

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



**METODOLOGÍA APLICABLE POR EL CONCESIONARIO DE  
DISTRIBUCIÓN PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE  
SUMINISTRO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN A USUARIOS  
REGULADOS**

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:  
JONATHAN PAUL MORALES GONZALES**

**PROMOCIÓN  
2010-II**

**LIMA-PERÚ  
2014**

**METODOLOGÍA APLICABLE POR EL CONCESIONARIO DE  
DISTRIBUCIÓN PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE  
SUMINISTRO ELÉCTRICO EN MEDIA TENSIÓN  
A USUARIOS REGULADOS**

A mis padres quienes me dieron su apoyo durante esta etapa.

A mis maestros y a mi alma mater, por las grandes experiencias.

## SUMARIO

En el presente informe de suficiencia se propone, analiza y explica una metodología, aplicable por el concesionario de distribución, para el desarrollo de proyectos de suministro eléctrico en media tensión a usuarios regulados. La metodología propuesta es ilustrada mediante la aplicación en un caso de estudio real.

La metodología toma como base la "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución" correspondiente a la Resolución Directoral 018-2002-EM/DGE.

Para la elaboración de la propuesta metodológica se revisan los requisitos y plazos de atención definidos en la norma indicada, y con ello se establecen los entregables de cada etapa del procedimiento.

El desarrollo del proyecto y el caso de estudio abarca lo siguiente:

- Determinación de los requerimientos del cliente
- Estudio de factibilidad del servicio.
- Determinación del punto de diseño.- Evaluando las alternativas y seleccionando el más adecuado técnica y económicamente.
- Presupuesto por conexión.- Realizando la valoración de la conexión y la definición del plazo de atención
- Elaboración del proyecto.- Conformado por el metrado de materiales, el cálculo de la inversión, la elaboración de planos y la programación de actividades.
- Ejecución de obra.- Determinado la fecha de puesta en servicio, el envío de previstos municipales y finalmente ejecutando el proyecto.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1 Descripción del problema .....	3
1.2 Objetivos del trabajo.....	3
1.3 Evaluación del problema .....	3
1.4 Alcance del trabajo .....	4
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL</b> .....	5
2.1 Conceptos y definiciones generales .....	5
2.1.1 Concesionario de distribución de energía eléctrica.....	5
2.1.2 Conexiones de Media Tensión .....	5
2.1.3 Contratista especialista .....	5
2.1.4 Habilitación urbana.....	6
2.1.5 Ingeniero proyectista .....	6
2.1.6 Ingeniero residente.....	6
2.1.7 Ingeniero revisor del proyecto .....	6
2.1.8 Ingeniero supervisor.....	6
2.1.9 Interesado .....	6
2.1.10 Punto de diseño .....	7
2.1.11 Punto de entrega.....	7
2.1.12 Sistema de Distribución .....	7
2.1.13 Sistema de Utilización en Media Tensión .....	7
2.1.14 Suministro Eléctrico (suministro) .....	7
2.1.15 Usuario.....	7
2.2 Norma de procedimientos aplicada, R.D. 018-2002-EM/DGE .....	7
2.2.1 Distribución de responsabilidades .....	8
2.2.2 Etapas principales del proceso de atención a los usuarios .....	12
2.2.3 Elaboración de proyectos .....	13
2.2.4 Ejecución de obras .....	16
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA</b> .....	21
3.1 Requerimientos del cliente .....	21
3.2 Factibilidad de servicio .....	21

3.3	Punto de diseño .....	21
3.4	Emisión de presupuesto .....	22
3.4.1	Valorización de la conexión .....	22
3.4.2	Definición del plazo de atención .....	23
3.5	Elaboración del proyecto .....	23
3.5.1	Metrado de Materiales .....	23
3.5.2	Cálculo de la inversión .....	24
3.5.3	Elaboración de planos .....	24
3.5.4	Programación de actividades (cronograma de trabajo) .....	24
3.6	Ejecución de obra .....	25
3.6.1	Determinación de la fecha de puesta en servicio .....	25
3.6.2	Envío de previstos municipales .....	26
3.6.3	Ejecución del proyecto .....	26
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA .....</b>		<b>28</b>
4.1	Caso de estudio .....	28
4.1.1	Aspectos generales .....	28
4.1.2	Aspectos técnicos .....	28
4.2	Factibilidad .....	30
4.3	Punto de diseño .....	32
4.3.1	Evaluación de alternativas de punto de diseño .....	32
4.3.2	Elección del punto de diseño .....	34
4.4	Emisión de presupuesto .....	37
4.4.1	Valorización de la Conexión .....	37
4.4.2	Definición del plazo de atención .....	37
4.5	Elaboración del proyecto .....	37
4.5.1	Metrado de Materiales .....	37
4.5.2	Cálculo de la inversión .....	40
4.5.3	Elaboración de planos .....	42
4.5.4	Programación de actividades (cronograma de trabajo) .....	53
4.6	Ejecución de obra .....	53
4.6.1	Determinación de la fecha de puesta en servicio .....	55
4.6.2	Envío de previstos municipales .....	55
4.6.3	Ejecución del proyecto .....	55
4.6.4	Entrega de la obra .....	60
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>62</b>
<b>ANEXO A METRADO DE MATERIALES DE LA CONEXIÓN .....</b>		<b>64</b>
<b>ANEXO B DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....</b>		<b>67</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>69</b>

## INTRODUCCIÓN

El trabajo surge por la necesidad de aplicar una correcta metodología para la gestión de proyectos de suministro eléctrico en media tensión dada la gran cantidad de clientes con distintos requerimientos, el cumplimiento de los plazos de atención, los aspectos de retorno de inversión involucrados, entre otros factores.

La metodología aplicada es la especificada en la Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE (Ministerio de Energía y Minas/Dirección General de Electricidad) "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución" [1].

Es de suma importancia que el distribuidor planifique técnica y económicamente las inversiones que realice en su sistema de distribución para cubrir la demanda solicitada por los usuarios manteniendo una adecuada calidad del servicio [4].

El caso de estudio es de un usuario que solicita 989,5 kW, para lo cual el concesionario de distribución requiere realizar una expansión de redes, en el capítulo IV se muestra los entregables y el tiempo de atención en las diversas etapas del procedimiento establecido en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE [1].

El informe está organizado de la siguiente manera:

- Capítulo I "Planteamiento de ingeniería el problema".- En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe.
- Capítulo II "Análisis del marco legal".- En este capítulo se analiza el marco legal relacionado al tema expuesto. Está organizado en dos secciones: Conceptos y definiciones generales y la norma de procedimientos aplicada, R.D. 018-2002-EM/DGE.
- Capítulo III "Presentación de la metodología".- En este capítulo se explica la metodología general, está organizado en seis ítems: Requerimientos del cliente, factibilidad de servicio, punto de diseño, emisión de presupuesto, elaboración del proyecto y ejecución de obra.
- Capítulo IV "Aplicación de la metodología propuesta".- En este último capítulo se aplica la metodología a un caso de estudio, una empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Lima. Se presenta el caso de estudio, luego se hace el estudio de factibilidad, se determina el punto de diseño haciendo previamente la evaluación de alternativas. Se

hace la emisión del presupuesto, valorizando la conexión y definiendo el plazo de atención. Luego se elabora el proyecto, con el adecuado metrado de materiales, cálculo de la inversión, elaboración de planos, etc. y finalmente se ejecuta la obra

En el presente informe se han respetado las exigencias de confidencialidad de los documentos del usuario y los del concesionario de distribución.



## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA**

En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe.

### **1.1 Descripción del problema**

Necesidad de aplicar una correcta metodología para la gestión del proyecto de suministro eléctrico en media tensión dada la gran cantidad de clientes con distintos requerimientos, el cumplimiento de los plazos de atención, los aspectos de retorno de inversión involucrados, entre otros factores.

### **1.2 Objetivos del trabajo**

Exponer, analizar y explicar la metodología aplicable por el concesionario de distribución, para el desarrollo de proyectos de suministro eléctrico en media tensión a usuarios regulados, tomando como base la “Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución” especificada en la Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE (Ministerio de Energía y Minas/Dir. General de Electricidad) [1].

Ilustrar la aplicación de dicha metodología mediante un caso de estudio.

### **1.3 Evaluación del problema**

Para la obtención del suministro eléctrico en media tensión, un usuario debe presentar una serie de solicitudes de acuerdo al procedimiento estipulado en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE [1]. La concesionaria de distribución está obligada a responder dentro de los plazos de atención definidos, para lo cual debe manejar adecuadamente sus recursos.

Por otro lado, es importante que el distribuidor planifique técnica y económicamente las inversiones a realizar en su sistema de distribución para cubrir la demanda solicitada por los usuarios manteniendo una adecuada calidad del servicio [4].

Existe entonces la necesidad por parte del concesionario de distribución de aplicar una metodología para el desarrollo de los proyectos de suministro eléctrico en media tensión dada la gran cantidad de clientes con distintos requerimientos, la adecuada gestión de sus recursos, los aspectos de retorno de inversión involucrados, entre otros

factores.

De lo anteriormente mencionado, la aplicación de una metodología para el desarrollo de proyectos de suministro en media tensión para clientes regulados es justificable.

#### **1.4 Alcance del trabajo**

La metodología propuesta en el presente informe de suficiencia, en concordancia con lo especificado en la Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE [1], corresponde únicamente a la dotación de suministro eléctrico por parte del concesionario de distribución a usuarios regulados que posean un Sistema de Utilización en Media Tensión.

El caso de estudio es de un usuario que solicita 985,5 kW, para lo cual el concesionario de distribución requiere realizar una expansión de redes, en el capítulo IV se muestra los entregables y el detalle de los trabajos entregados en las diversas etapas del procedimiento establecido en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE [1].

Para la elaboración de la propuesta metodológica se revisan los requisitos y plazos de atención definidos en la R.D. N° 018-2002-EM/DGE [1], con ello se establecen los entregables de cada etapa del procedimiento.

Para el desarrollo del caso de estudio, se seleccionó un cliente en particular que permite ilustrar la ejecución de un proyecto bastante completo, que abarca la emisión de los siguientes documentos al usuario:

- Factibilidad.
- Punto de diseño.
- Presupuesto por conexión.
- Conformidad técnica del proyecto de sistema de utilización.
- Inicio de obra.
- Conformidad de obra.

Asimismo, en el proceso de atención, el concesionario realizó una ampliación sustancial de redes de distribución que se describe en el capítulo IV.

Se utilizan herramientas computacionales como Excel y Autocad.

## **CAPÍTULO II ANÁLISIS DEL MARCO LEGAL**

En este capítulo se analiza el marco legal relacionado al tema expuesto. Está organizado en dos secciones: Conceptos y definiciones generales y la norma de procedimientos aplicada, R.D. 018-2002-EM/DGE.

### **2.1 Conceptos y definiciones generales**

A continuación se hace una breve descripción de la terminología usada en el presente informe de suficiencia. Esta proviene de la sección "Definiciones" de la referencia [1].

#### **2.1.1 Concesionario de distribución de energía eléctrica**

Es la persona natural o jurídica, nacional o extranjera, que desarrolla actividades de distribución de energía eléctrica en una zona de concesión establecida por el Ministerio de Energía y Minas, cuya demanda supere los 500 kW. En el texto del presente informe de suficiencia se le denomina Concesionario.

#### **2.1.2 Conexiones de Media Tensión**

Conjunto de dispositivos e instalaciones efectuadas a tensiones mayores a 1 kV y menores de 30 kV, comprende: los dispositivos de maniobra y dispositivos de protección, el sistema de medición y elementos complementarios, la estructura de soporte o compartimiento que alberga los equipos, las barras y accesorios para la conexión eléctrica correspondiente.

#### **2.1.3 Contratista especialista**

Es la persona natural o jurídica especializada en la construcción de instalaciones electromecánicas de Sistemas de Distribución y Utilización con red aérea y subterránea, construcción de subestaciones eléctricas, ello incluye la construcción civil requerida para este tipo de instalaciones, construcción de Instalaciones de Alumbrado Público y Conexiones Domiciliarias.

Este profesional debe poseer conocimiento de la legislación vigente relacionada con otros servicios públicos que ocupan la misma vía o zona donde se ejecutarán las obras. Además debe contar con la sustentación de su conocimiento, capacidad y profesionalismo para estos tipos de trabajo. Es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas, económicas y legales que se deriven de su actuación.

Debe estar inscrito en el CONSUCODE (OSCE, en la actualidad) o la entidad

autorizada que registre Contratistas, como ejecutores de obras de esta naturaleza. Sin embargo en caso de sistemas de utilización en media tensión, puede obviarse esta exigencia, si acredita el ejercicio continuo en los últimos 5 años en construcción de estos sistemas.

#### **2.1.4 Habilitación urbana**

Es el proceso mediante el cual un terreno rústico se anexa a la zona urbana, con lotes organizados por manzanas y vías públicas, con los servicios básicos de electricidad, agua y desagüe.

#### **2.1.5 Ingeniero proyectista**

Este profesional es responsable de la elaboración del proyecto encargado por el Interesado.

Este cargo corresponde a un ingeniero electricista o mecánico electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia. No debe tener impedimento legal para ejercer la profesión. Debe actuar a título personal o en representación de una empresa.

#### **2.1.6 Ingeniero residente**

Este profesional es designado por el Contratista Especialista para llevar adelante la ejecución de las obras hasta su puesta en servicio

Este cargo corresponde a un Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista, debe estar habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, y estar especializado en la materia, además de no tener impedimento legal para ejercer la profesión,

#### **2.1.7 Ingeniero revisor del proyecto**

Este profesional es designado por el Concesionario para coordinar con el Ingeniero Proyectista el desarrollo y revisión del proyecto para su aprobación.

El cargo le corresponde a un ingeniero electricista o mecánico electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal para ejercer la profesión.

#### **2.1.8 Ingeniero supervisor**

Este profesional es designado por el Concesionario para supervisar la ejecución de las obras hasta su puesta en servicio

El cargo le corresponde a un ingeniero electricista o mecánico electricista, habilitado por el Colegio de Ingenieros del Perú, especializado en la materia, sin impedimento legal para ejercer la profesión.

#### **2.1.9 Interesado**

Es la persona natural o jurídica debidamente identificada, encargada de la gestión ante el Concesionario para la dotación y uso del suministro de energía eléctrica en un

predio o conjunto de predios o lotes.

#### **2.1.10 Punto de diseño**

Es el lugar asignado por el Concesionario a partir del cual se debe iniciar el proyecto del Sistema de Distribución o Sistema de Utilización en Media Tensión.

#### **2.1.11 Punto de entrega**

Para los suministros en media o baja tensión, se considera como punto de entrega el empalme de las instalaciones de propiedad del usuario y las instalaciones del Concesionario.

#### **2.1.12 Sistema de Distribución**

Es el conjunto de instalaciones eléctricas comprendidas desde un sistema de generación o transformación a media tensión, hasta los puntos de entrega de los usuarios de media o baja tensión, inclusive las unidades de alumbrado público.

Comprende lo siguiente:

- Subsistema de Distribución Primaria.- Son las redes y subestaciones cuyas tensiones de servicio son mayores de 1 kV y menores de 30 kV.
- Subsistema de Distribución Secundaria.- Son las redes de servicio público cuyas tensiones de servicio son iguales o menores a 1 kV.
- Instalaciones de Alumbrado Público.- Son las redes y unidades de alumbrado destinadas al alumbrado público de las vías, plazas y parques.

#### **2.1.13 Sistema de Utilización en Media Tensión**

Es aquel constituido por el conjunto de instalaciones eléctricas de Media Tensión, comprendida desde el punto de entrega hasta los bornes de Baja Tensión del transformador, destinado a suministrar energía eléctrica a un predio. Estas instalaciones pueden estar ubicadas en la vía pública o en propiedad privada, excepto la subestación, que siempre deberá instalarse en la propiedad del Interesado. Se entiende que quedan fuera de este concepto las electrificaciones para usos de vivienda y centros poblados.

#### **2.1.14 Suministro Eléctrico (suministro)**

Abastecimiento regular de energía eléctrica del Concesionario al usuario dentro del régimen establecido por la Ley de Concesiones Eléctricas y su Reglamento.

#### **2.1.15 Usuario**

Persona natural o jurídica que ocupa un predio y está en capacidad de hacer uso legal del suministro eléctrico correspondiente; es el responsable de cumplir con las obligaciones técnicas y económicas que se derivan de la utilización de la electricidad.

### **2.2 Norma de procedimientos aplicada, R.D. 018-2002-EM/DGE**

La "Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución"

especificada en la Resolución Directoral N° 018-2002-EM/DGE (Ministerio de Energía y Minas/Dirección General de Electricidad establece los requisitos, procedimientos, responsabilidades y plazos a cumplir por los Interesados, Proyectistas, Contratistas y Concesionarios en la elaboración de proyectos y ejecución de obras correspondientes a los Sistemas de Distribución y Utilización de Media Tensión, que se desarrollan dentro de la zona de concesión de un Concesionario de Distribución.

En el presente informe de suficiencia se aplicará la norma citada para la dotación de suministro eléctrico en media tensión a usuarios regulados con sistema de utilización en media tensión, tal como se especificó en los alcances, capítulo I.

Se requiere la elaboración de un proyecto para los Sistemas de Utilización en Media Tensión en los siguientes casos:

- Dotación de suministro eléctrico en media tensión a un predio único.
- Modificación sustancial de un proyecto, con conformidad vigente otorgada por el Concesionario.
- Ampliaciones de potencia, en los casos que el Concesionario determine.

Esta sección está organizada en los siguientes ítems

- Distribución de responsabilidades.
- Etapas principales del proceso de atención a los usuarios.
- Elaboración de proyectos.
- Ejecución de obras.

### **2.2.1 Distribución de responsabilidades**

Es importante mostrar las responsabilidades definidas para los entes que interactúan en el proceso de la aplicación de la metodología propuesta en el presente informe, según la norma invocada para los sistemas de utilización en media tensión: El Interesado, el Concesionario de Distribución, el Ingeniero Proyectista, el Contratista Especialista y el Ingeniero Residente.

#### **a. Responsabilidades Del Interesado**

Son las siguientes:

- Acreditar ante el Concesionario su calidad de propietario o de representante, mediante la siguiente documentación:
  - Para Asociación de Vivienda o Cooperativa de Vivienda, copia de la ficha vigente de inscripción en los Registros Públicos de la junta directiva elegida en asamblea.
  - Para Asentamientos Humanos, Centros Poblados o Caseríos, copia del documento de reconocimiento de la junta directiva expedida por la municipalidad correspondiente.
  - Para empresas constituidas, copia del documento que le concede la empresa como representante legal y copia del DNI del representante legal.

