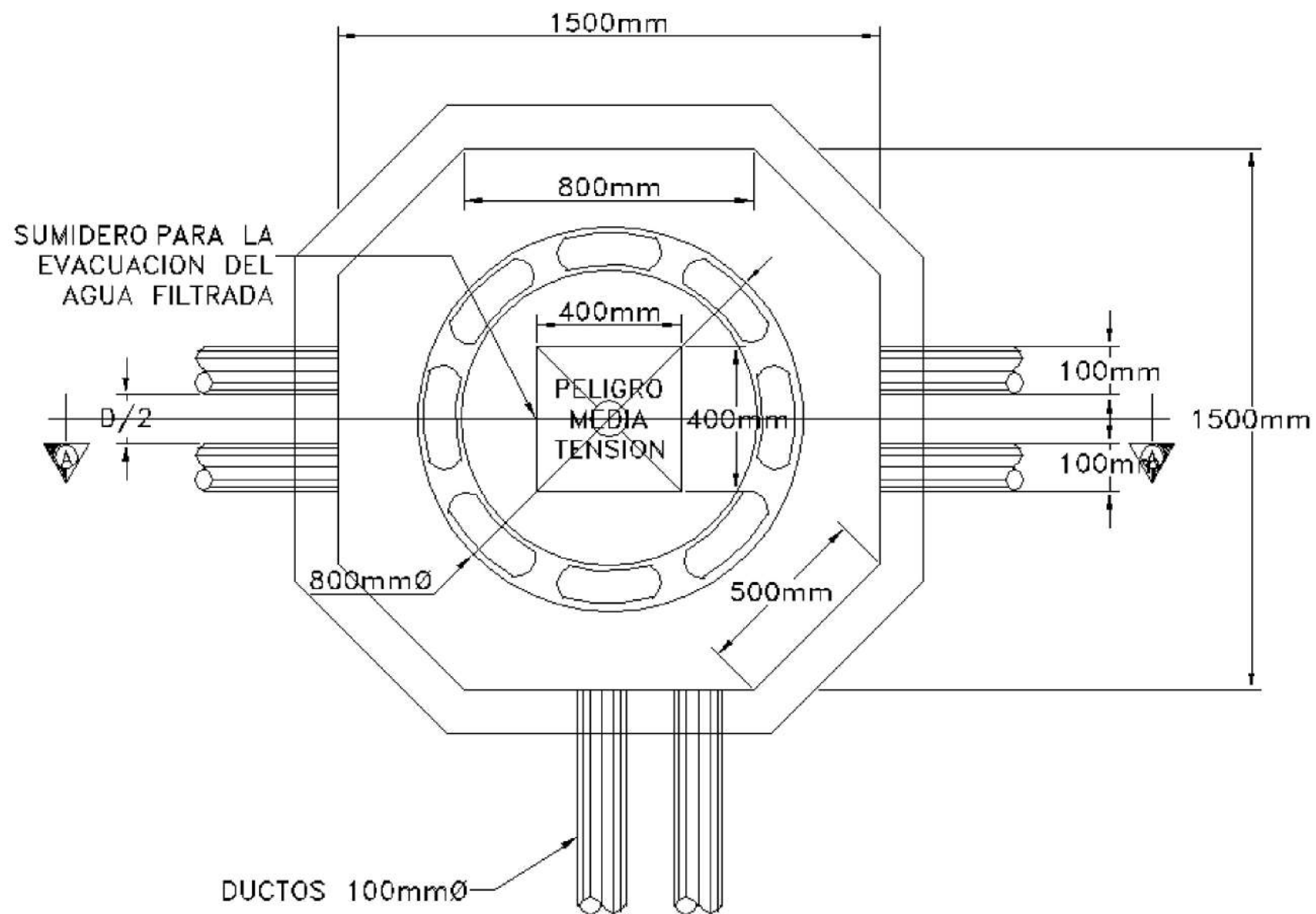
PLANO  
44/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



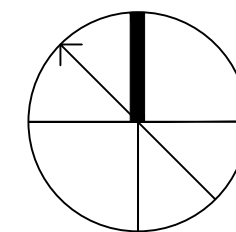
### NOTAS:

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

**UNITEC**  
**ut**  
**FI**

NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO OCTOGONAL MEDIA TENSION MONOFÁSICA (DUCTOS DE 100MM)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTM-OC-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

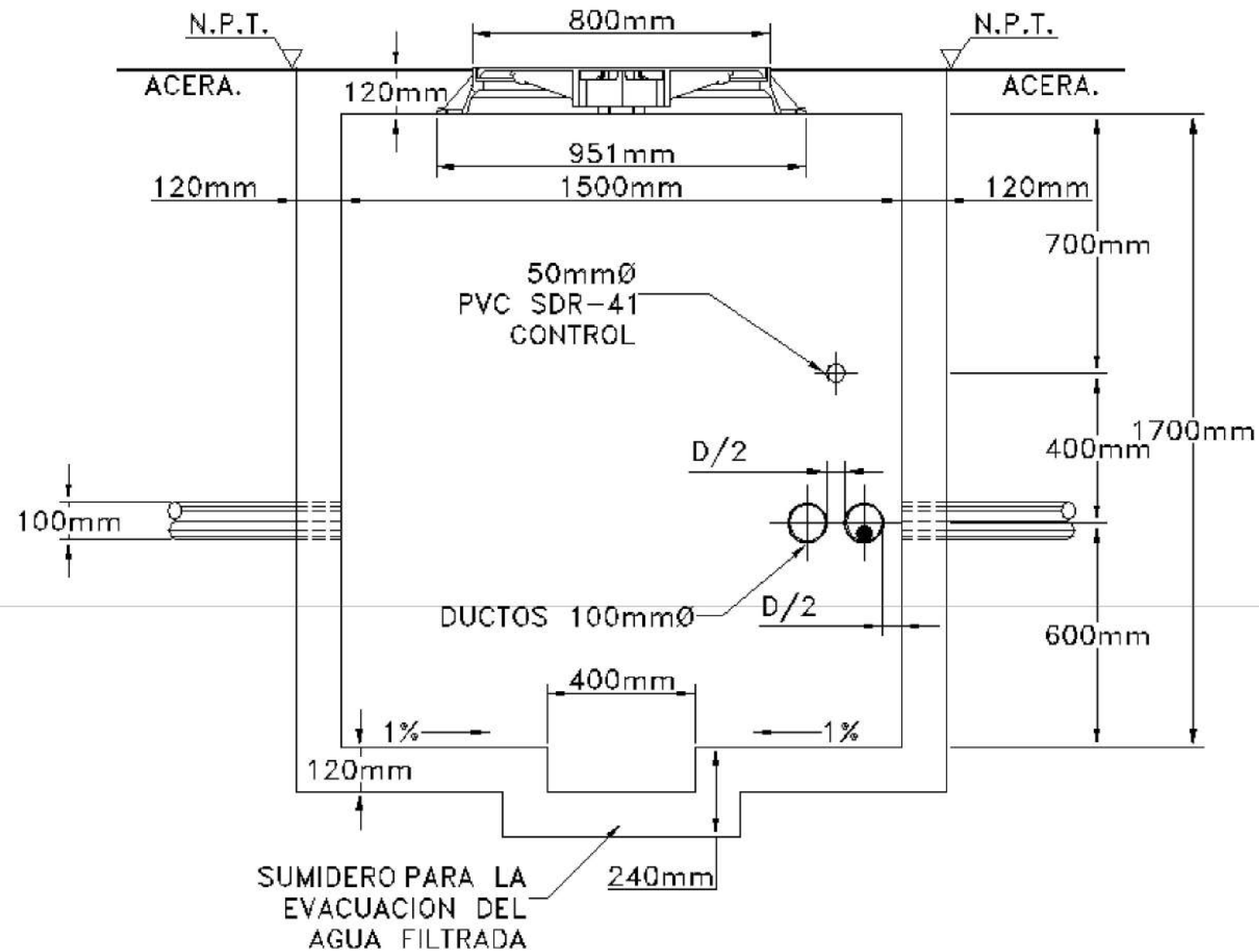
PLANO  
45/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE LA PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