- Para propietarios de lotes o predios únicos, copia del DNI correspondiente y documento que acredite la propiedad del predio. En caso de predios alquilados, el Interesado acreditará la autorización del propietario.
- Obtener de la municipalidad respectiva lo siguiente:
  - Para habilitaciones urbanas, la aprobación de los estudios preliminares incluyendo el plano de lotización.
  - Para Asentamiento Humanos, Centros Poblados o Caseríos, la aprobación del plano de lotización con su correspondiente documento de aprobación.
  - Permiso municipal en caso que corresponda.
- Encargar a un Ingeniero Projectista o empresa la elaboración del proyecto del Sistema de Distribución según corresponda o Sistema de Utilización en Media Tensión.
- Dar aviso al Concesionario de su intención de llevar adelante las obras, con siete (7) días útiles de anticipación.
- Encargar a una Contratista Especialista la ejecución de la obra del Sistema de Distribución según corresponda o Sistema de Utilización en Media Tensión.
- Efectuar los pagos que correspondan ante el Concesionario, tales como derechos de conexión, afectación de redes existentes, contribución de carácter reembolsable, etc.
- Acordar con el Concesionario la modalidad de devolución de las inversiones efectuadas, la transferencia de los terrenos requeridos para las subestaciones, fajas de servidumbre y la tarifa para cargas no domiciliarias.
- Tener bajo su responsabilidad la obra ejecutada del Sistema de Distribución según corresponda, hasta la emisión por el Concesionario de la resolución de recepción correspondiente.

#### **b. Responsabilidades del Concesionario de Distribución**

Son las siguientes:

- Recibir, evaluar y atender dentro de los plazos definidos todas las solicitudes formuladas por el Interesado, el Ingeniero Projectista, el Contratista Especialista y el Ingeniero Residente en lo que corresponde a los Sistemas Utilización en Media Tensión.
- Designar a un Ingeniero Electricista o Mecánico Electricista colegiado y habilitado, del plantel de profesionales del Concesionario, como Ingeniero Revisor del proyecto o como Ingeniero Supervisor según corresponda.
- Emitir el documento de aprobación de los proyectos, Conformidad de Proyecto para Sistemas de Utilización en Media Tensión.
- En obra, revisar por intermedio del Ingeniero Supervisor asignado, la calidad de los materiales y equipos a instalarse o instalados; además, de supervisar los trabajos, planteando adecuada y oportunamente las observaciones a que hubiere lugar, cuidando

que sean subsanadas correctamente, pudiendo eximirse de la supervisión en caso contrario.

- Informar oportunamente a los Proyectistas y Contratistas Especialistas sobre las normas de montaje de las instalaciones eléctricas, las especificaciones técnicas de los equipos y materiales técnicamente aceptados por el Concesionario y la lista de proveedores de los mismos.
- Atender y resolver los reclamos formulados por el Interesado, el Ingeniero Proyectista, el Contratista Especialista o el Ingeniero Residente de obra según corresponda. Es decir, satisfacer aquellos reclamos atendibles y denegar fundamentadamente los improcedentes.
- Acordar con el Interesado o propietario, el otorgamiento de los terrenos requeridos para las subestaciones y los derechos de servidumbre que correspondan.
- Cumplir y hacer cumplir al Contratista Especialista y al Ingeniero Residente las disposiciones y normas referidas a higiene y seguridad ocupacional, en concordancia con el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad.
- Dar Conformidad de Obra y poner en servicio los Sistemas de Utilización en Media Tensión.

#### **c. Responsabilidades del Ingeniero Proyectista**

Son las siguientes:

- Elaborar el proyecto cumpliendo con el Código de Ética del Colegio de Ingenieros del Perú y en concordancia con lo establecido en la Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento, el Código Nacional de Electricidad, las demás disposiciones técnicas y legales vigentes, la presente Norma y con los requisitos técnicos establecidos por el Concesionario, solo para el caso de proyectos de sistemas de distribución. Sin embargo, en casos de proyectos de sistemas de utilización en media tensión, el Ingeniero Proyectista acatará las observaciones técnicamente sustentadas por el Concesionario.
- Presentar al Concesionario el proyecto elaborado, directamente o por intermedio del Interesado, y coordinar con el mismo la subsanación de las observaciones que éste hubiere encontrado al respecto, para una vez levantadas todas las observaciones, presentarlo para su aprobación o Conformidad según corresponda.
- Sellar y firmar la documentación del proyecto incluyendo los planos.

#### **d. Responsabilidades del Contratista Especialista**

Son las siguientes:

- Designar al Ingeniero Residente y dar a conocer al Concesionario el cronograma de adquisición de materiales y el cronograma de ejecución de obras, antes del inicio de las mismas, en un plazo no menor de siete (07) días útiles.



- Dotar de implementos de seguridad e higiene requerido por el personal de la obra, cumpliendo lo estipulado en el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Subsector Electricidad.
- Presentar el cuaderno de obra, con cada hoja enumerada en original y dos copias.
- Ejecutar las obras, cumpliendo el proyecto aprobado y vigente de Distribución Primaria, Secundaria, Sistema de Utilización en Media Tensión y complementarias según corresponda, cumpliendo las normas técnicas y legales vigentes, así como utilizando equipos y materiales cuyas especificaciones técnicas hayan sido aceptados por el Concesionario.
- Acatar la disposición de paralización de obra emitida por el Concesionario, siempre que ésta sea técnicamente justificada o cuando no haya levantado las observaciones que le han sido impuestas por el Concesionario. En caso de controversia entre el Contratista Especialista y el Concesionario respecto a las justificaciones técnicas de la paralización o las observaciones impuestas, cualquiera de las partes puede acudir a OSINERGMIN para resolver la controversia.
- Solicitar al Concesionario las pruebas de recepción o Conformidad correspondientes.
- Garantizar, en concordancia con el Código Civil, que las obras de Distribución Primaria, Distribución Secundaria, Instalaciones de Alumbrado Público, las Conexiones instaladas, no presenten fallas por defectos de materiales o equipos, o por defectos en el montaje y vicios en la construcción por un periodo de cinco (5) años, cuando estas obras las reciban Concesionarios Privados. En el caso de obras que se rigen por el Texto Único Ordenado de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, en concordancia con éste se debe garantizar por un período de siete (7) años.
- Después de comprobado que las obras han sido ejecutadas correctamente, entregar al Interesado toda la documentación e información necesaria para que solicite el reembolso respectivo al Concesionario.
- Habilitar en obra una oficina y dar al Ingeniero Residente las facilidades de transporte y otros que le permitan cumplir cabalmente con sus funciones.
- Para obras en la vía pública, correspondiente a Sistemas de Distribución, el Concesionario comunicará al Municipio el inicio de las obras. En el caso de Sistemas de Utilización en Media Tensión, el Contratista Especialista o el Interesado comunicará al Municipio el inicio de ejecución de obras, cumpliendo con la normatividad pertinente.

#### **e. Responsabilidades del Ingeniero Residente**

Son las siguientes:

- Dar inicio al registro del cuaderno de obras respectivo.
- Controlar la calidad de los materiales y equipos, verificando que éstos cumplan con las

especificaciones técnicas del proyecto aprobado.

- Estar presente diariamente en la obra, a fin de controlar la buena ejecución de las mismas.
- Brindar al Supervisor todas las facilidades necesarias para que controle y supervise la correcta ejecución de los trabajos pertinentes, y verifique la calidad de los materiales a emplearse o empleados.
- Levantar las observaciones que efectuare el Concesionario respecto a los trabajos desarrollados, corrigiendo aquellos errores u omisiones que le fueren señalados.
- Al final de la ejecución de las obras, someter las instalaciones a las pruebas correspondientes, en representación del Contratista Especialista y con la supervisión del Concesionario.
- Sellar y firmar toda la documentación necesaria para la ejecución, pruebas y recepción de la obra, incluyendo el plano de construcción.

### **2.2.2 Etapas principales del proceso de atención a los usuarios**

A continuación se detallan las etapas principales del proceso de atención a los usuarios con sistema de utilización en media tensión, según la norma de procedimientos aplicada, R.D. 018-2002-EM/DGE.

#### **a. Factibilidad de servicio**

Es el documento emitido por el concesionario, posterior al análisis de la ubicación, servidumbres y condiciones urbanísticas del predio solicitante.

De acuerdo a lo establecido por la R.D. N° 018-2002-EM/DGE, los requisitos para solicitar a la concesionaria el certificado de factibilidad de suministro son:

- Solicitud del Interesado dirigida al Concesionario.
- Dos (2) copias del plano de ubicación en escala 1/ 5000 o 1/ 10000 con indicación de las vías de acceso al área a electrificar o referencias físicas que permitan su fácil ubicación con respecto a las instalaciones existentes.
- Cálculo estimado de la demanda máxima del área a electrificar.

Procedimiento:

- El Interesado solicitará por escrito al Concesionario la factibilidad de suministro cumpliendo con los requisitos indicados.
- El Concesionario efectuará la evaluación técnica y emitirá el documento de respuesta dentro del plazo máximo de cinco (5) días útiles contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

#### **b. Punto de diseño**

Es el lugar asignado por el Concesionario a partir del cual el usuario debe iniciar el proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión.

De acuerdo a lo establecido por la R.D. N° 018-2002-EM/DGE, los requisitos para solicitar a la concesionaria la fijación del punto de diseño son:

- Solicitud del Interesado dirigida al Concesionario.
- Copia del documento que acredita la representatividad legal del Interesado.
- Dos (2) copias del plano de ubicación en escala 1/ 5 000 o 1/ 10 000 con indicación de las vías de acceso al área a electrificar o referencias físicas que permitan su fácil ubicación con respecto a las instalaciones existentes.
- Copia del documento que acredita la propiedad del predio. En caso de predios alquilados, presentar adicionalmente la autorización escrita del propietario para solicitar el suministro eléctrico ante el Concesionario.
- Máxima demanda, factor de simultaneidad y relación de equipos.

Procedimiento:

- El Interesado presentará al Concesionario la solicitud del punto de diseño cumpliendo con los requisitos indicados.
- El Concesionario fijará el punto o los puntos de diseño indicando su ubicación en los planos y las condiciones técnicas (nivel de tensión, potencia de cortocircuito, coordinación de la protección, entre otros).
- El Concesionario fijará el punto de diseño dentro de 10 días útiles, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud.
- El plazo de validez del punto de diseño será de dos (2) años.

### **2.2.3 Elaboración de proyectos**

Se desarrollan los siguientes ítems:

- Consideraciones de Diseño
- Contenido del proyecto de Sistema de Utilización
- Revisión del Proyecto
- Aprobación del proyecto

#### **a. Consideraciones de Diseño**

Se desarrolla a continuación:

- Con el punto de diseño fijado por el Concesionario, el Ingeniero Proyectista elaborará el proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión.
- El Proyecto deberá cumplir con las exigencias técnicas de los dispositivos vigentes relacionados con el ámbito de la Distribución, siendo los relevantes los siguientes:
  - Decreto Ley N° 25844 "Ley de Concesiones Eléctricas" y su Reglamento.
  - Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos
  - Código Nacional Electricidad Utilización
  - Normas DGE "Terminología en Electricidad" y "Símbolos Gráficos en Electricidad".

- Condiciones técnicas indicadas en el documento del punto de diseño.
  - Reglamento Nacional de Construcciones vigente
  - Ley de Protección del Medio Ambiente y Protección del Patrimonio Cultural de la Nación según corresponda.
  - Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).
- Ingeniero Projectista inspeccionará el terreno que corresponde al proyecto, sus vías de acceso y su interconexión con el punto de diseño fijado para compatibilizar el proyecto con las instalaciones eléctricas existentes.
- Los planos del proyecto serán elaborados en escala 1: 1 000; sólo en casos justificados se podrá utilizar la escala 1: 500 o 1: 2 000.
- Los documentos del proyecto elaborado, estarán foliados y llevarán un Visto Bueno en cada hoja. Al final del mismo, así como cada plano serán debidamente sellados y firmados.

#### **b. Contenido del proyecto de Sistema de Utilización**

Consiste de lo siguiente:

- Memoria Descriptiva.
- Especificaciones técnicas de equipos, materiales y de montaje.
- Planos del recorrido de las líneas primarias (aéreas, subterráneas o ambas), con indicación de la ubicación de las subestaciones, cortes transversales de vías, curvas de nivel, plano de ubicación con coordenadas geográficas, leyenda y notas.
- Planos con detalles de montaje de estructuras, subestaciones, retenidas, cimentaciones de estructuras, puestas a tierra, ductos, diagrama unifilar y otros que fueran necesarios.
- Cálculos justificativos eléctricos y mecánicos.
- Cronograma de obra y plazo de ejecución de obra.
- Metrado de materiales.

#### **c. Revisión del Proyecto**

Se desarrolla lo siguiente:

##### **c.1 Requisitos**

Solicitud del Interesado o del Ingeniero Projectista al Concesionario para que efectúe la revisión del proyecto, adjuntando una (1) copia del mismo (firmado y sellado por el Ingeniero Projectista) con el contenido correspondiente indicado en el acápite b.

Complementar la solicitud con la siguiente documentación:

- Documento mediante el cual el Interesado designa al Ingeniero Projectista. La designación puede estar contenida en las solicitudes de Factibilidad de Suministro, Punto de Diseño o Revisión de Proyecto.
- Certificado vigente de habilitación profesional del Ingeniero Projectista emitido por el

Colegio de Ingenieros del Perú.

### **c.2 Procedimiento**

Es el siguiente:

- El Interesado o el Ingeniero Proyectista solicitará al Concesionario la revisión del proyecto cumpliendo con los requisitos indicados.
- El Concesionario designará al ingeniero encargado de la revisión del proyecto, quien coordinará con el Ingeniero Proyectista los aspectos técnicos del proyecto.
- El Ingeniero Revisor del Proyecto efectuará la revisión dentro de los plazos indicados a continuación contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud de revisión de proyecto de Sistema de Utilización en Media Tensión
  - o Primera revisión: No mayor de diez (10) días útiles.
  - o Segunda revisión: No mayor de diez (10) días útiles, luego de la presentación del expediente corregido.

### **d. Aprobación del proyecto**

Se desarrolla lo siguiente:

#### **d.1 Requisitos**

Solicitud del Ingeniero Proyectista dirigida al Concesionario, para que efectúe la aprobación del proyecto adjuntando lo siguiente:

Para Sistemas de Utilización en Media Tensión

- Cuatro (4) copias del proyecto firmado y sellado por el Ingeniero Proyectista con el contenido correspondiente indicado en el artículo 11.2.1.
- El proyecto revisado por el Concesionario.

#### **d.2 Procedimiento**

Es el siguiente:

- El Ingeniero Proyectista solicitará al Concesionario la aprobación del proyecto cumpliendo con los requisitos indicados.
- El Concesionario después de verificar que el proyecto ha sido presentado con todos sus documentos conformes; emitirá el documento de aprobación correspondiente:
  - o Para Sistemas de Distribución: Resolución de Aprobación de Proyecto con indicación del Valor Nuevo de Reemplazo.
  - o Para Sistemas de Utilización: Conformidad Técnica del Proyecto.
- La solicitud de aprobación del proyecto deberá ser atendida por el Concesionario dentro de los plazos indicados a continuación contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud.
  - o Para Sistemas de Distribución: No mayor de quince (15) días útiles
  - o Para Sistemas de Utilización: No mayor de diez (10) días útiles

Junto al documento de aprobación el Concesionario entregará al Interesado lo siguiente:

- Dos (2) juegos del proyecto con sello de APROBADO por el Concesionario, incluyendo la firma del Ingeniero Revisor y su sello del Colegio de Ingenieros del Perú.
- Las condiciones generales para iniciar la ejecución de las obras.

#### **2.2.4 Ejecución de obras**

Se desarrolla lo siguiente:

- Inicio de obra
- Ejecución y Control de las Obras
- Ejecución de Pruebas
- Conformidad y Puesta en Servicio

##### **a. Inicio de obra**

Se desarrolla lo siguiente:

##### **a.1 Requisitos**

Carta del Interesado dirigida al Concesionario dando aviso del propósito de iniciar la obra con una anticipación no menor a siete (7) días útiles, presentando además al Contratista Especialista y al Ingeniero Residente, adjuntando lo siguiente:

- Una (1) copia del proyecto aprobado por el Concesionario y vigente. En caso de tratarse de la ejecución parcial de un proyecto, indicar en los planos del proyecto las partes a ejecutar y explicar las razones para no desarrollar la totalidad del proyecto.
- Copia del documento de aprobación del proyecto emitido por el Concesionario.
- Para Sistemas de Distribución, copia del documento que acredita la representatividad legal vigente del Interesado.
- Certificado vigente de habilitación profesional del Ingeniero Residente emitido por el Colegio de Ingenieros del Perú.
- Copia del Registro de Contratista Especialista emitido por CONSUCODE. Nota: en caso de sistema de utilización ver numeral 2.1.3.
- Cuaderno de obra foliado.
- Cronograma actualizado de ejecución de obra.
- Metrado total de la obra.
- Copia de la póliza de seguros contra accidente y por trabajo bajo riesgo.
- Para Sistemas de Utilización, copia de la factura del pago correspondiente al derecho de conexión.

##### **a.2 Procedimiento**

Es el siguiente:

- El Interesado presentará al Concesionario la carta dando aviso del inicio de obra

cumpliendo con los requisitos indicados.

- El Concesionario dentro del plazo de siete (07) días útiles deberá informar por escrito al Interesado, con copia al Contratista especialista, las condiciones a cumplir para el control de los trabajos y el nombre del Ingeniero Supervisor de obra.

#### **b. Ejecución y Control de las Obras**

Consiste de lo siguiente

- El Ingeniero Supervisor designado, podrá solicitar la presencia del Ingeniero Residente de obra y del Interesado para dar apertura al cuaderno de obra.

- Durante la ejecución de los trabajos, el Ingeniero Residente deberá comunicar semanalmente por escrito al Concesionario las obras a ejecutar. La falta de tal aviso será interpretado por la Supervisión como que no se realizará el avance de las obras.

- Si el aviso de inicio de obras no se efectuara con la anticipación necesaria, el Concesionario podrá efectuar en los trabajos ya desarrollados un proceso de revisión de los materiales y de su instalación.

- El Ingeniero Supervisor efectuará inspecciones de las obras en ejecución en el instante que lo crea conveniente dentro del horario normal de labores del Concesionario. El Ingeniero Residente dará las facilidades respectivas al Ingeniero Supervisor para la realización de la inspección.

- Las observaciones encontradas deberán ser comunicadas de inmediato al Ingeniero Residente y de considerar necesario serán consignados en el cuaderno de obra.