### NOTAS:

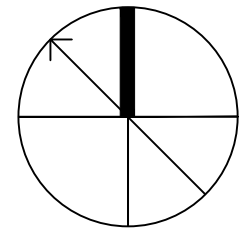
- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50 MM<sup>2</sup>(1/0 AWG)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTM-100

ESCALA:

1:50

LUGAR Y FECHA:

S.P.S  
16/ABRIL/2021

REVISIÓN:

04

LÁMINA:

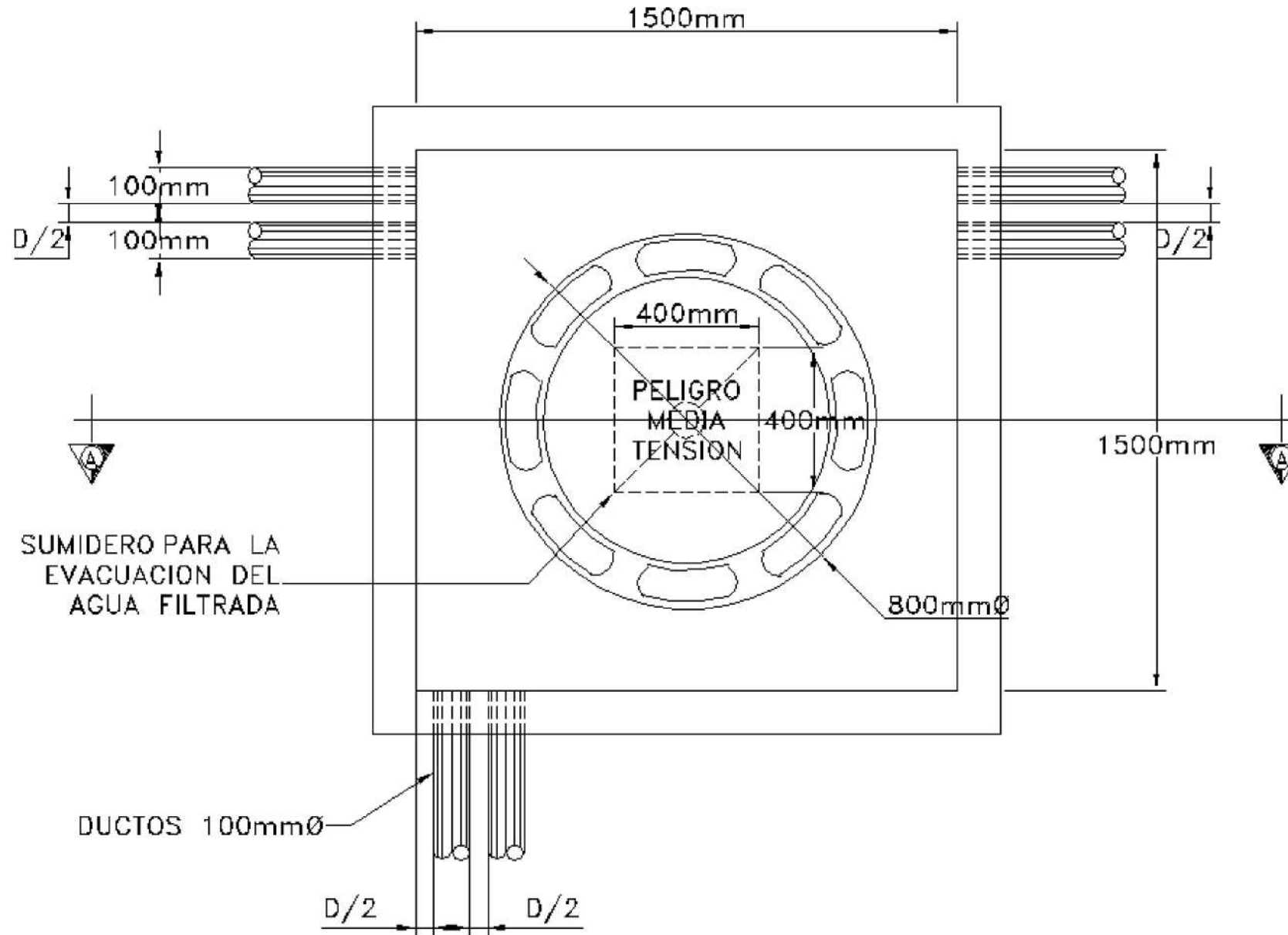
PLANO  
46/0

C-001

### DIMENSIONES INTERNAS:

1. LARGO = 1.50m.
2. ANCHO = 1.50m.
3. PROFUNDIDAD = 1.70m.
4. ESPESOR DE PARED = 0.12m.

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.

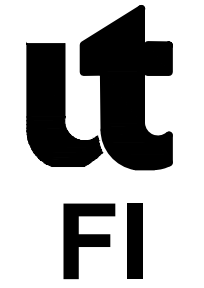


### NOTAS:

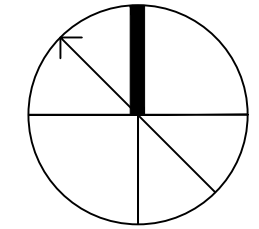
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

- PARED DE CONCRETO ARMADO,  $f_c=210\text{kg/cm}^2$ , DE 120mm DE ESPESOR EL ACERO DE REFUERZO SERA 9.5mm(3/8"), GRADO 40.
- LA CANALIZACION DE BAJA TENSION, ALUMBRADO PUBLICO Y ACOMETIDA, NO PODRA ENTRAR A NINGUNA CAJA REGISTRO DE MEDIA TENSION, EXCEPTO FOSA DEL TRANSFORMADOR.
- LA UBICACION DE LOS DUCTOS DEPENDE DEL RECORRIDO DEL DISEÑO.

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:

MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:

CAJA DE REGISTRO DE MEDIA TENSION MONOF. PARA CABLE 50 MM<sup>2</sup> (1/0 AWG)

ALUMNOS:

JOHAN REYES

ARMANDO ESCALÓN

CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:

RMTM-100

ESCALA:

1:50

REVISIÓN:

04

LUGAR Y FECHA:

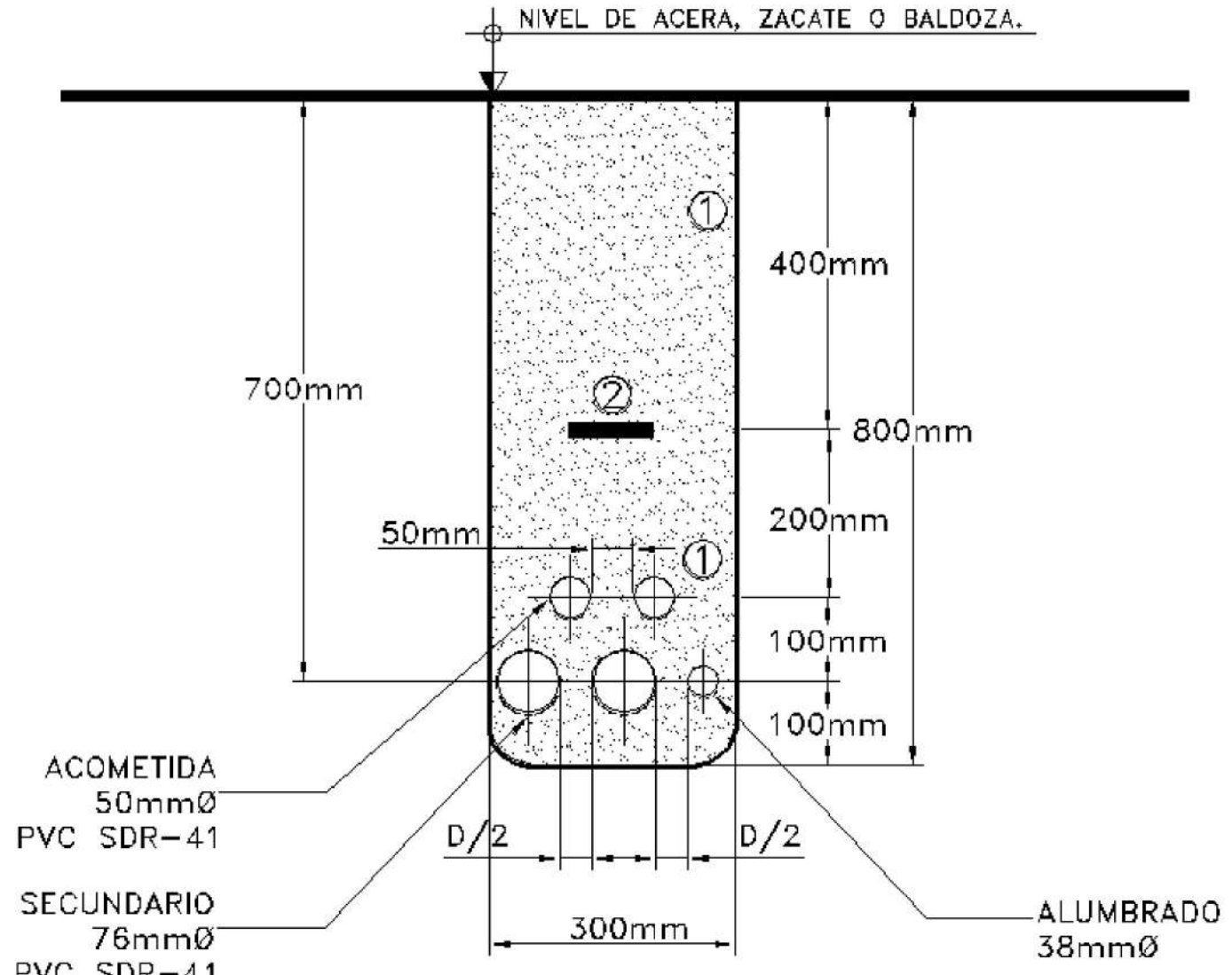
S.P.S  
16/ABRIL/2021

LÁMINA:

PLANO  
47/0

C-001

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



ACOMETIDA  
50mmØ  
PVC SDR-41

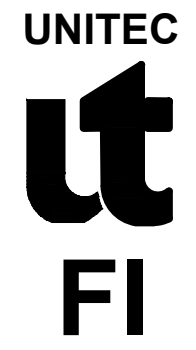
SECUNDARIO  
76mmØ  
PVC SDR-41

ALUMBRADO  
38mmØ

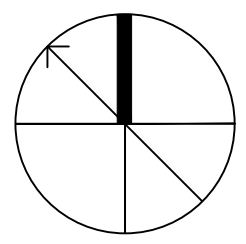
D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90%

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE)



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

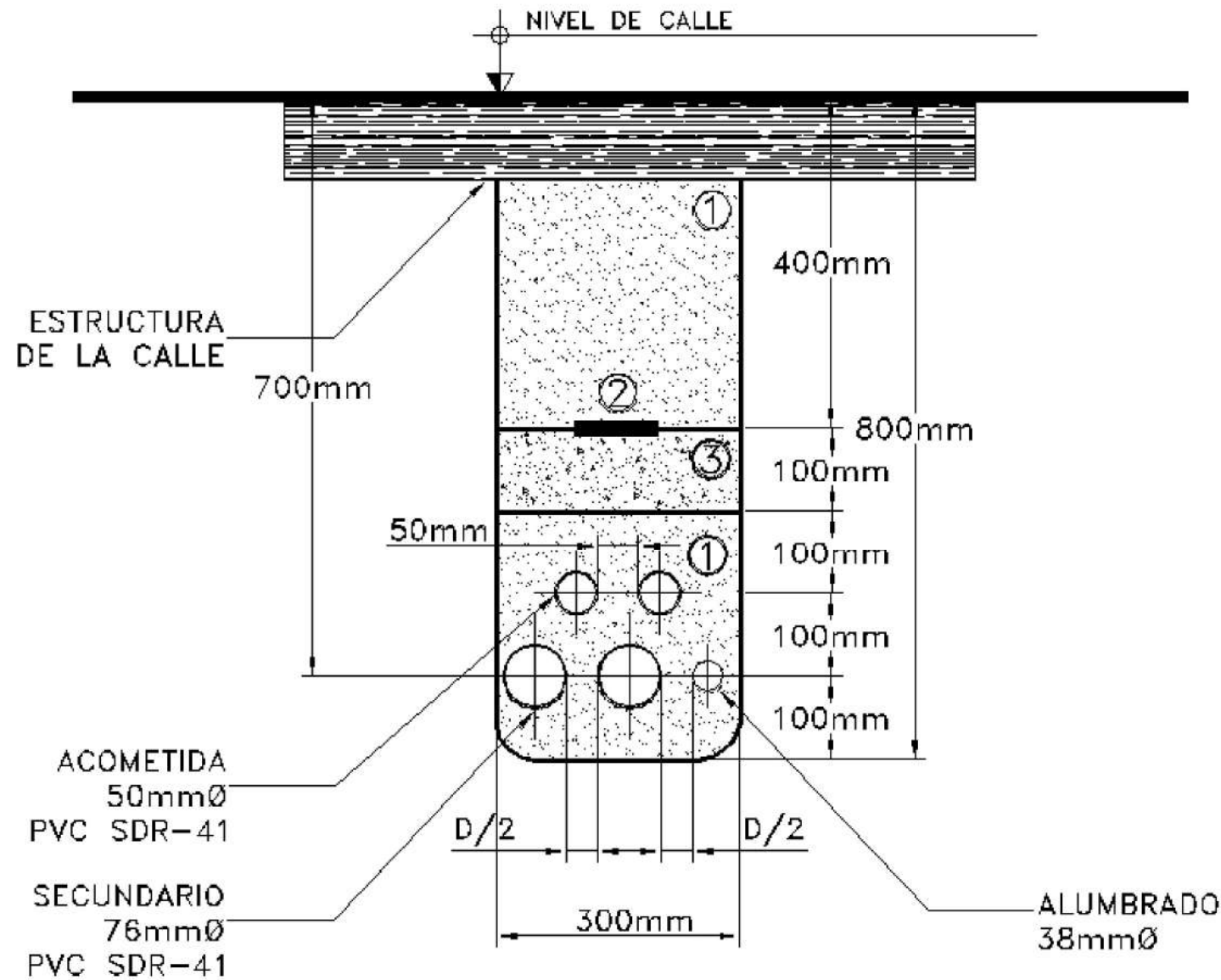
CONTENIDO:  
CANALIZACION BAJA TENSION ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COICIDENTE) EN LA ACERA O ZONA VERDE

ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
CBT-AP-ACO-A

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 48/0
	C-001

Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN  $\frac{1}{3}$  ANCHO DE ZANJA

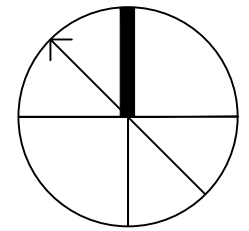
③ TOBACEMENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

UNITEC



NORTE:



CATEDRÁTICO:

ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

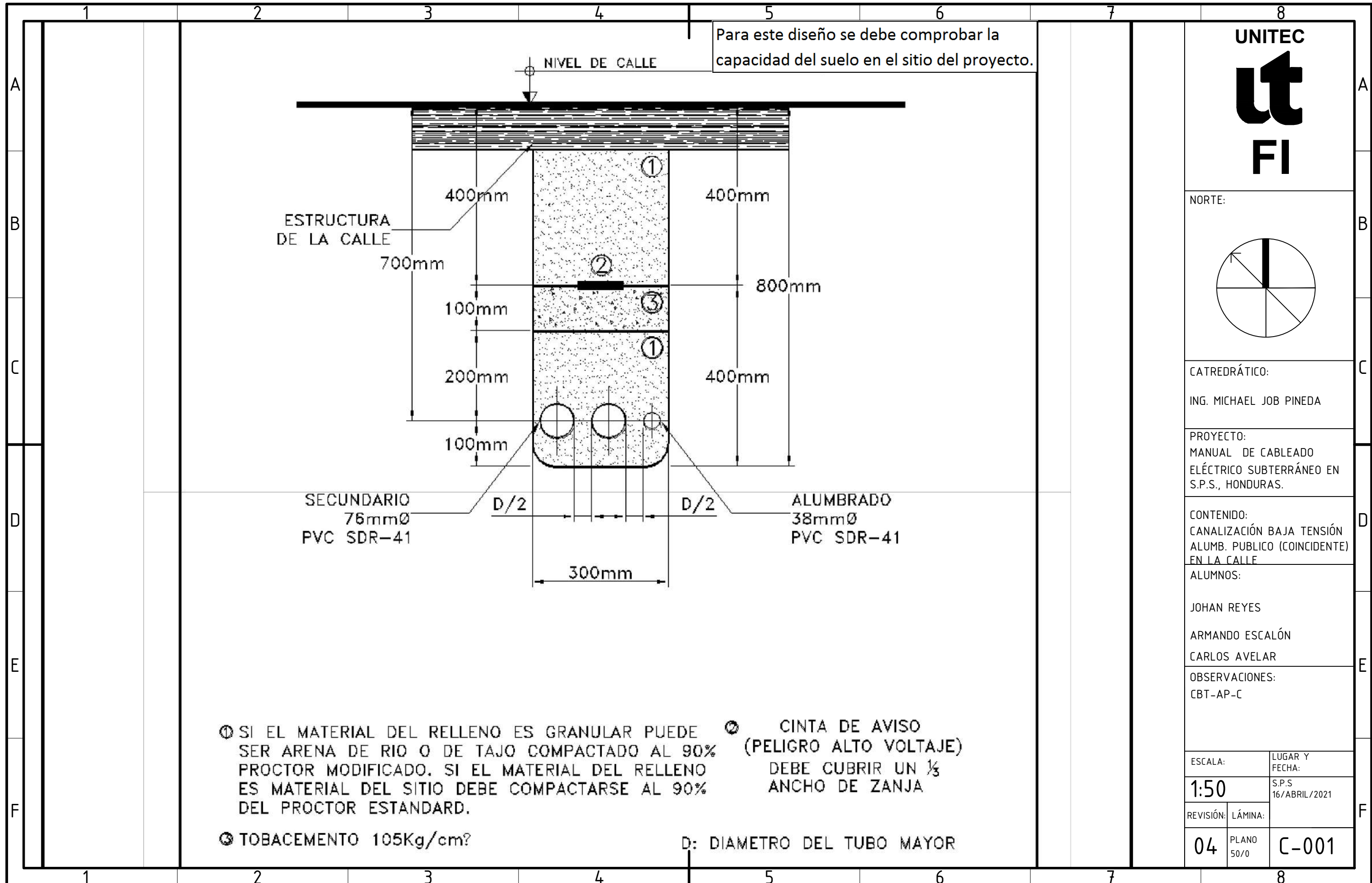
CONTENIDO:  
CANALIZACIÓN BAJA TENSIÓN ALUMB. PUBLICO Y ACOMETIDA (COINCIDENTE) EN LA CALLE

ALUMNOS:  
JOHAN REYES

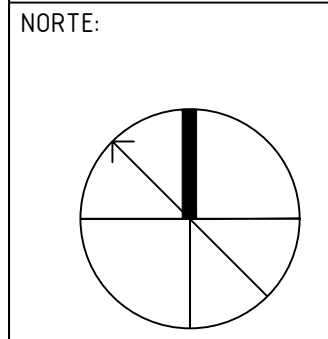
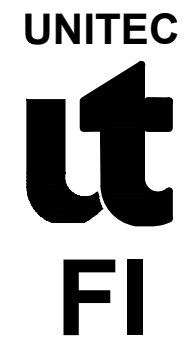
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
CBT-AP-ACO-C

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 49/0
	C-001



Para este diseño se debe comprobar la capacidad del suelo en el sitio del proyecto.