- En caso que no estuviera presente el Ingeniero Residente y no estuviera a disposición el cuaderno de obra, el Concesionario enviará las observaciones dentro de los cinco (5) días útiles inmediatos siguientes a la oficina del Contratista Especialista.

- Los aspectos observados deberán ser subsanados o explicados adecuadamente por el Ingeniero Residente; la falta de acción al respecto dará motivo a que el Ingeniero Supervisor continúe consignando el asunto en el cuaderno de obra y en las comunicaciones respectivas; de persistir las observaciones más allá de un tiempo prudencial, el Concesionario informará por escrito de la situación al Interesado – con copia de la misma al Contratista Especialista - luego podrá eximirse de continuar con la supervisión hasta que no se subsane o explique adecuadamente los aspectos observados.

- El Ingeniero Residente comunicará al Ingeniero Supervisor el levantamiento de observaciones. De considerar necesario, lo efectuará mediante carta o lo anotará en el cuaderno de obra. El Ingeniero Residente podrá formular sus consultas a través de cartas, las que serán atendidas dentro de los cinco (5) días útiles.

- Para Sistemas de Distribución los equipos y materiales a instalar en la obra deberán ser

nuevos y cumplir con las especificaciones técnicas establecidas por el Concesionario.

- Para Sistemas de Utilización en Media Tensión los materiales y equipos podrán ser nuevos o usados y cumplir con Normas Nacionales o Internacionales; en caso de ser materiales o equipos usados deberá presentarse adicionalmente Protocolo de Pruebas con resultados satisfactorios con antigüedad no mayor de un año.
- Durante la ejecución de las obras, el personal del Contratista Especialista, el Ingeniero Residente y el Ingeniero Supervisor deberán cumplir y hacer cumplir las normas de seguridad contenidas en el Reglamento de Seguridad e Higiene Ocupacional del Sub sector Electricidad.
- En casos justificados, siempre y cuando se cuente con la autorización expresa del Concesionario, durante la ejecución de las obras el Contratista Especialista podrá introducir modificaciones al proyecto.
- En casos especiales, la supervisión podrá autorizar al Contratista Especialista no ejecutar algunos detalles menores de obra, siempre y cuando no interfieran con el funcionamiento normal de la parte principal ejecutada.
- Finalizados todos los trabajos relacionados con la obra, el Contratista Especialista solicitará por escrito al Concesionario programar la fecha de ejecución de las pruebas correspondientes.

### **c. Ejecución de Pruebas**

Se desarrolla lo siguiente:

#### **c.1 Requisitos**

Carta del Contratista Especialista solicitando al Concesionario programar el día y hora para efectuar las pruebas correspondientes, adjuntando dos (2) copias del expediente final de construcción, firmado y sellado por el Ingeniero Residente, que comprende:

- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas.
- Planos de construcción.
- Copia certificada del Protocolo de Pruebas de los transformadores de Potencia.
- Para los Sistemas de Distribución, el inventario valorizado y copia de las facturas de los materiales utilizados.
- Para los Sistemas de Utilización en casos excepcionales y debidamente justificados, el Supervisor podrá solicitar que el Contratista Especialista muestre copia de la factura de algún material específico.

#### **c.2 Procedimiento**

Es el siguiente:

- El Contratista Especialista presentará al Concesionario la solicitud de pruebas con los



requisitos indicados.

- En un plazo no mayor de diez (10) días útiles contados a partir de la presentación de la solicitud, el Concesionario revisará la documentación presentada y realizará el protocolo de inspección y pruebas.
- En la fecha y hora fijada para la inspección y pruebas eléctricas, el Contratista Especialista y el Ingeniero Residente deberán disponer los recursos humanos, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo las pruebas con seguridad; también, deben tener las instalaciones preparadas y de fácil acceso para la supervisión.
- El Ingeniero Supervisor efectuará la dirección de las Pruebas Eléctricas, que comprenderá como mínimo lo siguiente para Sistemas de Utilización en Media Tensión
  - o Pruebas de Continuidad y Aislamiento de la red de Media Tensión.
  - o Pruebas del Sistema de Puesta a Tierra.
- La resistencia del sistema de puesta a tierra no deberá superar los 25  $\Omega$  [2].
- Al final de las pruebas se levantará un Acta en el cual se consignará los resultados obtenidos así como las posibles observaciones. El Acta será elaborado por duplicado y estará suscrita por el Ingeniero Residente y el Ingeniero Supervisor, copia del Acta deberá ser entregada al Ingeniero Residente junto con el expediente de construcción revisado.
- En caso que las pruebas arrojen resultados no satisfactorios, el Contratista Especialista deberá subsanar las deficiencias u omisiones encontradas. El Ingeniero Residente comunicará al Ingeniero Supervisor el levantamiento de observaciones y éste en coordinación con el Ingeniero Residente deberá realizar las pruebas dentro de los siguientes siete (07) días útiles.
- Con el Acta de Pruebas satisfactorias el Interesado en coordinación con el Contratista Especialista, solicitará al Concesionario:
  - o La Recepción y Puesta en Servicio para Sistemas de Distribución.
  - o La Conformidad y Puesta en Servicio para Sistemas de Utilización en Media Tensión.
- Para los Sistemas de Distribución, mientras el Interesado no cuente con el documento de recepción de obra emitido por el Concesionario, la custodia de las instalaciones estará bajo su responsabilidad.

#### **d. Conformidad y Puesta en Servicio**

##### **d.1 Requisitos**

Para Sistemas de Utilización en Media Tensión

- Carta del Interesado al Concesionario solicitando emitir el documento de Conformidad y fijar fecha de Puesta en Servicio de la obra, adjuntando lo siguiente:
  - Cuatro (4) copias del expediente final de construcción, firmado y sellado por el Ingeniero

Residente, comprende:

- Memoria descriptiva.
- Especificaciones técnicas de equipos y materiales.
- Planos finales de construcción.
- Metrado de la obra.
- Copia del acta de las pruebas efectuadas.

#### **d.2 Procedimiento**

Es el siguiente:

- El Interesado presentará al Concesionario la solicitud respectiva cumpliendo con los requisitos indicados.
- La puesta en servicio de las obras y la emisión de la resolución de recepción o conformidad de obra, deberá ser efectuada por el Concesionario en un plazo no mayor de diez (10) días útiles para Sistemas de Distribución y cinco (5) días útiles para Sistemas de Utilización en Media Tensión, respectivamente.
- En caso de que el Concesionario no pudiera cumplir con el plazo señalado, deberá de informar de inmediato al Interesado, justificando los motivos e indicando una nueva fecha para la puesta en servicio, no debiendo ser más allá de diez (10) días útiles, contados desde el momento que el Concesionario informa al interesado.

## **CAPÍTULO III PRESENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

En el presente capítulo se explica la metodología general, la que es ilustrada en el siguiente capítulo mediante un caso de estudio. El presente capítulo está organizado en seis ítems: Requerimientos del cliente, factibilidad de servicio, punto de diseño, emisión de presupuesto, elaboración del proyecto y ejecución de obra.

El diagrama de flujo del proceso de dotación de suministro regulado en media tensión se muestra en el anexo B del presente informe.

### **3.1 Requerimientos del cliente**

Para el concesionario de distribución se denomina cliente al usuario o futuro usuario del servicio de energía eléctrica en su zona de concesión. Para efectos del desarrollo de la presente metodología, dicho cliente será aquel que solicite un suministro de energía eléctrica en media tensión para sistema de utilización.

### **3.2 Factibilidad de servicio**

Según el procedimiento indicado en la R.D. 018-2002-EM/DGE, el concesionario efectuará la evaluación técnica de la documentación presentada por el solicitante y emitirá una respuesta dentro del plazo máximo de cinco (5) días útiles contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud.

El documento de factibilidad de suministro le será otorgado al solicitante, siempre que el predio motivo de la solicitud se encuentre ubicado dentro de la zona de concesión del distribuidor al que acudió [5].

### **3.3 Punto de diseño**

Según el procedimiento indicado en la R.D. 018-2002-EM/DGE, el concesionario fijará el punto de diseño indicando su ubicación en los planos y las condiciones técnicas (nivel de tensión, potencia de cortocircuito, coordinación de la protección, entre otros) dentro de 10 días útiles, contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud y con un plazo de validez de dos (2) años.

En esta etapa se evalúan las alternativas de atención técnica y económicamente factibles para el concesionario y el cliente. Asimismo, en esta evaluación, el concesionario establece si las redes de las cuales alimentará la futura conexión en el punto de diseño están preparadas para asumir el incremento de carga solicitado por el

cliente o si requieren inversión para refuerzos o expansión de las redes de distribución.

### **3.4 Emisión de presupuesto**

Con la fijación del punto de diseño, el concesionario ya puede elaborar el presupuesto de conexión, Según el procedimiento indicado en la R.D. 018-2002-EM/DGE, en la misma solicitud de punto de diseño el cliente puede solicitar el presupuesto de conexión, el cual tendrá un plazo máximo de atención de 25 días calendario a partir de la fecha de recepción de la solicitud [7].

A continuación se explica la valorización de la conexión y la definición del plazo de atención

#### **3.4.1 Valorización de la conexión**

Los montos que sirven para el cálculo del presupuesto de conexión son fijados por el OSINERGMIN [8], para una conexión regulada, se tienen dos casos:

##### **a. Cliente con conexión en puesto de medición a la intemperie**

Está conformada por los siguientes equipos:

- Seccionadores fusible unipolar (CUT OUT). (3u)
- Transformador combinado de tensión y corriente.
- Medidor electrónico, que se instalará en un murete de concreto al pie del poste.
- Pozos de tierra para la media y baja tensión.
- Conexionado del transformador de medida al medidor.
- Terminales tipo exterior para cable N2XSY – 22,9kV.
- Riel de protección.

##### **b. Cliente con conexión en celda de subestación**

Está conformada por los siguientes equipos:

- Seccionador de potencia tripolar.
- Transformadores de tensión. (3u-22,9kV ó 2u-10kV)
- Transformadores de corriente. (3u-22,9kV ó 2u-10kV)
- Pararrayos unipolares. (3u)
- Caja porta medidor.
- Medidor electrónico.
- Terminales tipo interior para cable N2XSY– 22,9 kV. (1 jg)

La Tabla 3.1 muestra los costos de conexiones reguladas en media tensión vigentes al mes de abril de 2014 (por rango de potencia conectada, opción tarifaria, tipo de conexión y nivel de tensión).

Las ventas de conexiones no representan ganancias sustanciales a la concesionaria, lo que genera utilidad en el negocio de distribución es la venta de energía, por lo que es importante cumplir los plazos definidos para la puesta en servicio de los sistemas de

utilización de los usuarios, lo que se lograría aplicando la metodología propuesta.

**TABLA N° 3.1 Costos –nuevos soles- de conexiones reguladas MT - abril 2014**

Subtipo	Potencia conectada	Opción tarifaria	10 KV		13.2/7.62kV		22.9/13.2kV	
			PMI	Celda	PMI	Celda	PMI	Celda
C5.1	Pc ≤ 100 kW	MT2	8,634	12,476	9,110	17,151	11,177	18,906
		MT3	8,634	12,476	9,110	17,151	11,177	18,906
		MT4	8,486	12,327	8,980	17,021	11,047	18,776
C5.2	100 kw <Pc ≤ 400 kW	MT2	8,849	10,980	9,166	14,908	11,177	18,906
		MT3	8,849	10,980	9,166	14,908	11,177	18,906
		MT4	8,669	10,831	9,036	14,778	11,047	18,776
C5.3	400 kw <Pc ≤ 700 kW	MT2	8,849	10,391	9,430	14,024	11,757	21,915
		MT3	8,849	10,391	9,430	14,024	11,757	21,915
		MT4	8,669	10,242	9,300	13,894	11,628	21,784
C5.3	700 kw <Pc ≤ 1000 kW	MT2	9,375	9,748	9,430	14,024	12,033	21,224
		MT3	9,375	9,748	9,430	14,024	12,033	21,224
		MT4	9,226	9,600	9,300	13,894	11,903	21,094
C5.4	1000 kw <Pc ≤ 2500 kW	MT2	10,300	10,306	10,311	13,729	13,264	19,307
		MT3	10,300	10,306	10,311	13,729	13,264	19,307
		MT4	10,151	10,157	10,181	13,599	13,134	19,177

### 3.4.2 Definición del plazo de atención

Se tienen dos escenarios, una conexión de rutina y por otro lado, la ejecución de reformas en las redes de distribución necesarias para la dotación de energía al usuario.

- Redes Existentes.- El plazo de atención será definido por el tiempo que tome ejecutar una conexión de rutina. Si por el corto plazo de atención, depende principalmente de la culminación de los trabajos del cliente, la puesta en servicio del mismo se supeditará a la conformidad de las obras en su sistema de utilización.

- Inversión en redes.-El plazo de atención será determinado por la magnitud de las reformas a ejecutar en las redes del distribuidor, para lo cual será necesario realizar una Expansión Sustancial de Redes, la cual no deberá ser mayor a 360 días calendario de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos DS Nro. 020-97-EM (7.1.3 (a) - iii) [4].

### 3.5 Elaboración del proyecto

Este es realizado una vez el cliente hace la cancelación del presupuesto. La elaboración del proyecto consiste de los siguientes ítems: Cálculo de la inversión, metrado de Materiales, elaboración de planos, programación de actividades (cronograma de trabajo), y finalmente el envío de previstos municipales.

#### 3.5.1 Metrado de Materiales

Se realizará en función a la reforma a ejecutarse, es importante que los materiales a usar estén homologados para su operación dentro del sistema de distribución regulado por el OSINERGMIN. Si no se realiza ningún tipo de reforma, el metrado de materiales

será el presupuestado al cliente para su conexión.

### **3.5.2 Cálculo de la inversión**

Se enfoca en los materiales y la mano de obra necesaria para cumplir con la ejecución de las reformas en las redes de distribución para atender el requerimiento del cliente. Se definen a continuación los casos típicos de reformas y el análisis del retorno de la inversión.

#### **a. Casos típicos de reformas**

Son los siguientes:

- Refuerzo y/o ampliación de redes.- Es el caso más característico para la inserción de nuevas cargas en la red del distribuidor. El refuerzo comprende los trabajos de reemplazo de redes que se sobrecargarían por redes más robustas en los tramos críticos en el alimentador donde se ubicará la conexión del usuario.
- Ejecución de nuevos alimentadores.- En este caso, es necesaria la habilitación de una celda en una subestación de transformación AT/MT, desde la cual se pondrá en servicio un nuevo alimentador para distribución de energía en la zona donde se encuentra la demanda, normalmente este tipo de reformas se establecen con la inserción de grandes clientes a la red del distribuidor y de acuerdo a la evolución de la demanda en la zona.
- Ejecución de nuevas subestaciones de distribución.- Establecimiento de servidumbres en el predio del solicitante, ejecución de obra civil de la subestación y equipamiento de la misma para su puesta en servicio. Asimismo, pueden existir planes de expansión de red que involucren más de uno de los casos presentados.

#### **b. Análisis del retorno de la inversión**

Es importante ya que se establece mediante un flujo de caja la viabilidad del proyecto y el horizonte de recupero de la inversión que se realizará para la atención de este cliente. Asimismo, se determinará para el proyecto el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión (PRI) [6].

### **3.5.3 Elaboración de planos**

Se realizará de acuerdo al tipo de conexión que tendrá el usuario y de existir inversión en redes de distribución, se complementará con el detalle para la ejecución de las mismas.

### **3.5.4 Programación de actividades (cronograma de trabajo)**

El cronograma de trabajo es una herramienta útil para el control de la ejecución de la obra. En él se establecen las tareas a realizar, el tiempo que estas toman, la secuencia de ejecución y la cantidad de personal requerida para cada tarea.

El cronograma varía de acuerdo a la dimensión del proyecto, puede tomar desde unas semanas hasta un año. Los periodos de control de avances pueden ser entonces desde

horas hasta días o semanas. Los trabajos pueden ser realizados en simultáneo o secuencialmente, esperando que una etapa previa esté concluida.

Existen muchas herramientas para su elaboración, sin embargo en esta oportunidad se usará el Excel, con el cual se elabora el llamado "Diagrama de Gantt" que para ser ilustrado se mostrará el respectivo al caso de estudio.

### **3.6 Ejecución de obra**

Debido a la existencia de múltiples clientes con sus propios requerimientos, es necesario determinar a qué cliente se le brindará la atención primero. Por ello, para la ejecución de la obra se debe recurrir a un cronograma de mayor jerarquía (al que llamaremos cronograma de obras de suministro) que tome en cuenta diversos factores, tales como fecha de atención prevista, avance de obra del usuario, avance de la reforma (de ser necesaria). A continuación se explica la determinación de la fecha de puesta en servicio y la ejecución del proyecto

#### **3.6.1 Determinación de la fecha de puesta en servicio**

La fecha de ejecución del proyecto, que culmina con la puesta en servicio del suministro del cliente, será determinada por las variables que se describen a continuación (Plazo de atención indicado en el presupuesto emitido, disponibilidad del sistema de utilización del cliente, disponibilidad de recursos, disponibilidad de las redes). Asimismo, el concesionario debe monitorear el estado de atención en el que se encuentra el cliente (anexo B) a fin de programar los trabajos oportunamente.

##### **a. Plazo de atención indicado en el presupuesto emitido**

El plazo de atención del presupuesto cancelado por el cliente será una variable determinante para la programación de la fecha de ejecución de los trabajos necesarios para la puesta en servicio de su sistema de utilización.

Con el plazo de atención definimos la fecha máxima en la que se puede atender a un cliente, sin embargo otras variables pueden hacer que se atienda antes de dicha fecha.

##### **b. Disponibilidad del sistema de utilización del cliente**

Después de otorgado el documento de inicio de obras, el concesionario de distribución designa a un ingeniero supervisor del sistema de utilización del cliente. Este Ingeniero supervisor informará después de cada visita el estado de avance de las obras del cliente para actualizar el cronograma de obras de suministro.

Un sistema de utilización terminado pone la atención como prioritaria, ya que la concesionaria de distribución genera ingresos por energía vendida, tal como se vio en el análisis del retomo de la inversión.

##### **c. Disponibilidad de recursos**

Disponibilidad de recursos humanos y materiales. Ejecución de maniobras con corte o

sin corte de energía, estudios de riesgo por arco eléctrico (arc flash) para trabajos en caliente, uso de ropa anti-arco.

#### **d. Disponibilidad de las redes**

Es importante indicar, que para una atención de rutina solo depende de la disponibilidad de recursos. Sin embargo para casos con reformas en redes de distribución, es necesario que las mismas estén culminadas para ejecutar los trabajos de conexión del usuario.

#### **3.6.2 Envío de previstos municipales**

Este paso es importante para dar aviso oportunamente a la municipalidad correspondiente sobre los trabajos que se realizarán en su jurisdicción.

Es oportuno citar los artículos 97° y 109° de la ley de concesiones los concesionarios:

- Artículo 97°.- Los concesionarios podrán abrir los pavimentos, calzadas y aceras de las vías públicas que se encuentren dentro de su zona de concesión, dando aviso a las municipalidades respectivas y quedando obligados a efectuar la reparación que sea menester en forma adecuada e inmediata.

- Artículo 109°.- Los concesionarios, sujetándose a las disposiciones que establezca el Reglamento, están facultados a:

a) Usar a título gratuito el suelo, subsuelo y aires de caminos públicos, calles, plazas y demás bienes de propiedad del Estado o municipal, así como para cruzar ríos, puentes, vías férreas, líneas eléctricas y de comunicaciones;

b) Cortar los árboles o sus ramas que se encuentren próximos a los electroductos aéreos y que puedan ocasionar perjuicio a las instalaciones previo permiso de la autoridad competente; y

c) A colocar soportes o anclajes en la fachada de los edificios y postes delante de ellas. En estos casos, el concesionario deberá resarcir los costos de reposición de las áreas afectadas.

#### **3.6.3 Ejecución del proyecto**

Una vez establecida la fecha de realización de los trabajos, que debería ser con cierto tiempo de anticipación, es importante determinar si los trabajos se podrán realizar sin corte de energía, para lo que se realizará un estudio de calorimetría según el supuesto de que se produzca un arco eléctrico y el grado de protección de los equipos de protección personal (EPP) que dispone el operador. De no ser posible a realizar el trabajo en caliente, se efectuarán cortes de energía, para lo cual se debe hacer análisis de traslados de carga entre las redes para disminuir el monto de compensación a los usuarios, posteriormente se procederá a enviar avisos de corte dentro del plazo que indica la norma.



También es importante la disponibilidad de las cuadrillas para la ejecución de los trabajos, equipos de seguridad en buenas condiciones y protocolos de trabajo dentro de los cuales se incluya la charla de cinco minutos y la designación de tareas.

Es importante indicar a los operadores tener en cuenta las cinco reglas de oro de seguridad eléctrica [3].

- Cortar todas las fuentes en tensión.
- Bloquear los aparatos de corte.
- Verificar la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

La prueba del cable particular la realizará el concesionario minutos antes de la puesta en servicio, para garantizar que el mismo esté en buenas condiciones para su energización.

## **CAPÍTULO IV APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA**

Este último capítulo se aplica la metodología propuesta a un caso de estudio, una empresa de alimentos ubicada en la ciudad de Lima.

### **4.1 Caso de estudio**

Es la empresa Westphalia Alimentos S.A.C.

#### **4.1.1 Aspectos generales**

Son los siguientes:

- Razón Social: Westphalia Alimentos S.A.C.
- Nombre Comercial: Casa Europa
- Ubicación : Av. Panamericana sur km 17, Villa el Salvador.
- Rubro: Carnes y Embutidos



**Fig. 4.1:** Vista panorámica de la empresa Westphalia Alimentos S.A.C.

#### **4.1.2 Aspectos técnicos**

Son los siguientes:

- Cuenta con un suministro en media tensión de 75 kW.
- Solicita: Suministro con una potencia contratada de 989,5 kW en media tensión con tarifa MT3.
- Fecha de esperanza de atención: Mayo 2014.
- Cuadro de Cargas Presentado.- Ver tabla 4.1
- Cronograma de cargas presentado.- Ver Tabla 4.2

TABLA N° 4.1 Cuadro de cargas (kW)

Cantidad	Nombre	Potencia (220V)	Potencia (380V)	Potencia (440V)
1	Sistema de tratamiento de efluentes		90	
1	Termoformadora		20	
1	Temoselladora		8	
1	Empacadora Doble Campana		15	
1	Cámaras de maduración			5
1	Cámaras de maduración			10
1	Cámaras de maduración			4
1	Llenadora / Embutidora		8	
1	Molino Triturador		8	
1	Inyectora		12	
1	Tenderizadora		3	
1	Reactor de vacío		6	
1	Embutidora al Vacío		6	
1	Clipradora		4	
1	Cargador de coches		4	
1	Cutte de vacío		90	
1	Moledora Mezcladora		20	
1	Cargador de Coches		2	
1	Descueradora		2	
1	Desmembranadora		2	
1	Rebanadora /loncheadora		5	
1	Hornos /ahumador		10	
1	Generador de Humo		3	
1	Máquina de Limpieza		2	
2	Compresor de refrigeración			230
1	Compresor de refrigeración			40
4	Condensador			10
4	Condensador			10
2	Moto-bombas-Refrigerado			25
2	Moto-bombas-Congelado			20
2	Moto-bombas-Atemperador			6
2	Moto-bombas-Control de Humedad			6
2	Moto-bombas-Deshielo			3
17	Evaporador con control de Humedad			6
7	Evaporador Refrigeración			4
4	Evaporador Congelado			5
1	Máquina de hielo en escamas			10
1	Sistema de descongelamiento de carnes			10
1	Peladora de salchichas		3	

1	Sistema ablandador de agua		5	
4	Plataforma niveladora de anden		6	
2	Compresor de aire			35
1	Cargador de batería		6	
1	Caldero		10	
1	Sistema presión positiva oficinas		20	
4	Sistema presión positiva proceso		35	
1	bombas de agua		6	
1	bomba de pozo		5	
1	bomba contraincendios		30	
400	iluminación	40		
4	balanzas de piso	2		
15	balanzas de sobremesa	7.5		
25	computadoras	5		
1	Equipos de laboratorio (*)	20		
1	Equipos de mantenimiento (**)	30		
		104.5	446	439
<b>Total potencia</b>			<b>989.5 W</b>	

(\*) Balanzas analíticas (2), estufas (2), agitadores (2), autoclave (1), extractor (1), analizador de humedad (1), analizador de grasas (1).

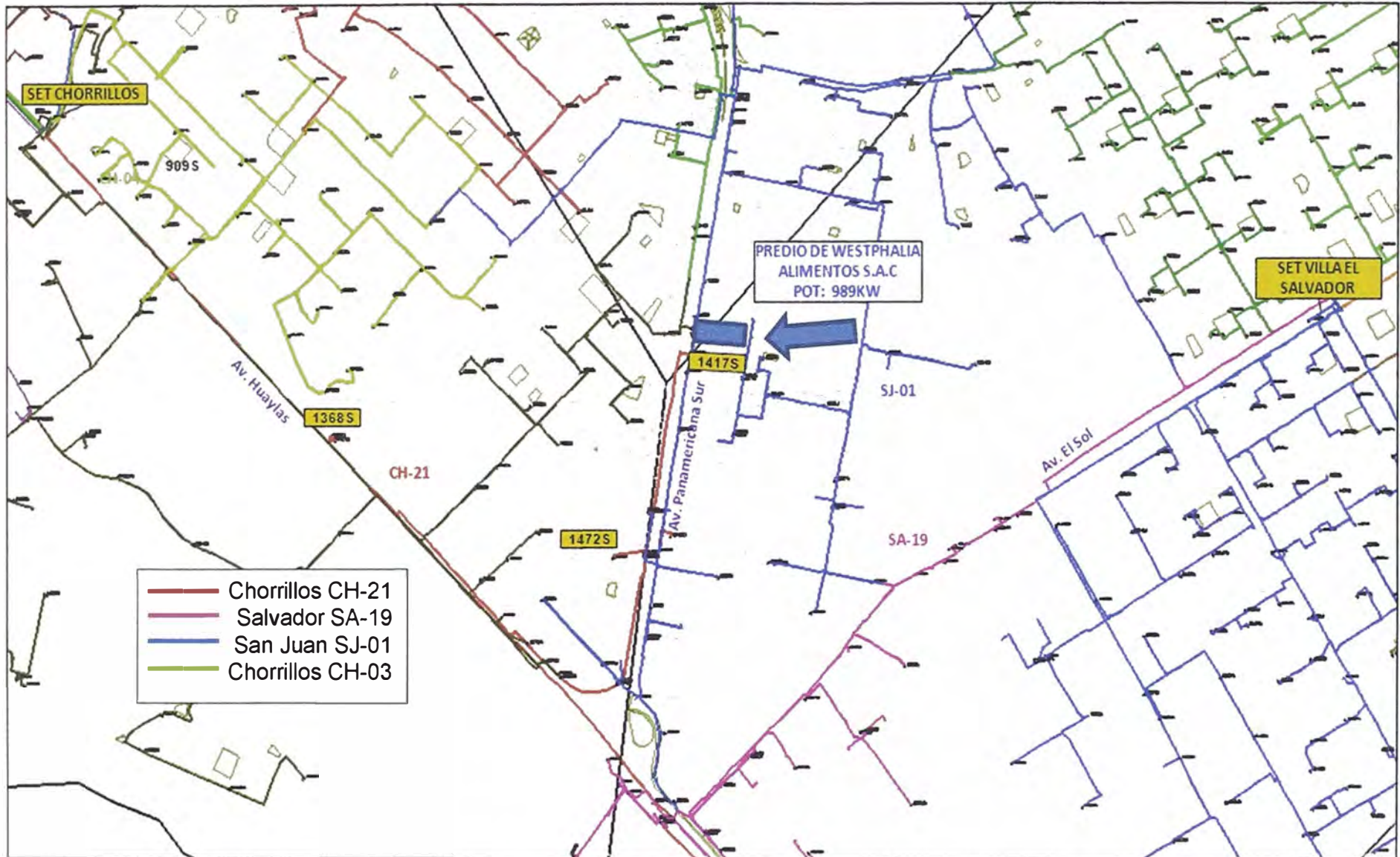
(\*\*) Máquina de soldar tig/eléctrica (1), esmeril de banco (1), taladro de banco (1), afiladora de cuchillas cutter (1) loheadora (1).

**TABLA N° 4.2** Cronograma de toma de cargas (kW)

Mes	Año	Toma de Cargas (kW)
jun	2014	402.6
jul	2014	451.5
ago	2014	500.4
sep	2014	549.3
oct	2014	598.2
nov	2014	647.1
dic	2014	696.1
ene	2015	745
feb	2015	793.9
mar	2015	842.8
abr	2015	891.7
may	2015	940.6
jun	2015	989.5

#### 4.2 Factibilidad

El interesado presentó su solicitud de factibilidad de suministro adjuntando el plano de ubicación (Figura 4.2), cuadro de cargas y documentos de propiedad.



**Fig. 4.2:** Ubicación del predio y redes aledañas (alimentadores)

Con el plano de ubicación del predio solicitante, se verificó en una inspección de campo la veracidad de la información presentada, el cumplimiento de las distancias de seguridad con las redes aledañas [2] y se encontró que contaba con dos suministros, uno en baja tensión y otro en media tensión. Asimismo, se identificaron las redes en media tensión disponibles en la zona.

El concesionario emite el certificado de factibilidad de suministro dentro del plazo establecido.

#### **4.3 Punto de diseño**

El interesado presentó su solicitud adjuntando un cronograma de ingreso de cargas a fin de sustentar el requerimiento de para abril de 2013.

Se evaluaron las redes identificadas en la etapa de factibilidad, las que pertenecen a los siguientes alimentadores: CH-03 (Alimentador 10 kV de la SET Chorrillos), SJ-01 (Alimentador 10 kV de la SET San Juan) y CH-21 (Alimentador 22,9 kV de la SET Chorrillos).

A continuación se realiza la evaluación de alternativas de punto de diseño, así como la elección del mismo.

##### **4.3.1 Evaluación de alternativas de punto de diseño**

A continuación se detalla el análisis realizado.

###### **a. Alimentador CH-03**

La red troncal de este alimentador 10 kV no está en capacidad de asumir la carga solicitada por lo que se tendría que hacer un refuerzo de las redes, además se encuentra al otro lado de la carretera Panamericana Sur, lo que implicaría que la red del usuario cruce esta carretera troncal.

###### **b. Alimentador SJ-01**

La red troncal de este alimentador 10 kV tampoco está en capacidad de asumir a carga solicitada, sin embargo, mediante algunas reformas, es posible que el punto de diseño pueda ubicarse en la panamericana antigua, frente al predio del usuario.

###### **c. Alimentador CH-21**

La red troncal de este alimentador está en capacidad de asumir la carga solicitada. El alimentador CH-21 opera a un nivel de tensión de 22,9 kV y se encuentra con un factor de utilización (f.u.) de menos del 50 %.

###### **d. Conclusión**

Se establece que la alternativa técnica y económicamente más factible es atenderlo desde el alimentador CH-21. No se consideró dentro del análisis al SA-19 por estar alejado de la zona del predio.

La figura 4.3 muestra el resultado del análisis.

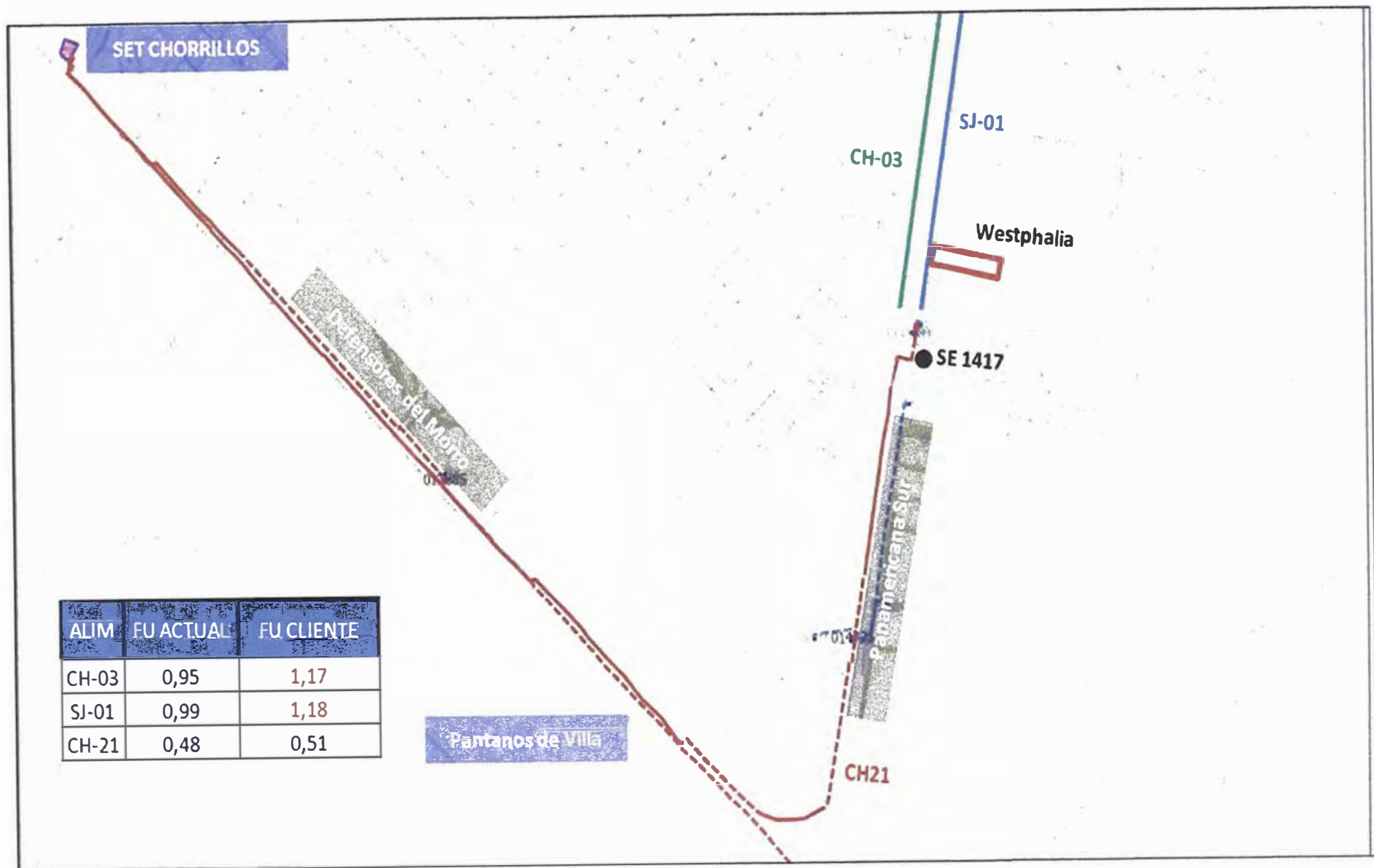
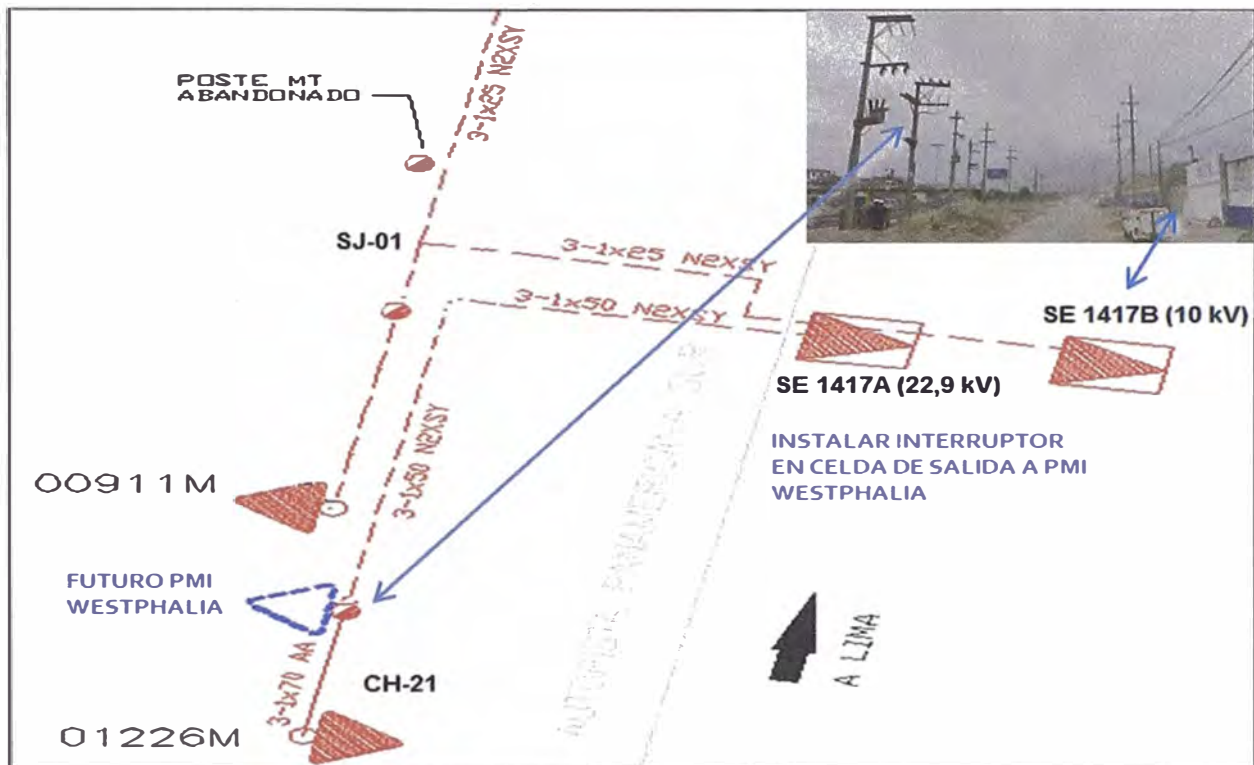


Fig. 4.3: Resultado del análisis

### 4.3.2 Elección del punto de diseño

Una vez determinada la alternativa del alimentador a utilizar, se procede a la elección del punto de diseño, para lo cual se requiere conocer la disponibilidad de la red así como la de un poste.