CATEDRÁTICO:  
ING. MICHAEL JOB PINEDA

PROYECTO:  
MANUAL DE CABLEADO ELÉCTRICO SUBTERRÁNEO EN S.P.S., HONDURAS.

CONTENIDO:  
CANALIZACIÓN BAJA TENSIÓN ALUMB. PUBLICO (COINCIDENTE) EN LA CALLE

ALUMNOS:  
JOHAN REYES  
ARMANDO ESCALÓN  
CARLOS AVELAR

OBSERVACIONES:  
CBT-AP-C

ESCALA:	LUGAR Y FECHA:
1:50	S.P.S 16/ABRIL/2021
REVISIÓN:	LÁMINA:
04	PLANO 50/0
	C-001

- ① SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES GRANULAR PUEDE SER ARENA DE RIO O DE TAJO COMPACTADO AL 90% PROCTOR MODIFICADO. SI EL MATERIAL DEL RELLENO ES MATERIAL DEL SITIO DEBE COMPACTARSE AL 90% DEL PROCTOR ESTANDARD.
- ② TOBACEMENTO 105Kg/cm<sup>2</sup>

② CINTA DE AVISO (PELIGRO ALTO VOLTAJE) DEBE CUBRIR UN 1/3 ANCHO DE ZANJA

D: DIAMETRO DEL TUBO MAYOR

## CAPÍTULO 8 BIBLIOGRAFIA

Comisión de Redes Eléctricas de Distribución, *Actualización Manual de Redes Eléctricas de Distribución Subterránea 13.8, 24.9 y 34.5 kV*,

*Diseño de la red de distribución subterránea en 13.8 kV del parque industrial el Huasteco localizado en Altamira Tamaulipas.* (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21208?show=full>


Barahona, W., & Rivera, J. (s.f). *Estándar para la Construcción de Líneas Subterráneas de Distribución de Energía Eléctrica.*

Yumpu.com. (s. f.). Manual para redes de distribución eléctrica subterránea—Grupo ICE. yumpu.com. Recuperado 26 de abril de 2021, de <https://www.yumpu.com/es/document/read/40965654/manual-para-redes-de-distribucion-electrica-subterranea-grupo-ice>

Quinde, A., & Oswaldo, J. (s. f.). *Proyecto de especificaciones técnicas para el diseño de redes subterráneas de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.* 245

Bolaños, J. *Manual para Redes de Distribución Eléctrica Subterránea 13.8, 24.9 y 34.5KV.* (2015)





Se culminó este manual a finales de abril del año 2021  
durante la pandemia del COVID-19.

*Armando Escalón. Carlos Avelar. Johan Reyes.*

## VI. CONCLUSIONES

1) Dentro de la información recolectada por medio de encuestas a ciudadanos y entrevistas a profesionales civiles y eléctricos se evidenció la problemática actual del cableado eléctrico aéreo, según los resultados de la encuesta aplicada, el 61.1% se siente muy incómodo al ver la maraña de cables en la ciudad y el 94.5% de los ciudadanos han sido víctimas de apagones eléctricos o cortes de energía por caída de árboles junto a un 83.5% que también han sufrido o presenciado chispazos en estas conexiones al aire libre. Esto muestra la necesidad de implementar un sistema cableado eléctrico subterráneo, y el 97.8% de los encuestados está de acuerdo que este sistema se implemente en lo que es la ciudad de San Pedro Sula y así mismo se conocieron los distintos parámetros civiles y constructivos que se requieren para el debido funcionamiento del sistema como es la canalización, la transición aérea subterránea y la construcción de la obra civil para su cuidado que están especificados en el manual realizado.

2) Mediante la investigación y análisis de información de proyectos referentes tanto nacionales como internacionales, se lograron determinar las propiedades eléctricas y constructivas del sistema de cableado eléctrico subterráneo como lo son los tipos de cables, aislamientos, transformadores, conductores, su frecuencia, fases, rangos de potencia, la humedad relativa, temperatura, tensiones nominales, seccionamiento, profundidad de los canales, dimensiones internas de las cajas de registro, dimensiones internas de los fosos para los transformadores, y entre otros que están detallados en el manual, de manera que se indican los detalles, planos y tablas que hacen referencia a la buena realización de cada punto establecido.

3) Se realizó el "Manual de Construcción para Redes de Distribución Subterráneas" el cual contiene las especificaciones y guías de diseño para la construcción de redes de distribución eléctricas subterráneas, que está dividido en seis capítulos los cuales son: generalidades, obra civil, conductores, transformadores, equipos y accesorios y cables de potencia, los cuales indican los procedimientos a seguir durante las diferentes etapas del proyecto y su aplicación mostrada en varios planos en anexos, los cuales están conformados por piezas de trabajo, cajas de registro, canalizaciones de media y baja tensión y entre otros que son parte fundamental para la buena realización del sistema..

## **VII. RECOMENDACIONES**

- 1) De acuerdo a la información recolectada mediante las encuestas y entrevista un 97.8% de los encuestados están de acuerdo con la implementación de un cableado subterráneo y por esto se recomienda realizar un cambio del cableado aéreo a un cableado subterráneo en áreas donde el tránsito de persona es alto y donde se cuenta con una cantidad alta de marañas de cables.
- 2) Se recomienda que en el proceso constructivo de las tapaderas de las cajas de registro y sala de máquinas tomar en cuenta el factor lluvia, y realizar un sellado que evite el ingreso del agua a las cajas de registro como por ejemplo colocar empaques en la tapadera o puertas para evitar la filtración del agua lluvia.
- 3) Se recomienda realizar un análisis de suelo, investigar la ubicación de tuberías de agua potable que puedan existir en el área de trabajo, ubicación de transformadores y plano de toda el área donde se implementara el cableado subterráneo, para poder determinar de manera más eficiente que procedimiento y actividades van a ser necesarias realizar con forme al manual.
- 4) Se recomienda para el uso del manual, realizar los estudios preliminares del sitio en donde se tiene pensado ejecutar el proyecto, para que de esta manera se haga un análisis de los materiales a utilizar y del refuerzo que tendrían que llevar las cajas de registro y los fosos donde irán soterrados los cables y los transformadores, ya que los planos presentados son esquemáticos y no llevan un análisis del refuerzo.