Según se aprecia en el esquema de la red más cercana disponible (Figura 4.4), se puede notar que se encuentra disponible el CH-21, el cual se eligió anteriormente. Así mismo se ve que se dispone de un poste libre (futuro PMI Westphalia).



**Fig. 4.4:** Esquema de la red más cercana disponible

En el esquema unifilar del Alimentador CH-21 (Figura 4.5) se aprecia que dicho alimentador tiene disponibilidad para el ingreso de la carga de Westphalia. Además de acuerdo a la figura 4.4, la conexión de Westphalia se ubicaría en la red lateral desde la estación 1417 en dirección al PMI 1226 (zona de trabajo).

En el esquema unifilar proyectado con el ingreso de Westphalia (Figura 4.6), se indica que el factor de utilización de la primera troncal es de 0.51 (51%), así mismo la red lateral, desde donde se ejecutaría dicha conexión, llegará a tener un factor de utilización de 0.13, lo que garantiza que dicha lateral podría albergar otras cargas a futuro.

Sin embargo es necesario realizar una reforma para adecuar las redes para el ingreso de la conexión solicitada. La reforma para la atención del cliente considera:

- Instalación de un interruptor con relé de sobre corriente en celda de 22,9kV en la SE 1417, en el circuito SE 1417 a PMI 1226.
- Adecuación de red para instalación de conexión MT – Westphalia.



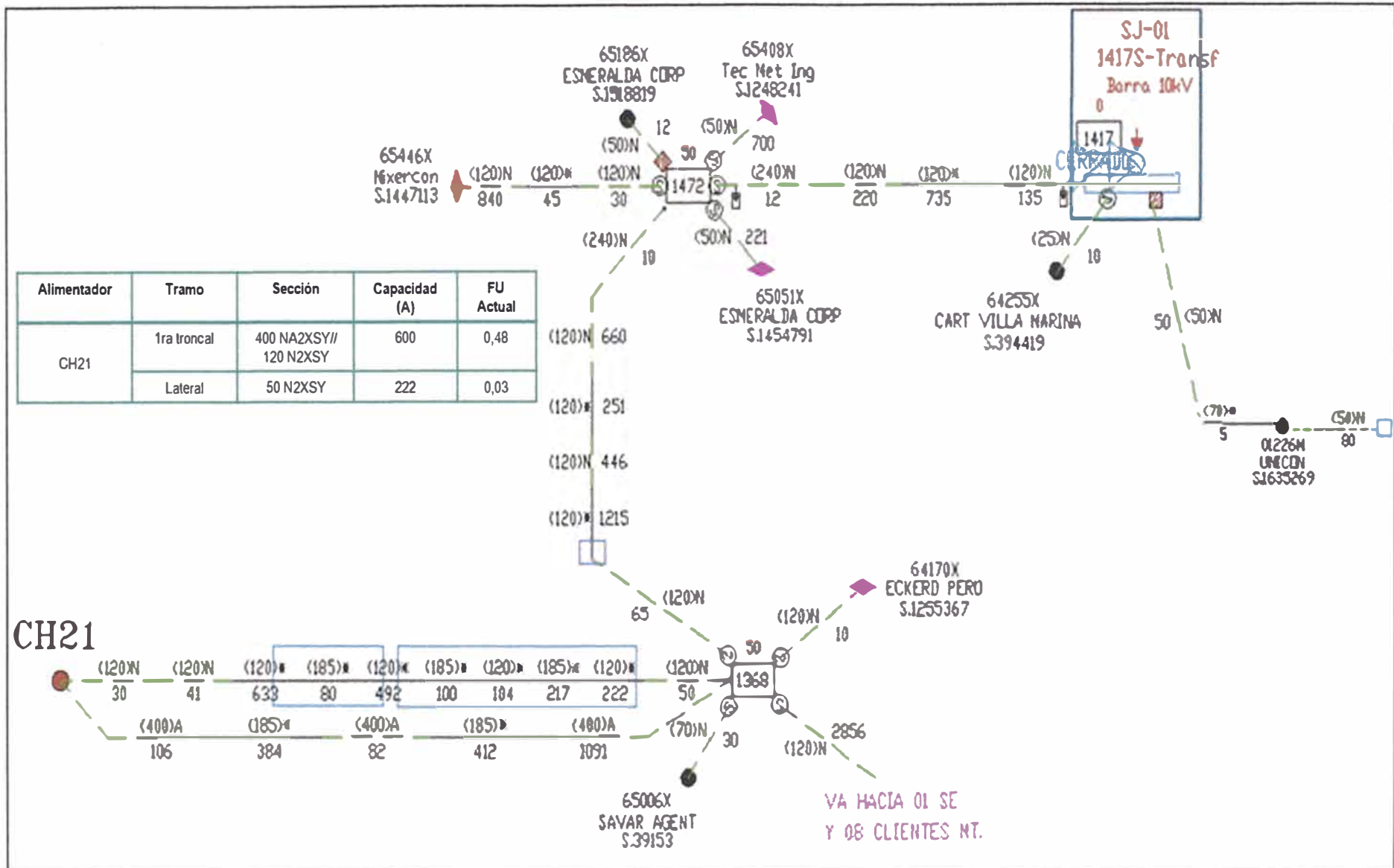


Fig. 4.5: Esquema unifilar del Alimentador CH-21

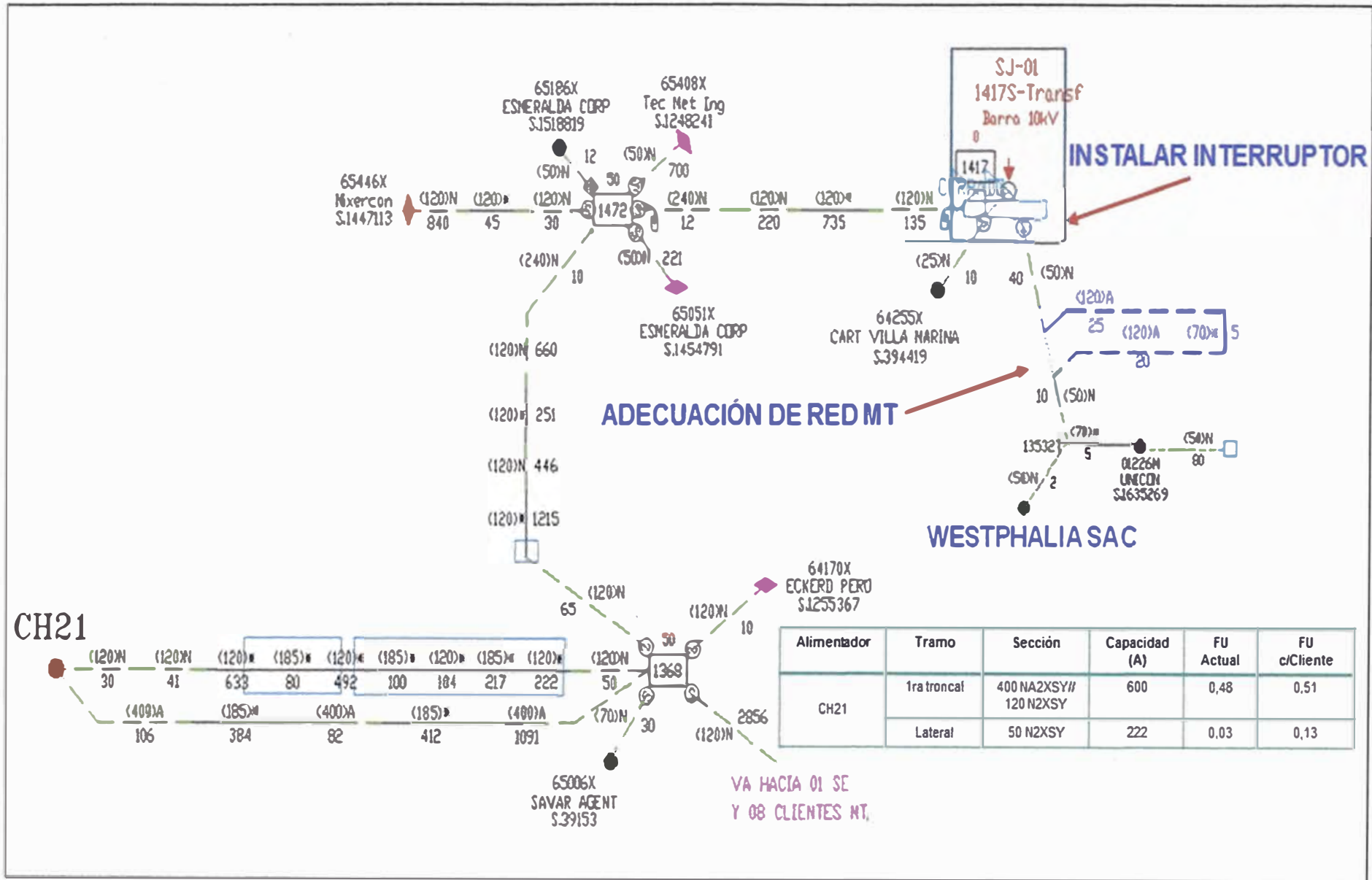


Fig. 4.6: Esquema unifilar proyectado de alimentador CH-21 con el ingreso de Westphalia

#### **4.4 Emisión de presupuesto**

El usuario solicitó el presupuesto por conexión en tres oportunidades, ya que este documento tiene una validez de un mes por que los costos regulados de conexión se actualizan con dicha frecuencia. Finalmente el 18/12/2013 cancela el último presupuesto emitido (Fecha de inicio del proyecto).

##### **4.4.1 Valorización de la Conexión**

Se estableció que la conexión sería en un puesto de medición a la intemperie (PMI) dada la disponibilidad de una red lateral desde la SED 1417.

Los materiales y servicios que componen la conexión de este usuario son los siguientes:

- Provisión e instalación de seccionador fusible unipolar (cut-out) 22,9 kV-100 A.(3u)
- Provisión e instalación de un transformador combinado de tensión y corriente (22,9/V3/0,1/V3 kV y 30/5 A) (1u)
- Medidor electrónico, que se instalará en un murete de concreto al pie del poste con su respectivo seguro.
- Pozos de tierra para la media y baja tensión.
- Conexionado del transformador de medida al medidor.
- Provisión e instalación de terminales tipo exterior para cable N2XSY – 22,9 kV.
- Prueba de cable particular.
- Retiro de la conexión existente en media tensión.
- Retiro de la conexión existente en baja tensión.

El metrado de materiales de la conexión se muestra en el Anexo A del presente informe.

##### **4.4.2 Definición del plazo de atención**

Asimismo, debido a que existe inversión en las redes de distribución, el plazo máximo de atención establecido fue de como máximo un año, según lo que indica la Norma Técnica de calidad de los Servicios Eléctricos D.S. N° 020-97 EM (7.1.3 (a)-iii) [4]. Sin embargo, sería atendido dentro del plazo que solicitó.

#### **4.5 Elaboración del proyecto**

Tomando como punto de partida la fecha de cancelación del presupuesto (18/12/2013), se procede a elaborar el metrado de materiales y cálculo de inversión, planos del proyecto y la programación de actividades.

##### **4.5.1 Metrado de Materiales**

Los materiales a usar se organizan en tres tablas: Tabla 4.3 “Materiales para uso en red aérea”, Tabla 4.4 “Materiales para uso en la subestación 1417” y Tabla 4.5 “Materiales para uso en red subterránea”.

TABLA N° 4.3 Materiales para uso en red aérea

Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Moneda	Importe (S/.) Total x MT
CONECTOR	3	70.47	NSOLES	211.41
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	35.5	3.46	DOLAR	346.48
ARANDELA PLANA AC.GALV. PERNO 3/8"	12	0.15	DOLAR	4.92
ELECTRODO P.PUESTA A TIERRA TP.COPPERWELD 9/16" X 2400MM	1	10.28	DOLAR	28.98
MENSULA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 5" X 7 PIES CON TRATAMIENTO CCB	5	87.31	NSOLES	436.56
OJAL ROSCADO AC.GALV.,DE 5/8PULG.D. X80MML. P.L.A.	3	1.50	DOLAR	12.69
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 400MML. L.AEREAS	3	1.93	DOLAR	16.29
SAL GRANO INDUSTRIAL PARA POZOS DE TIERRA CLORURO DE SODIO	150	0.22	NSOLES	32.49
BENTONITA SÓDICA P/POZOS DE TIERRA	48	0.16	DOLAR	21.60
ETIQUETAS MARCACION EMPALMES SUBTERRANEOS 85X50MM.	1	0.63	DOLAR	1.77
BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	1	7.37	DOLAR	20.78
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 120-185/16-70MM2 P.RED AEREA	6	2.23	DOLAR	37.74
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR BLANCO USO EN INTERIORES	1	0.82	NSOLES	0.82
TUBO PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 1" DIAM.	0.5	0.48	DOLAR	0.68
CINTA SENALIZADORA ROJA P.CABLES SUBTERRANEOS 22,9KV P.LUZ DEL SUR	24.75	0.08	DOLAR	5.69
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 230 - 267MM DIAM. P.SOPORTE DEL BRAZO DE APOYO	1	9.59	DOLAR	27.04
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM. ANCHO	5	0.30	DOLAR	4.25
CONECTOR DERECHO MECANICO TABICADO DE ALEACION DE ALUMINIO P.CABLE 95 - 240 / 95 - 240MM2 P.RED M.T.	3	61.40	NSOLES	184.20
CRUCETA SIMETRICA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 4" X 1,3 PIES CON TRATAMIENTO CCB	3	14.15	NSOLES	42.44
ABRAZADERA DE ACERO GALV. P.CABLE 25MM2 C.ARCO CENTRAL 36MM DIAM. EN PLATINA DE ACERO 90X130X6,35MM	6	1.51	DOLAR	25.50
PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM DIAM.	8	1.77	DOLAR	40.00
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 160 - 190MM DIAM. P.SOPORTE DEL BRAZO DE APOYO	2	8.32	DOLAR	46.94
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 55 X 4,5MM C.AGUJERO 17,5MM DIAM	15	0.23	DOLAR	9.60
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 300MML. L.AEREAS	4	1.47	DOLAR	16.56
ARANDELA CUADRADA CURVA DE ACERO GALV. 3" X 3" X 3/16" C.AGUJERO 11/16" DIAM	8	0.43	DOLAR	9.68
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X120 MM2	4.5	11.80	DOLAR	149.67
DIAGONAL ACERO GALV. 45MM X 45MM X 1,48M X 4MM	3	8.75	DOLAR	73.98
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	8.5	0.99	DOLAR	23.63
CONECTOR DE DERIVACION A COMPRESION TIPO G P.CONDUCTOR DE COBRE 16-35 / 16-35MM2 P.RED AEREA	4	3.91	DOLAR	44.12
TIRAFONDO HO.GALV. 3/8" X 2.1/2"	24	0.07	DOLAR	4.56
EMPALME DERECHO UNIPOLAR TERMOCONTRAIBLE ULTRA RAPIDO P.CABLE N2XSY / NA2XSY 25-120MM2 10/22,9KV	3	126.30	DOLAR	1068.48
TERM.EXT.C.SECO N2XSY 3-1X50 -120MM2 22,9 KV.TERMOC.	1	128.11	DOLAR	361.26
CANALETA PROTECTORA DE ACERO GALV. 2MLONG.P.PROTEGER TUBO 2" O 3" DIAM. EN SUBIDA O BAJADA DE CABLE	1	28.73	DOLAR	81.02
AISLADOR POLIMERICO TP.PIN P/LINEAS AEREAS 22,9KV.	8	45.00	DOLAR	1015.20
CABLE DE ENERGIA TIPO NA2XSY 1 X 120MM2 PARA REDES SUBTERRANEAS 22,9KV	75	23.33	NSOLES	1749.57
TUBO PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 4" DIAM.	6	3.85	DOLAR	65.16
ESLABON DOBLE TP.8 GIRATORIO DE ACERO GALV. P.FIJAR CONDUCTORES A	3	3.93	DOLAR	33.24

AISLADORES EN LINEAS AREAS M.T.				
AISLADOR POLIMERICO TP.SUSPENSION / ANCLAJE 10KV 400MM LONG. L.F. 600MM 45KN C.ACCESORIOS	3	16.14	DOLAR	136.53
PERNO ANGULAR DE ACERO GALV. 5/8" X 14" ROSCA 7" C.TUERCA	2	2.35	DOLAR	13.26
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR ROJO USO EN INTERIORES	1	0.74	NSOLES	0.74
GRAPA DE ANCLAJE TP.PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO P.CONDUCTOR AAC 70MM2	3	8.10	DOLAR	68.52
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. L.AEREAS	4	1.18	DOLAR	13.28
CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	1	1.48	DOLAR	4.17
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR VERDE USO EN INTERIORES	1	0.77	NSOLES	0.77
RIEL TIPO H DE ACERO C.RESISTENCIA 65 - 85 LB/YD2 P.PROTEGER A POSTES Y ESTRUCTURAS M.T.	5	134.92	NSOLES	674.60
AMARRE SIMPLE DE ALUMINIO 4 AWG 1000MMLONG. P.AISLADOR PIN C.CONDUCTOR ALUMINIO HASTA 70MM2 EN M.T.	2	0.67	DOLAR	3.80
POSTE C.A.C. 13/400/180/375 P.L.A.B.T O MT	1	365.77	DOLAR	1031.47
			<b>Total Proyectado:</b>	<b>8202.15</b>

**TABLA N° 4.4 "Materiales para uso en la subestación 1417"**

Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Moneda	Importe(S/.) Total x MT
VARIOS RELE	1	1500.00	NSOLES	1500.00
TCS MATRIC 5986323	3	1413.69	NSOLES	4241.07
RELE REF 615	1	2951.53	NSOLES	2951.53
INT TRIF 630A MATR 6537214	1	13750.76	NSOLES	13750.76
			<b>Total Proyectado:</b>	<b>22443.36</b>

**TABLA N° 4.5 Materiales para uso en red subterránea**

Descripción	Cantidad	Precio Unit.	Moneda	Importe(S/.) Total x MT
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	5	3.46	DOLAR	48.80
CONDUCTOR CABLEADO DESNUDO ALEACION ALUMINIO 70MM2 7 HILOS C.GRASA	5	0.78	DOLAR	11.05
MENSULA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 5" X 7 PIES CON TRATAMIENTO CCB	2	87.31	NSOLES	174.63
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 400MML. L.AEREAS	6	1.93	DOLAR	32.58
EMPALME DERECHO UNIPOLAR TERMOCONTRAIBLE P.CABLE N2XSY / NA2XSY 50-120MM2 22,9KV C.CONECTOR	6	125.87	DOLAR	2129.76
ETIQUETAS MARCACION EMPALMES SUBTERRANEOS 85X50MM.	2	0.63	DOLAR	3.54
CINTA SENALIZADORA ROJA P.CABLES SUBTERRANEOS 22,9KV P.LUZ DEL SUR	42.3	0.08	DOLAR	9.73
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 120-185/16-70MM2 P.RED AEREA	6	2.23	DOLAR	37.74
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR BLANCO USO EN INTERIORES	2	0.82	NSOLES	1.65
PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM DIAM.	4	1.77	DOLAR	20.00
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 230 - 267MM DIAM. P.SOPORTE DEL BRAZO DE APOYO	2	9.59	DOLAR	54.08
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM. ANCHO	10	0.30	DOLAR	8.50
CONECTOR DERECHO MECANICO TABICADO DE ALEACION DE ALUMINIO P.CABLE 95 - 240 / 95 - 240MM2 P.RED M.T.	6	61.40	NSOLES	368.40

CRUCETA SIMETRICA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 4" X 1,3 PIES CON TRATAMIENTO CCB	2	14.15	NSOLES	28.29
ABRAZADERA DE ACERO GALV. P.CABLE 25MM2 C.ARCO CENTRAL 36MM DIAM. EN PLATINA DE ACERO 90X130X6,35MM	6	1.51	DOLAR	25.50
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 55 X 4,5MM C.AGUJERO 17,5MM DIAM	10	0.23	DOLAR	6.40
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	17	0.99	DOLAR	47.26
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X120 MM2	9	11.80	DOLAR	299.34
DIAGONAL ACERO GALV. 45MM X 45MM X 1,48M X 4MM	2	8.75	DOLAR	49.32
CABLE DE ENERGIA TIPO NA2XSY 1 X 120MM2 PARA REDES SUBTERRANEAS 22,9KV	110	23.33	NSOLES	2566.04
TIRAFONDO HO.GALV. 3/8" X 2.1/2"	24	0.07	DOLAR	4.56
TERM.EXT.C.SECO N2XSY 3-1X50 -120MM2 22,9 KV.TERMOC.	2	128.11	DOLAR	722.52
CANALETA PROTECTORA DE ACERO GALV. 2M LONG.P.PROTEGER TUBO 2" O 3" DIAM. EN SUBIDA O BAJADA DE CABLE	2	28.73	DOLAR	162.04
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR ROJO USO EN INTERIORES	2	0.74	NSOLES	1.49
TUBO PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 4" DIAM.	12	3.85	DOLAR	130.32
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. L.AEREAS	4	1.18	DOLAR	13.28
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 4,5M X 0,15MM 600V COLOR VERDE USO EN INTERIORES	2	0.77	NSOLES	1.54
<b>Total Proyectado:</b>				<b>6958.35</b>

Con lo cual se tiene que el costo total de materiales asciende a S/. 37,603.86.

#### 4.5.2 Cálculo de la inversión

El metrado de materiales a usar ayuda a la obtención del monto de inversión correspondiente, pero adicionalmente se debe valorizar lo referido a la mano de obra para la instalación de dichos materiales. El costo total de mano de obra asciende a S/. 10,743.74 (tipo de cambio: 2.80). Los costos del proyecto son:

- Materiales	\$13,429.95
- Mano de obra	<u>\$ 3,837.05</u>
- Total General	\$17,267.00

Para realizar el análisis de retorno de inversión, es necesario calcular los principales indicadores de inversión para el proyecto: el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión (PRI) [6].

En concordancia con lo manifestado el ítem 4.1.2, Westphalia cuenta con un suministro en media tensión con potencia contratada 75 kW y solicita una potencia de 989.5 kW, por lo tanto la potencia involucrada en la ampliación de carga es de 914.5 kW, esta última es la que generará nuevos ingresos al concesionario, ya que actualmente viene percibiendo ingresos por los consumos del suministro actual.

Los datos técnicos y económicos del proyecto son los siguientes:

- Inversión: \$17,267.
- Potencia involucrada: 914.5 kW.
- Tipo de conexión: media tensión con tarifa MT3.

Los supuestos base para realizar los cálculos son los indicados en las tablas 4.6, 4.7 y 4.8.

**TABLA N° 4.6** Supuesto de consumo de un suministro en MT

Factor de demanda anual (% de Potencia involucrada)	
MD 1er año	60%
MD 2do año	64%
MD 3er año	68%
MD 4to año	72%
MD 5to año	76%
MD 6to año	80%
MD 7mo año	84%
MD 8vo año	88%
MD 9no año	92%

**TABLA N° 4.7** Supuestos generales de estudio

Supuestos Generales	
Horas al año	8,760
Factor de carga MT	0.69
Factor de coincidencia MT	0.60
TC(S/. / US\$)	2.800
Depreciación	2.17%
Reparto Utilidades	5%
Tasa de interés	18%
Costo O y M	0.02

**TABLA N° 4.8** Precios

Precios	
Margen BT (US\$ / kWh)	0.0496
Margen MT (US\$ / kWh)	0.0130
Inflación promedio 25 años	0

Para los cálculos se tiene lo siguiente:

- Costo de operación y mantenimiento anual= (inversión \$)\*(factor COyM). Por lo tanto, el Costo de operación y mantenimiento anual del primer año es:  $\$47,263 \times 0.02 = \$345$ . Para el año siguiente se multiplica por (1+inflación) y así sucesivamente, sin embargo se considera que no existe inflación por lo que este costo es constante.
- Consumo de energía anual= (Potencia involucrada)\*(horas al año)\*(factor de carga MT)\*(factor de coincidencia MT)\*(factor de demanda anual). De ello se obtiene que en el primer año es:  $914.5 \times 8760 \times 0.69 \times 0.60 \times 0.60 = 1,989.937 \text{ kW-h}$ .
- Ganancia anual por la venta de energía= (consumo de energía anual)\*(Margen MT). De ello se obtiene que en el primer año es:  $1,989.937 \times 0.0130 = \$25,869.19$ .

Antes de hacer el flujo de caja, se establecen los siguientes parámetros:

- Inversión: Costo total del proyecto (materiales y mano de obra), se considera que la

concesionaria siempre dispone de capital propio para invertir.

- Ingresos Totales: Ganancia anual por venta de energía.
- Costos Generados: COyM.
- Utilidad Bruta: Inversión + Ingresos Totales - Costos generados.
- Depreciación: 4%\* (Utilidad Bruta).
- Utilidad Operativa: Utilidad Bruta + Depreciación.
- Reparto de utilidades: 5%\*Utilidad operativa.
- Utilidad antes de intereses e impuestos (UAll): Utilidad Operativa + Reparto de utilidades.
- Impuesto a la renta (IR): 30%\*UAll
- Flujo de Caja neto (FCN): UAll + IR + Depreciación.

A partir del flujo de caja de la tabla 4.9, se calcula el VAN, TIR y PRI:

El Valor Actual Neto (VAN) se define por la ecuación 4.1:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1+i)^t} - Inversión \quad (4.1)$$

Para un periodo de 25 años (se considera a Westphalia como empresa sólida) se obtiene un VAN de \$ 101,378.76.

Tasa interna de retorno (TIR), es la tasa de rentabilidad promedio anual que el proyecto paga a los inversionistas por invertir sus fondos allí, y con la cual matemáticamente se obtiene un VAN=0.

$$\sum_{t=1}^n \frac{FCN_t}{(1+TIR)^t} - Inversión = 0 \quad (4.2)$$

Calculando se obtiene que la TIR es de 105.3%.

El periodo de recuperación de la inversión (PRI), es el tiempo que toma recuperar el capital invertido en el proyecto, en este caso se ve que al final del segundo año el VAN es de \$10,327.39, por lo que se puede considerar el PRI de dos años.

Conclusiones:

- El VAN será mayor que cero al finalizar el segundo año (PRI), por lo que a partir del tercer año la concesionaria empezará a percibir ganancias.
- La TIR es de más de 105.3%, por lo que es una excelente inversión ejecutar el proyecto y la llegada de usuarios similares harán que la concesionaria incremente sus ganancias.

**Nota:**

- Para calcular la utilidad neta se suma la depreciación, ya que ésta no representa salida de capital real.
- Se considera 30% de impuesto a la renta ya que se asume que la concesionaria estará dentro del régimen general del impuesto a la renta.



**TABLA N° 4.9 Flujo de caja del proyecto**

Año	Inversión	Ingresos Totales	Costos generados	Utilidad Bruta	Depreciación 4%	Utilidad operativa	Reparto de utilidades 5%	UAII	IR 30%	Depreciación	FCN	VAN
0	-17,267.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-17,267.00	-17,267.00
1	0	25,869.19	-345.34	25,523.85	-374.69	25,149.15	-1,257.46	23,891.69	-7,167.51	374.69	17,098.88	14,490.58
2	0	27,593.80	-345.34	27,248.46	-374.69	26,873.76	-1,343.69	25,530.08	-7,659.02	374.69	18,245.75	13,103.81
3	0	29,318.41	-345.34	28,973.07	-374.69	28,598.38	-1,429.92	27,168.46	-8,150.54	374.69	19,392.61	11,802.94
4	0	31,043.02	-345.34	30,697.68	-374.69	30,322.99	-1,516.15	28,806.84	-8,642.05	374.69	20,539.48	10,594.04
5	0	32,767.64	-345.34	32,422.30	-374.69	32,047.60	-1,602.38	30,445.22	-9,133.57	374.69	21,686.35	9,479.30
6	0	34,492.25	-345.34	34,146.91	-374.69	33,772.21	-1,688.61	32,083.60	-9,625.08	374.69	22,833.22	8,458.14
7	0	36,216.86	-345.34	35,871.52	-374.69	35,496.83	-1,774.84	33,721.98	-10,116.60	374.69	23,980.08	7,527.95
8	0	37,941.47	-345.34	37,596.13	-374.69	37,221.44	-1,861.07	35,360.37	-10,608.11	374.69	25,126.95	6,684.73
9	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	5,923.59
10	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	5,019.99
11	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	4,254.23
12	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	3,605.28
13	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	3,055.32
14	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	2,589.26
15	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	2,194.29
16	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	1,859.56
17	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	1,575.90
18	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	1,335.51
19	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	1,131.79
20	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	959.14
21	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	812.83
22	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	688.84
23	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	583.76
24	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	494.71
25	0	39,666.08	-345.34	39,320.74	-374.69	38,946.05	-1,947.30	36,998.75	-11,099.62	374.69	26,273.82	419.25
Total	0	929,566.08	-8,633.50	920,932.58	-9,367.35	911,565.23	-45,578.26	865,986.97	-259,796.09	9,367.35		101,377.76

### 4.5.3 Elaboración de planos

En esta etapa se desarrolla el detalle de los trabajos a realizar con el programa autocad Deta.