## VIII. BIBLIOGRAFÍA

Acerca de. (s. f.). *Ciudad Jaraguá*. Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://ciudadjaragua.com/acerca-de/>

Admin.blog, P. (2019, noviembre 25). 7 ventajas en instalación tuberías subterráneas de cableado. *Rentamachine*. <https://www.rentamachine.cl/blog/instalacion-tuberias-subterranea/7-ventajas-en-instalacion-tuberias-subterraneas-de-cableado/>

*Alcaldía habilita avenida Gutenberg*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.amdc.hn/index.php/sala-de-prensa/noticias-amdc/551-alcaldia-habilita-avenida-gutenberg>

Andres. (2017, junio 12). *Que es la NEC (National Electrical Code), esta en español?* Electricaplicada. <https://www.electricaplicada.com/que-es-la-nec-national-electrical-code-esta-en-espanol/>

ASALE, R., & RAE. (s. f.). *Bombilla | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://dle.rae.es/bombilla>

*Avanza soterrado de cables en la avenida Gutenberg de Tegucigalpa—Diario El Herald*. (s. f.). Recuperado 17 de marzo de 2021, de <https://www.elheraldo.hn/tegucigalpa/1104401-466/avanza-soterrado-de-cables-en-la-avenida-gutenberg-de-tegucigalpa>

*Biblioteca del Congreso Nacional de Chile—BCN*. (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://www.bcn.cl/portal/>

*BNamericas—Empresa Energía Honduras (EEH) (EEH)*. (s. f.). BNamericas.com. Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/empresa-energia-honduras-eeh>

*Cajas de registro y automaticos para instalaciones electricas—Electricidad.tienda*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.electricidad.tienda/cajas-electricas-19>

*Características del Aceite Dieléctrico—Bardahl*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.bardahl.com.mx/caracteristicas-aceite-dielectrico/>

Caribe, C. E. para A. L. y el. (2014, octubre 8). *Acerca de la CEPAL* [Text]. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/acerca>

Ceneris. (2019, diciembre 5). ¿Qué es la Norma Ansi? | Ceneris Blog. *CENERIS*. <https://ceneris.com/blog/2019/12/05/significado-norma-ansi/>

*CHOC-2008-Código Hondureño de La Construcción | Herida | Grúa (máquina)*. (s. f.). Scribd. Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://es.scribd.com/document/363771688/CHOC-2008-Codigo-Hondureno-de-La-Construccion-IngenieriaReal-com>

*CTS525 Transformador de pedestal (Nivel 2) | Likinormas*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de [http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros\\_transformacion\\_redes\\_subterraneos/centros\\_trasformacion\\_pedestal/cts525\\_transformador\\_pedestal\\_nivel\\_2](http://likinormas.micodensa.com/Norma/centros_transformacion_redes_subterraneos/centros_trasformacion_pedestal/cts525_transformador_pedestal_nivel_2)

*Definición de soterramiento—Qué es, Significado y Concepto*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://definicion.de/soterramiento/>

*Diseño de la red de distribución subterránea en 13.8 kV del parque industrial el Huasteco localizado en Altamira Tamaulipas*. (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/21208?show=full>

*EEH reporta \$2 millones en daños a sistema eléctrico tras Eta e Iota*. (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://tiempo.hn/eta-e-iota-danos-sistema-electrico/>

*Empalmes Eléctricos – Tipos y Usos*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.espaciohonduras.net/empalmes-electricos-tipos-y-usos>

*ENEE INCURSIONA EN LA INSTALACIÓN DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS*. (s. f.). Recuperado 19 de marzo de 2021, de <http://www.enee.hn/index.php/noticias/noticias/156-periodistas/1376-enee-incursiona-en-la-instalacion-de-lineas-electricas-subterraneas>

Energía, C. N. para el U. E. de la. (s. f.). *Estados y municipios Alumbrado público*. gob.mx. Recuperado 18 de marzo de 2021, de <http://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/estados-y-municipios-alumbrado-publico>

*Equisplast | Postes y estructuras de PRFV.* (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.equisplast.com/productos/postes-prfv-postes-de-iluminacion-ornamental/4/>

Fuente, E. de la. (2019, septiembre 8). ¿Qué es una acometida eléctrica? • Electricistas de la Fuente. *Electricistas de la Fuente.* <https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/blog/que-es-acometida-electrica/>

*Fusibles Limitadores de Corriente.* (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <http://www.eaton.cl/conosur/ProductosSoluciones/Energia/ProductosyServicios/ProtecciondeCircuitos/FusiblesdeMediaTension/FusiblesLimitadoresdeCorriente/index.htm>

*Instalación monofásica o trifásica: Hablando claro—El blog de Aldro Energía.* (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://aldroenergia.com/blog/2014/06/instalacion-monofasica-o-trifasica-hablando-claro/>

*Panamá con cableado subterráneo—Market Data México.* (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de

[https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panama\\_aprueba\\_cableado\\_subterraneo](https://www.centralamericadata.com/es/article/home/Panama_aprueba_cableado_subterraneo)

Plan Maestro de Desarrollo Urbano en Honduras. (2019, agosto 30). *García & Bodán.* <https://garciabodan.com/plan-maestro-de-desarrollo-urbano-en-honduras/>

*PressReader.com—Periódicos de alrededor del mundo.* (s. f.-a). Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://www.pressreader.com/honduras/diario-el-heraldo/20180320/282166471716237>

*PressReader.com—Periódicos de alrededor del mundo.* (s. f.-b). Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://www.pressreader.com/honduras/diario-el-heraldo/20180201/282175061557826>

*Qué es un pararrayo? - Pararrayos.* (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://sites.google.com/site/pararrayospararrayos/our-mission>

*¿Qué es un sensor fotoeléctrico? | Fundamentos del sensor: Guía de sensores para fábricas clasificados por principios | KEYENCE.* (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/photoelectric/info/>

¿Qué es un transformador eléctrico y cómo funciona? (2019, octubre 31). *Tecsa*.  
<https://www.tecsaqro.com.mx/blog/que-es-un-transformador-electrico/>

¿Qué son las normas ISO y cuál es su finalidad? (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de  
<https://www.isotools.org/2015/03/19/que-son-las-normas-iso-y-cual-es-su-finalidad/>

Quinde, A., & Oswaldo, J. (s. f.). *Proyecto de especificaciones técnicas para el diseño de redes subterráneas de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur S.A.* 245.

School, E. B. (s. f.). *¿Cuál es la diferencia entre baja media y alta tensión?* Euroinnova Business School. Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://hn.euroinnova.edu.es/blog/cual-es-la-diferencia-entre-baja-media-y-alta-tension>

septiembre, T. 25, & Las 13:39, 2020 a. (2012, junio 28). *Maraña de cables en Tegucigalpa, Honduras | Top Cable. Cables y consejos eléctricos. By Top Cable.* <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/el-tendido-electrico-se-ha-convertido-en-una-telarana-de-cables/>

*Sistema de la Integración Centroamericana (SICA)*. (s. f.). Recuperado 18 de marzo de 2021, de <https://www.sica.int/sica/propositos.aspx>

*VIDEO: Se incendian varios cables del tendido eléctrico en San Pedro Sula—Diario La Prensa.* (s. f.). Recuperado 16 de abril de 2021, de <https://www.laprensa.hn/sanpedro/1382450-410/video-incendian-postes-tendido-electrico-san-pedro-sula>

## IX. ANEXOS

### Formato Encuesta

FORMATO DE ENCUESTA	
<b>1. ¿Actualmente reside en San Pedro Sula?</b>	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<b>2. ¿Cuántos años tiene de residir en San Pedro Sula?</b>	
1-3 años	<input type="checkbox"/>
6-10 años	<input type="checkbox"/>
3-6 años	<input type="checkbox"/>
10 o más	<input type="checkbox"/>
<b>3. ¿Sabía usted que el término marañas de cables se utiliza para identificar un conjunto de cables enredados y entrecruzados de manera</b>	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<b>4. ¿Del 1 al 5 que tan incómodo es para usted ver una cantidad grande de cables en el alambrado eléctrico (marañas de cables)?</b>	
1) No sientio	<input type="checkbox"/>
2) Poca Incomodida	<input type="checkbox"/>
3) Incomodo	<input type="checkbox"/>
4) Bien Incomodo	<input type="checkbox"/>
5) Muy incomodo	<input type="checkbox"/>
<b>5. ¿Ha sufrido apagones eléctricos ó cortes de energía por causa de árboles ó ramas que caen en el alambrado eléctrico?</b>	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<b>6. ¿Ha sufrido ó presenciado incendios ó chispazos en las conexiones del cableado eléctrico?</b>	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>
<b>7. ¿Del 1 al 5 que tan necesario cree que sea la implementación de un cableado eléctrico subterráneo para mejorar el aspecto de las calles y evitar accidentes? Siendo 1) No es necesario</b>	
1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>
4)	<input type="checkbox"/>
5)	<input type="checkbox"/>
<b>8. ¿Del 1 al 5 que tan probable cree usted sea que la implementación de un cableado eléctrico subterráneo reduzca las conexiones ilegales en la ciudad? Siendo 1) No las redujera en lo</b>	
1)	<input type="checkbox"/>
2)	<input type="checkbox"/>
3)	<input type="checkbox"/>
4)	<input type="checkbox"/>
5)	<input type="checkbox"/>
<b>9. ¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo?</b>	
Si	<input type="checkbox"/>
No	<input type="checkbox"/>



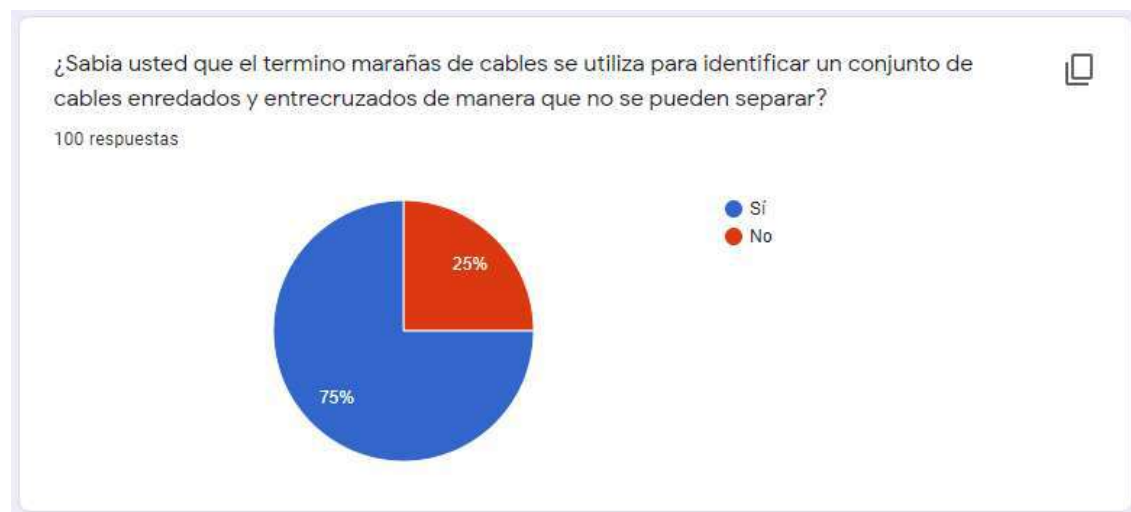
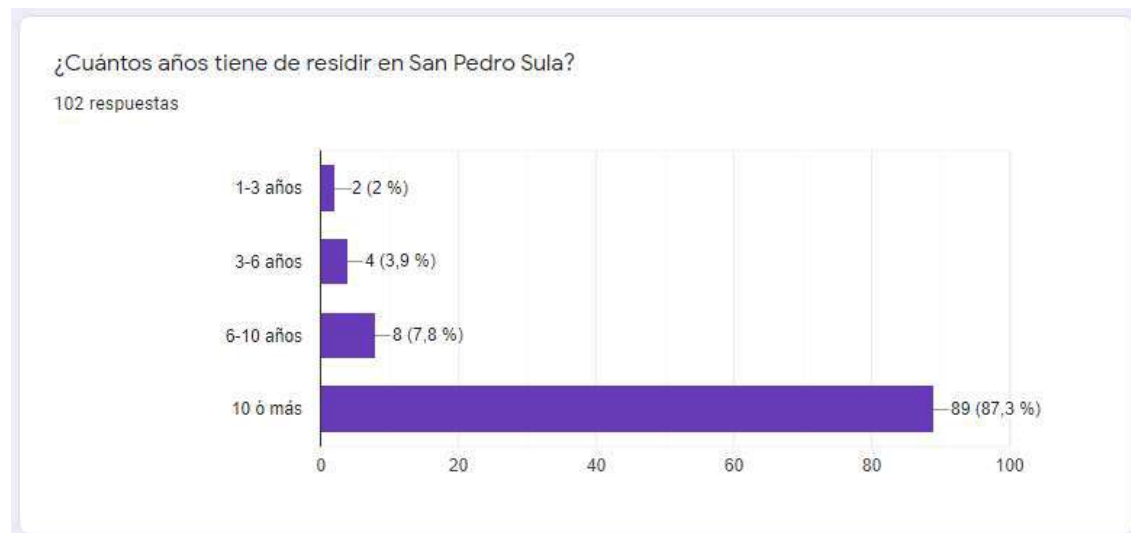
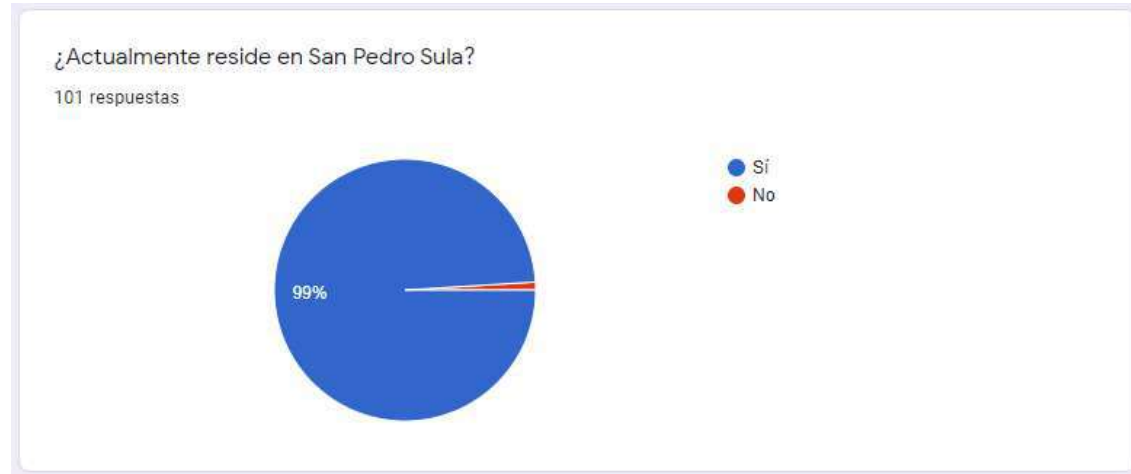
## Formato Entrevista 1

Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
Formato de Preguntas	
1	¿Tiene conocimiento de la existencia de alguna normativa o manual constructivo enfocado en el cableado subterraneo?
2	¿Estaria de acuerdo en sustituir la red aerea por una subterranea en una determinada zona en SPS? De ser asi, ¿Cuál?
3	¿Qué beneficios cree que podria traer el sustituir la red aerea por una subterranea?
4	¿Quién deberia asumir el costo de su instalacion, el gobierno o una empresa privada?
5	¿Seria factible que el mantenimiento sea realizado por la empresa privada, realizar licitaciones o la EEH?

## Formato Entrevista 2

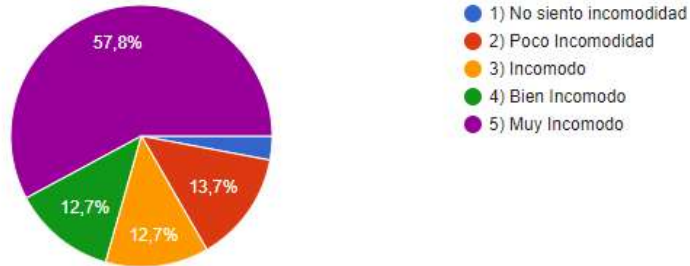
Entrevista a Ingenieros Civiles y Electricos	
Formato de Preguntas	
1	¿Qué entregable debería tener el proyecto para ámbito eléctrico o civil?
2	¿Qué contenido de planos cree que deban considerarse?
3	¿Qué recomendaciones estructurales y sanitarias deben de contemplarse en la construcción del cableado subterráneo?
4	¿Estaría de acuerdo con sustituir la red de cableado aéreo por una red subterranea en determinada zona de SPS? ¿De ser así, cuál?
5	¿Qué beneficios cree que podria traer sustituir el cableado aéreo por uno subterráneo?

## Encuesta de Google Forms



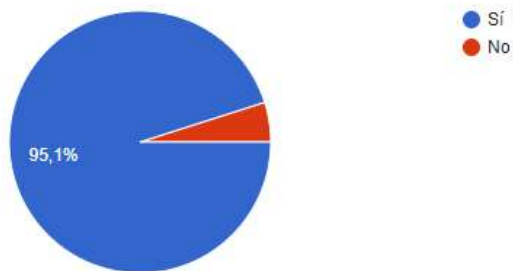
¿Del 1 al 5 que tan incomodo es para usted ver una cantidad grande de cables en el alambrado eléctrico (marañas de cables)?

102 respuestas



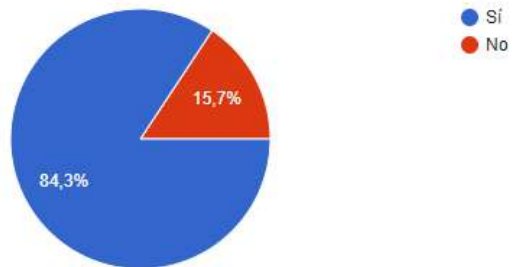
¿Ha sufrido apagones eléctricos ó cortes de energía por causa de árboles ó ramas que caen en el alambrado eléctrico?

102 respuestas



¿Ha sufrido ó presenciado incendios ó chispazos en las conexiones del cableado eléctrico?

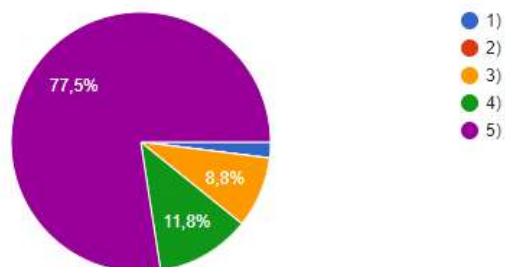
102 respuestas



¿Del 1 al 5 que tan necesario cree que sea la implementación de un cableado eléctrico subterráneo para mejorar el aspecto de las calles y evitar accidentes? Siendo 1) No es necesario en absoluto y 5) Muy necesario

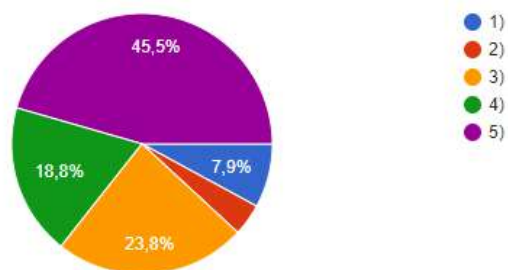


102 respuestas



¿Del 1 al 5 que tan probable cree usted sea que la implementación de un cableado eléctrico subterráneo reduzca las conexiones ilegales en la ciudad? Siendo 1) No las reducirá en lo absoluto y 5) Muy Probable

101 respuestas



¿Estaría de acuerdo con la implementación de un sistema de cableado eléctrico subterráneo?

102 respuestas



<b>Cableado Subterráneo</b>	<b>Lecciones Aprendidas</b>
	<p><b>El agua lluvia puede ser un factor muy devastador en el funcionamiento de las cajas de registro. Las cajas de registro de las diferentes urbanizaciones como ser Casa maya, Ciudad Maya y Ciudad Jaragua no han podido contrarrestar esta dificultad, varias cajas de registro se han inundado.</b></p>
	<p><b>Para evitar el robo o daño a los insumos se utiliza un seguro en las tapaderas con el propósito de que solo los encargados de dar mantenimiento puedan abrirlas.</b></p>
	<p><b>Investigar previo a la construcción el terreno ya que puede haber muchas dificultades como ser terreno con muchas rocas dificultando el proceso de canalización.</b></p>
	<p><b>Los transformadores al aire libre son una manera eficiente de ahorrar gastos, para esto se debe tener en cuenta la zona donde se implementa por cuestiones de seguridad a los insumos.</b></p>
	<p><b>La señalización tiene que ser notable, ya sea colocar rótulos que digan donde pueden correr riesgo de electrocutarse y también señalización que diferencie las tapaderas del agua con las de la electricidad.</b></p>
	<p><b>En Tegucigalpa, la avenida Gutenberg, presentó varias complicaciones al realizarse, ya que se realizó un cambio de tuberías en toda la zona, porque la mayoría se encontraba obsoleta, y también se realizó un nuevo diseño de un sistema de aguas negras nuevo por lo que se recomienda para futuros proyectos, evaluar las condiciones del sistema de alcantarillado para no demorar con el tiempo del proyecto.</b></p>