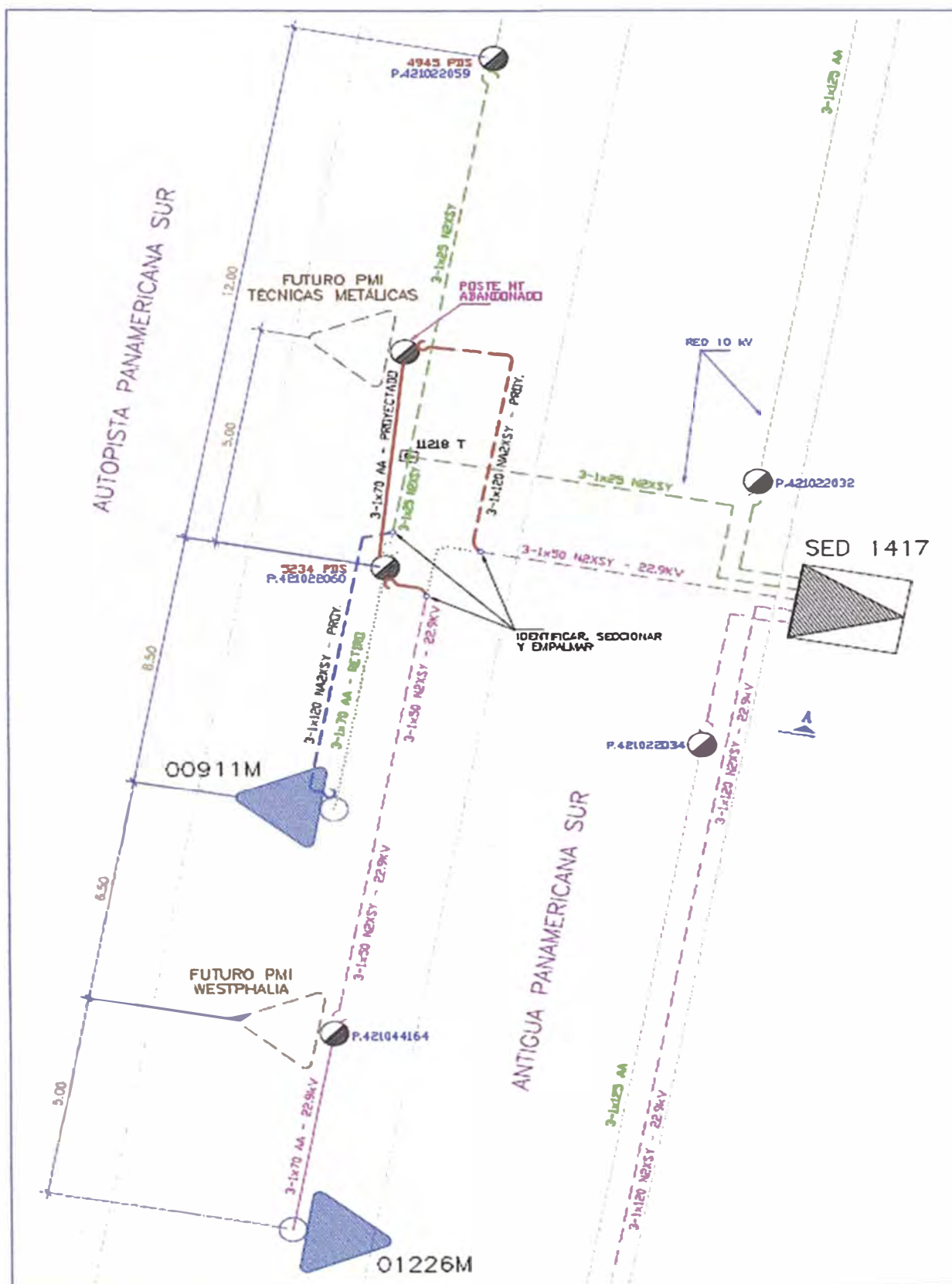


Fig. 4.7: Plano del proyecto con el detalle de los trabajos a realizar

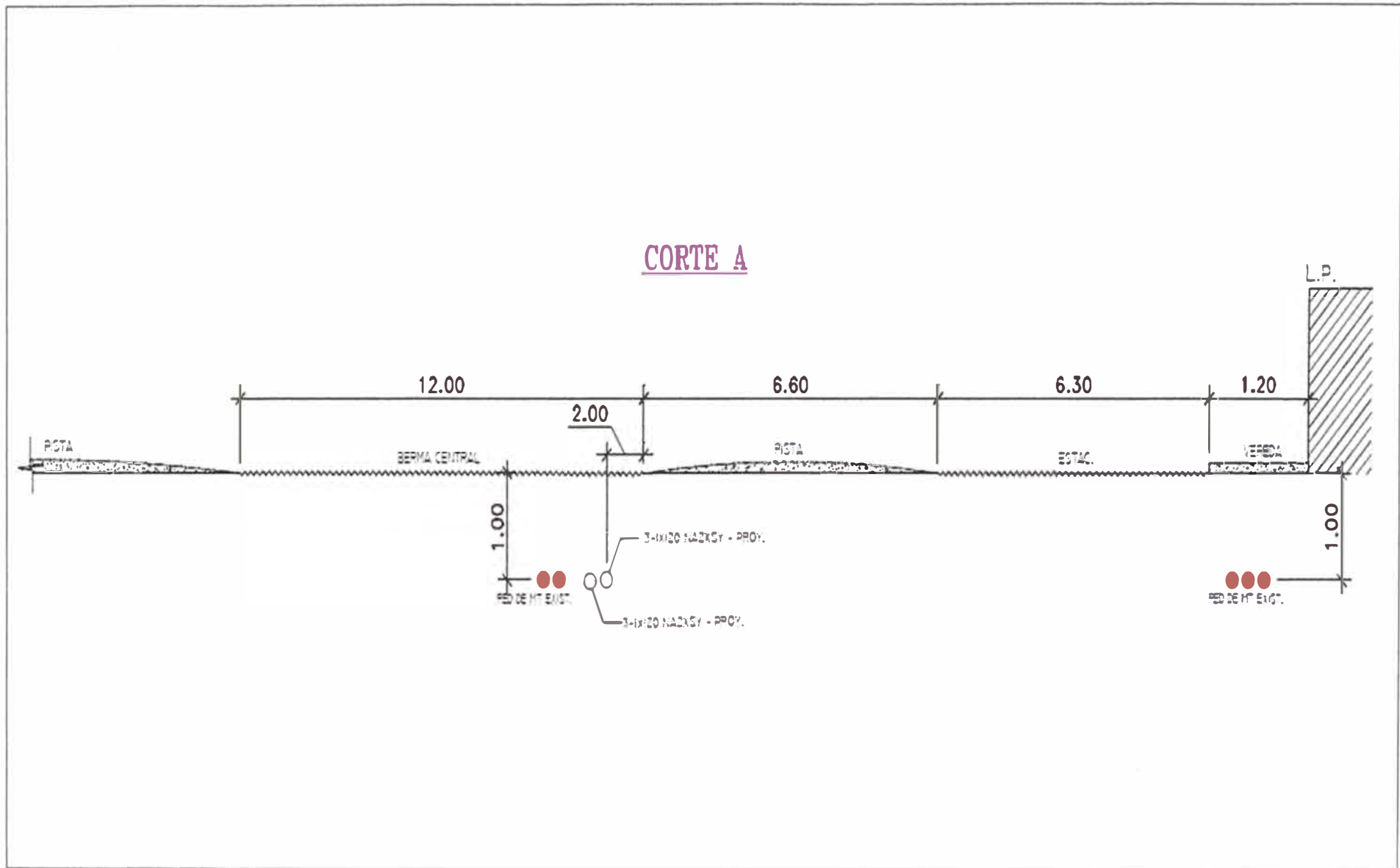
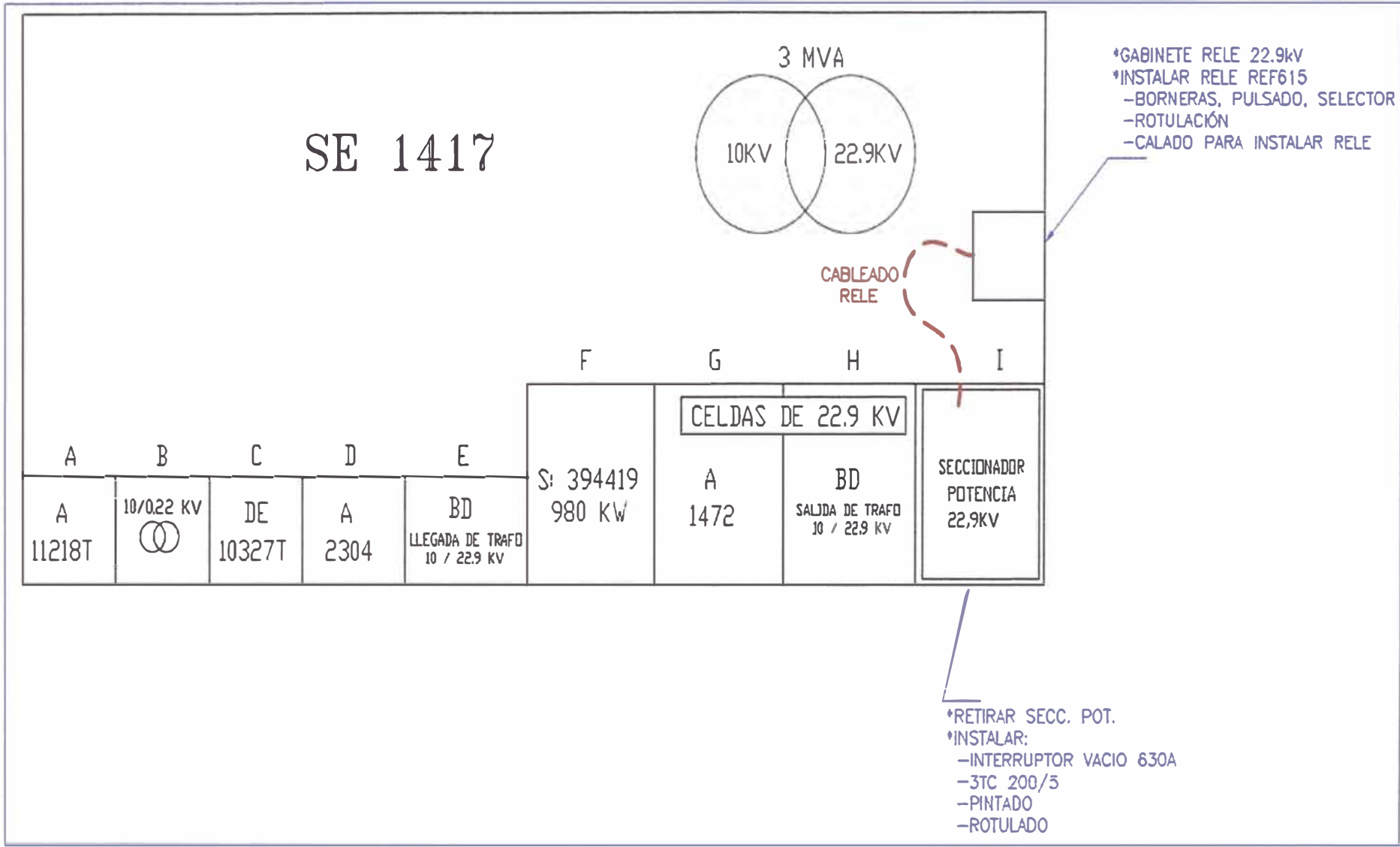


Fig. 4.8: Corte de vía A con el detalle de nuevo cable subterráneo a instalar



**Fig. 4.9:** Detalle de los trabajos a realizar en la subestación 1417

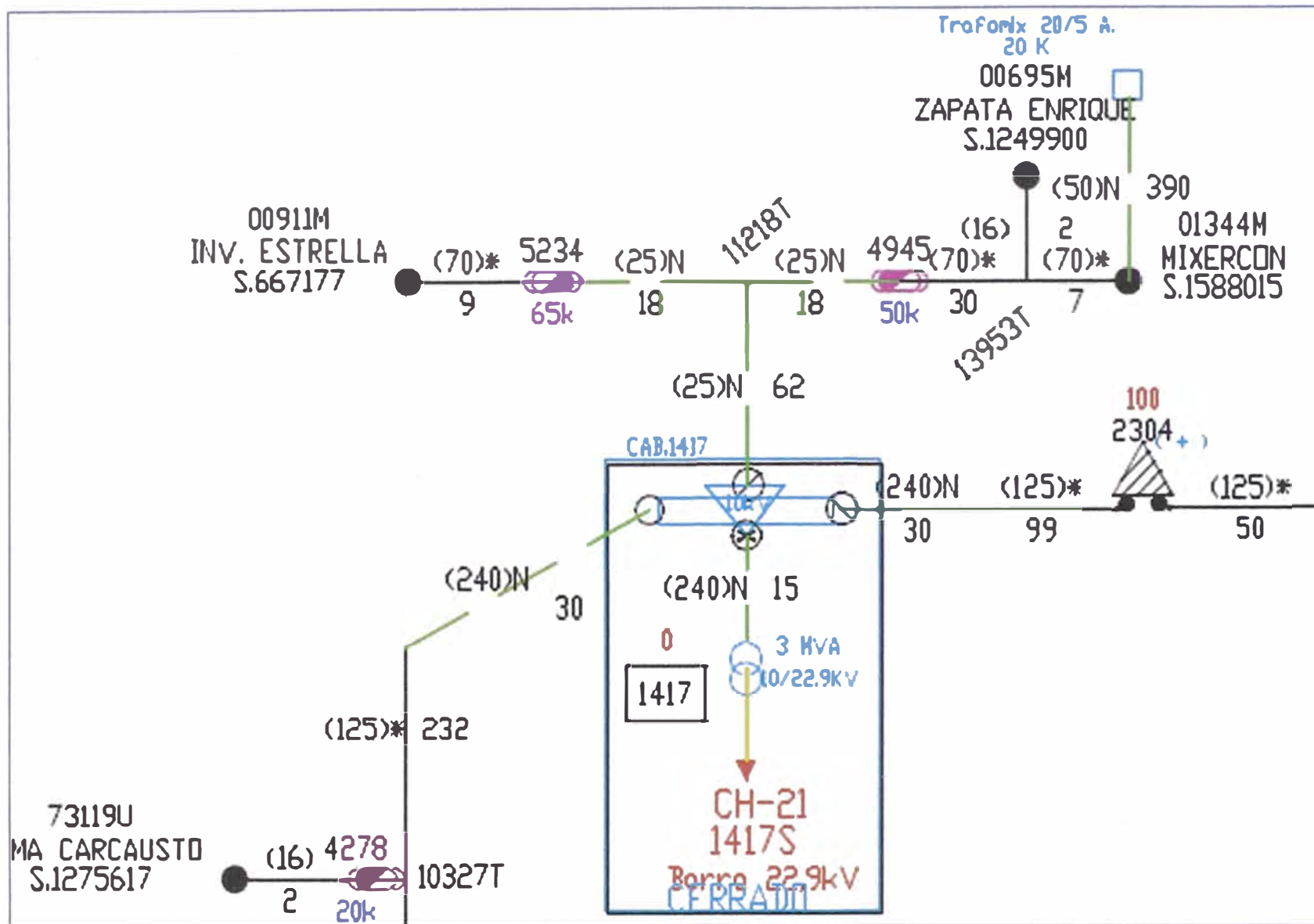


Fig. 4.10: Esquema unifilar de SJ-01 antes de los trabajos en el PMI 911.

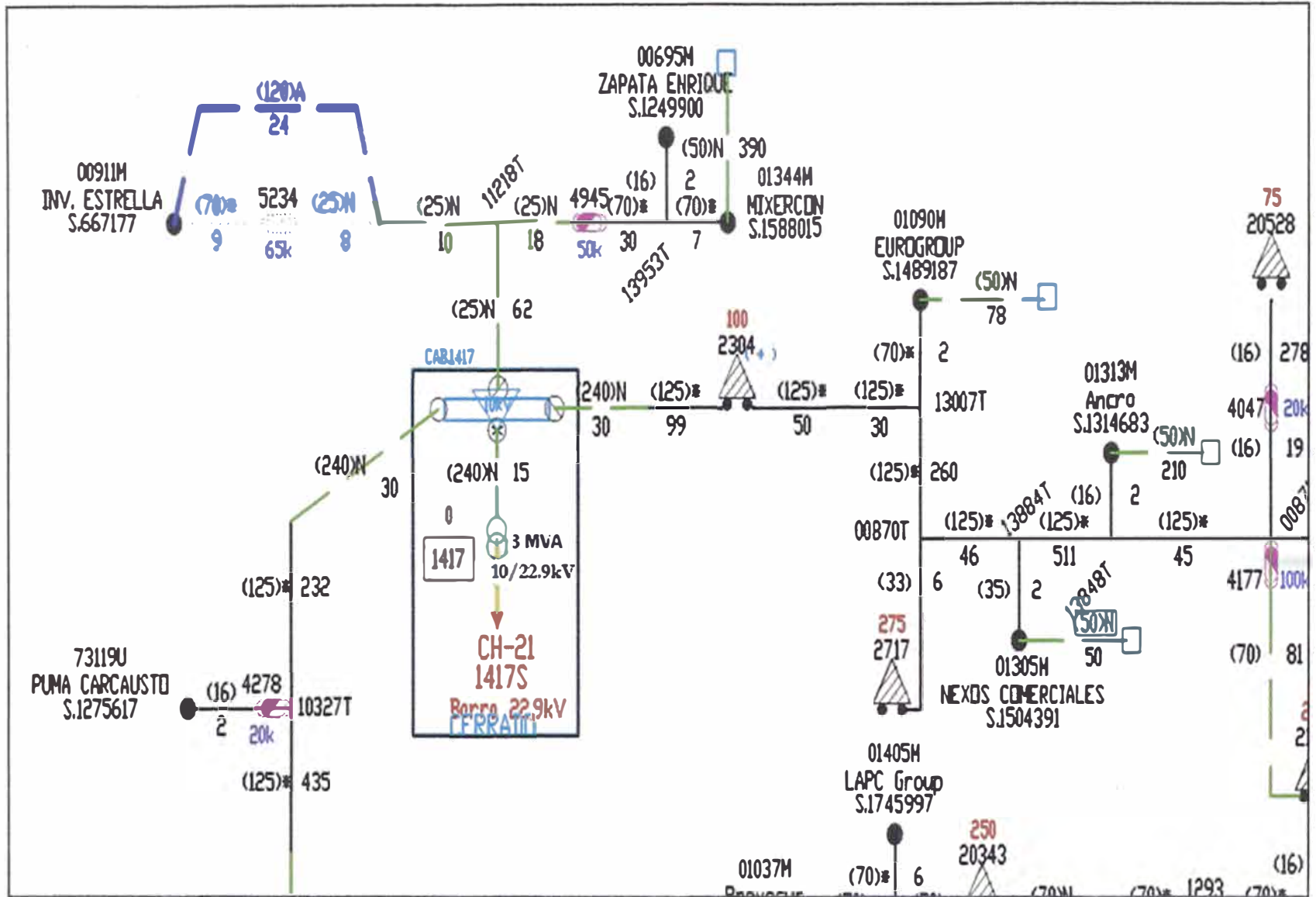


Fig. 4.11: Esquema unifilar de SJ-01 con detalle de trabajos a realizar en PMI 911

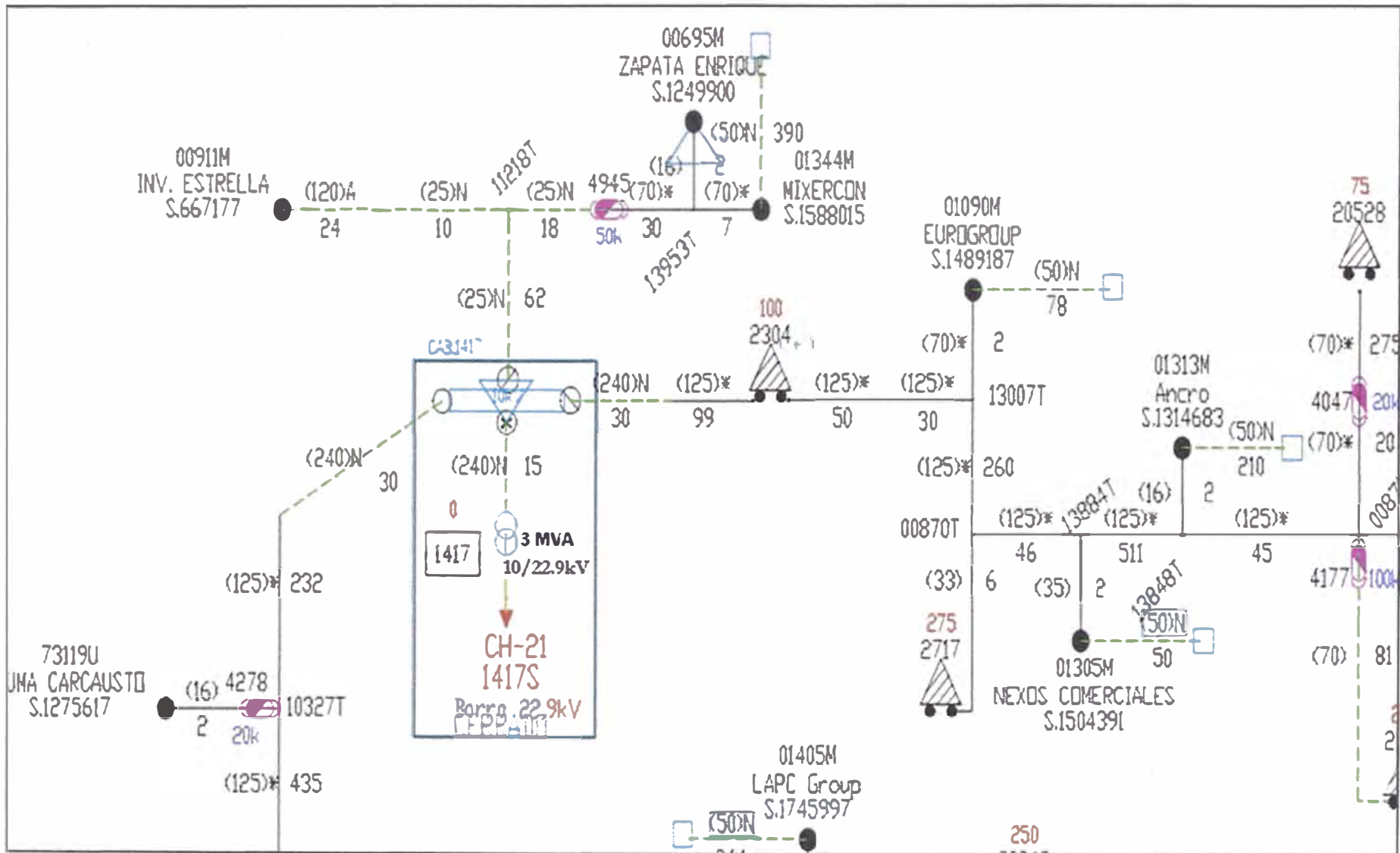


Fig. 4.12: Esquema Unifilar SJ-01 después de los trabajos en el PMI 911.

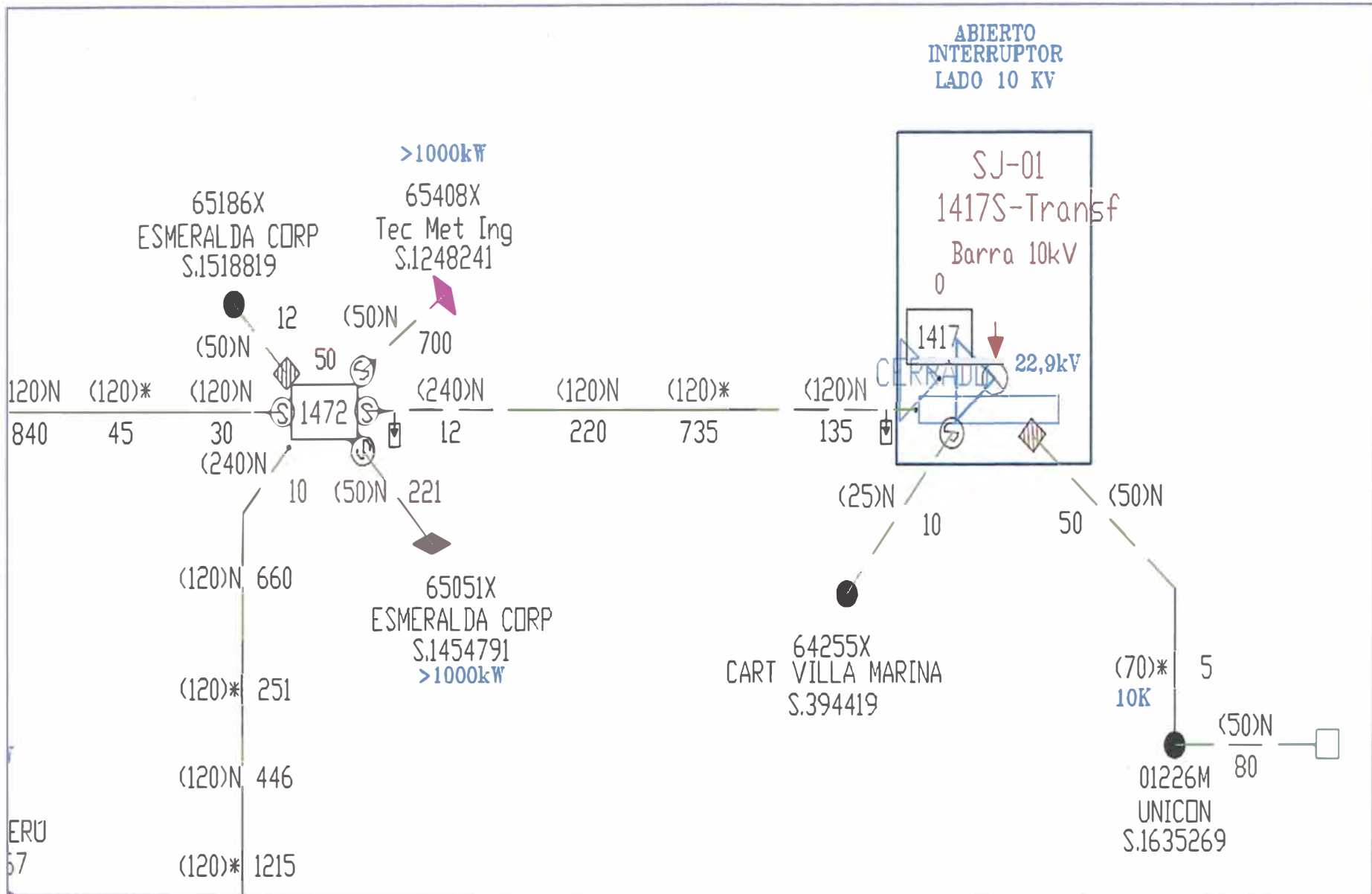
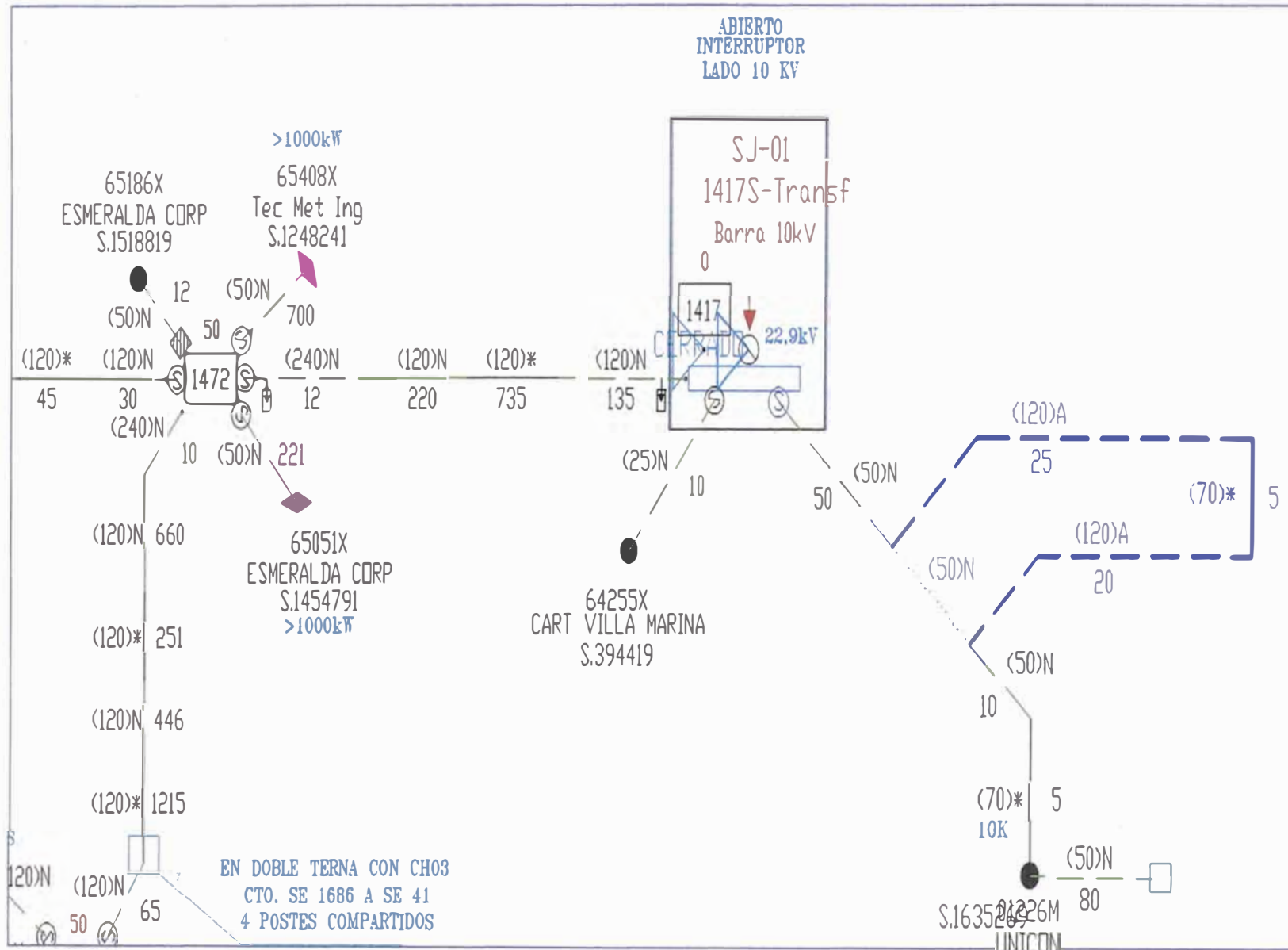


Fig. 4.13: Esquema unifilar de CH-21 antes de los trabajos en SE 1417





**Fig. 4.14:** Detalle de los trabajos a realizar en el CH-21.

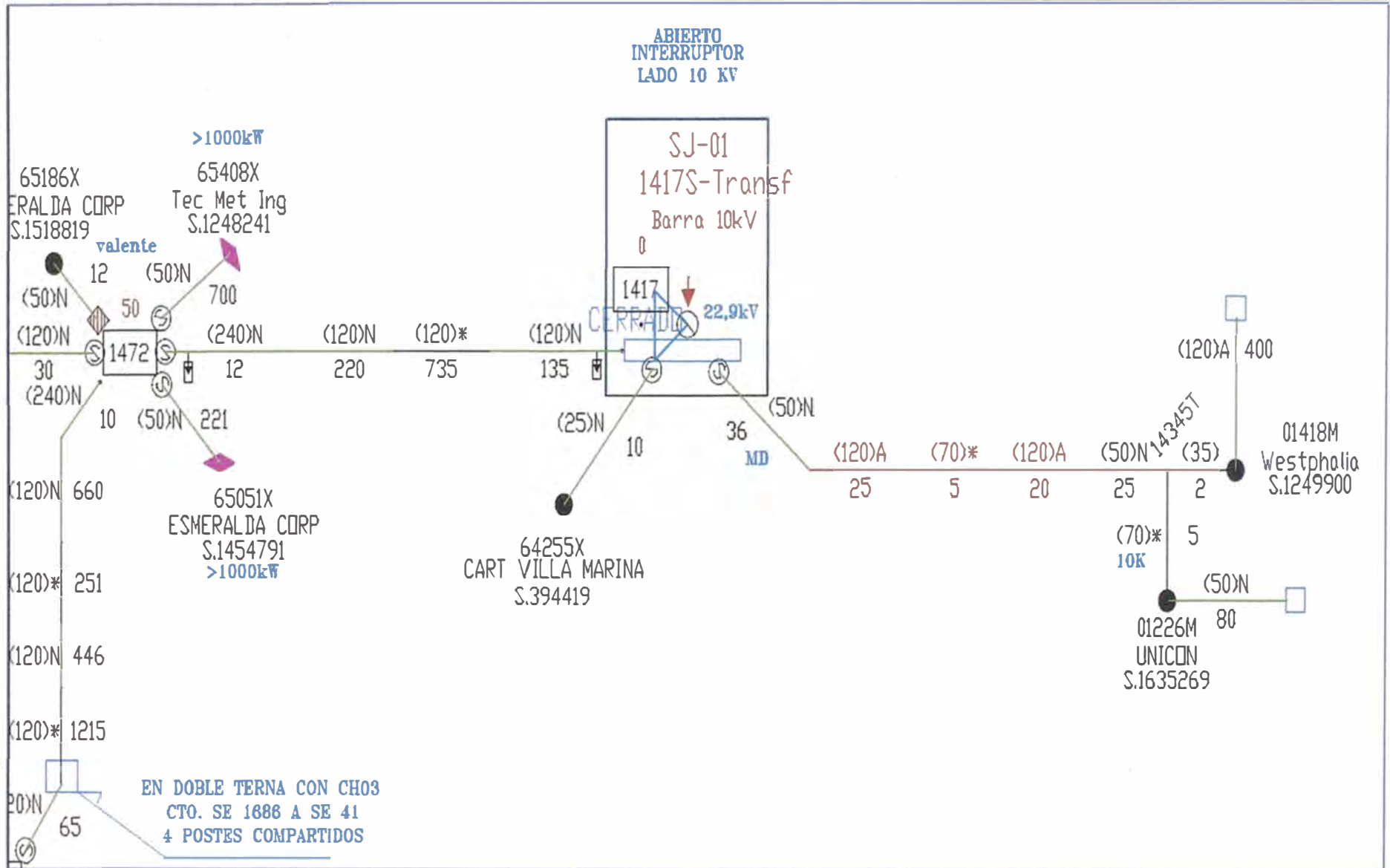


Fig. 4.15: Esquema unifilar CH-21 después de la reforma

#### 4.5.4 Programación de actividades (cronograma de trabajo)

Como se puede ver en los planos del proyecto, las tareas se pueden dividir por zonas de trabajo, dentro de la subestación 1417 y fuera de ella:

- Dentro de la SE 1417 (4h): Retiro del seccionador de potencia, instalación del interruptor, transformadores de corriente y relé.
- Fuera de la SE 1417 (8h): Teniendo el circuito sin tensión por los trabajos en la SE 1417, se procede a la identificación y seccionamiento de cable 3-1x50 mm<sup>2</sup> N2XSY, instalación de red aérea para el enlace desde el PMI 1226 a el PMI para Westphalia (fig. 4.17) y red subterránea con cable 3-1x120mm<sup>2</sup> NA2XSY, que se empalmará con el cable de cobre existente.



**Fig. 4.17:** Foto: Estado del PMI antes de los trabajos.

Se adecúa el nuevo PMI para Westphalia, se coloca un murete para el medidor y se procede al montaje del trafomix y el equipamiento de dicho poste.

Se retira el conductor aéreo que enlaza al PMI 911 con la red del SJ-01, luego se procede a soterrar dicho enlace con cable 3-1x120mm<sup>2</sup> NA2XSY, empalmándolo con el cable existente de 3-1x25mm<sup>2</sup> N2XSY, liberando de esta forma al poste con el que se enlazaba para que éste forme parte de la red 22,9kV y sea utilizado para derivar al poste abandonado que servirá para un futuro cliente.

#### 4.6 Ejecución de obra

Teniendo definidas las actividades a realizar, se dispone la programación de la ejecución de los trabajos. El cronograma de obras de suministro es el siguiente:

- Fecha de atención máxima: Diciembre 2014
- Fecha de atención prevista por el usuario: Mayo 2014
- Avance del sistema de utilización del usuario: 90%, después de la última inspección realizada se estima que culminarán los trabajos en una semana.
- Avance de la reforma: se puede realizar en un día de trabajo, que coincidirá con la fecha de puesta en servicio

TABLA N° 4.10 Seguimiento de obras

CRONOGRAMA DE OBRAS DE SUMINISTRO 2014																						
CLIENTES CON INVERSION								Enero		Febrero		Marzo		Abril		Mayo		Junio		Julio		ESTADO SISTEMA UTILIZACIÓN
ITEM	CLIENTE	DISTRITO	POTENCIA FINAL	FECHA VENCIMIENTO	FECHA CRONOGRAMA	ESTADO CONEXIÓN	ESTADO REFORMA	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	Q13	Q14	
1	TELEFÓNICA	LURIN	1,500	12-may-2014	31-mar-2014	PENDIENTE	EN OBRA	X													PD	
2	PETRAMAS	SAN ANTONIO	5,000	12-feb-2014	15-mar-2014	PENDIENTE	EN OBRA															RV
3	ALM. LIMA SUR	CHORRILLOS	1,000	15-feb-2014		PENDIENTE	PENDIENTE		X													RV
4	CORPORACION TURISTICA PERUANA	MIRAFLORES	1,800	14-oct-2014	31-may-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															RV
5	TECNOLOGIA DE MATERIALES	CHILCA	2,000	26-sep-2013		PENDIENTE	PENDIENTE		X													RV
6	HOSPITAL DE EMERGENCIAS SUR	VILLA EL SALVADOR	1,200	16-abr-2014	31-mar-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															CT
7	TECNICAS METALICAS	VILLA EL SALVADOR	1,200	25-abr-2014	31-ene-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															PD
8	WESTPHALIA ALIMENTOS	VILLA EL SALVADOR	989.5	18-dic-2014	31-ene-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															IO
9	TUMI CONTRATISTAS MINEROS	LURIN	1,000	07-may-2014	30-abr-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															CT
10	BANCO DE CRÉDITO DEL PERÚ	SAN ISIDRO	1,100	02-nov-2013		PENDIENTE	ATENDIDO															RV
11	REAL PLAZA GUARDIA CIVIL	CHORRILLOS	1,867	18-mar-2014	28-feb-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															IO
12	AJEPER S.A.	LURIGANCHO	9,000	12-ago-2014	10-jun-2014	PENDIENTE	PENDIENTE															PD
13	CAYETANO INC	SURCO	2,410	25-jul-2014	28-feb-2014	PENDIENTE	PENDIENTE		X													IO
14	ILENDER PERU	ATE	2,133	28-may-2014		PENDIENTE	PENDIENTE									X						RV
15	ALGHIERI INMOBILIARIA	SAN ISIDRO	2,500	05-may-2014	31-jul-2014	PENDIENTE	PENDIENTE								X							CT
16	LOS MOLINOS DEL MARQUÉS	LURIN	1,300	12-nov-2013	28-Feb-14	PENDIENTE	EN OBRA															IO
17	AJEPER S.A.	LURIGANCHO	4,200	12-nov-2013	15-mar-2014	PENDIENTE	EN OBRA															CO
18	TEJIDOS JORGITO S.R.L	ATE	1,000	02-nov-2013		PENDIENTE	ATENDIDO															CO
19	SRES HNOS CLAUSEN	VILLA EL SALVADOR	1,200	04-ene-2013		PENDIENTE	PENDIENTE															RV
20	MINCETUR	SAN ISIDRO	1,220	24-feb-2012		PENDIENTE	PENDIENTE															IO
21	REAL PLAZA SANTA CLARA	ATE	2,500	08-abr-2012		PENDIENTE	ATENDIDO															CT
22	MINISTERIO DE EDUCACION	SAN BORJA	2,000	14-jun-2012		PENDIENTE	ATENDIDO															CT

#### 4.6.1 Determinación de la fecha de puesta en servicio

A la fecha se tenían 22 proyectos en curso, de los cuales cuatro estaban en obra, cuatro se encontraban terminados y el resto en proyecto, donde se encontraba el caso de estudio analizado.

Se tiene como fecha límite de atención el 18/12/2014, sin embargo es factible atenderlo para la fecha solicitada ya que se tienen los recursos disponibles y el usuario empezaría a consumir energía.

Finalmente se definió como fecha de puesta en servicio el lunes 31/03/2014.

La tabla 4.10 (página anterior) muestra el seguimiento de obras.

#### 4.6.2 Envío de previstos municipales

Se envió una carta a la municipalidad de Villa el Salvador informando que los trabajos serán realizados en la segunda quincena de marzo, indicando sus alcances y acotando el compromiso de efectuar en forma adecuada y oportuna la reparación de las vías públicas afectadas por el desarrollo de esta obra.

#### 4.6.3 Ejecución del proyecto

Antes de realizar los trabajos el supervisor de la obra brindó la charla de 5 minutos, en la cual explicó el trabajo a realizar, identificó los peligros y riesgos asociados a la labor, así como también la asignación de tareas a cada cuadrilla (Ver Tabla 4.11).

**TABLA N° 4.11** Identificación de peligros y riesgos asociados a la labor

N°	Peligro	Riesgo	persona	Tarea	Entorno	Medidas de Control
1	Barras energizadas	Electrocución		X		Señalizar celdas energizadas
2	Desorden	Golpes y caídas	X			Ordenar materiales y equipos
3	Delincuencia en la zona	Robo de equipos			X	Cuidado de equipos y herramientas
4	Desconocimiento	Accidente por falta de instrucción en la labor	X			Se emplea personal idóneo para la tarea
5	Equipos en mal estado	Accidente por uso de equipos en mal estado		X		Revisión de equipos y herramientas antes de ejecutar la labor
6	Equipos pesados	Daños ergonómicos		X		Cargar y distribuir el peso del equipo con la cantidad de personas adecuadas.

Se definieron dos cuadrillas de trabajo, cada una de ellas con un capataz. Una cuadrilla trabajó en el PMI del usuario y se encargó de realizar su conexión. La otra cuadrilla trabajó en la subestación 1417, específicamente en la celda de salida hacia el

PMI de Westphalia y se encargó de cambiar la protección existente (seccionador de potencia y fusibles) por una con interruptor y relé.

Para que ambas cuadrillas realicen su labor, previamente se debe desenergizar el circuito desde la celda de la subestación 1417 hacia el PMI de Westphalia. Esta labor la realizaron los operadores del sistema de distribución del concesionario cumpliendo con las cinco reglas de oro de seguridad eléctrica [3]:

- Cortar todas las fuentes en tensión (abrir el seccionador de potencia y de barra).
- Bloquear los aparatos de corte (colocar protector de celda para evitar el contacto con las partes energizadas).
- Verificar la ausencia de tensión (utilizar pértiga para verificar la ausencia de tensión).
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión (aterrar todas las partes conductoras).
- Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

Asimismo, para trabajar en la celda, donde se reemplazará el seccionador por un interruptor, se colocó un protector para evitar contacto directo con las barras energizadas.



**Fig. 4.17:** Protector de barra colocado en celda

31/03/14 (SST 1275282)

Cuadrilla N° 1

- Desconexión de las pletinas de cobre y sujeciones del seccionador (figura 4.18).
- Retiro del seccionador.
- Instalación del soporte del interruptor, transformadores de corriente y cableado de

control.

- Se realiza el picado de suelo para el paso de cables de control en tubo corrugado flexible.
- Montaje del interruptor, dimensionamiento y sujeción de las nuevas pletinas mediante pernos (figura 4.19).
- Se realiza el calado de la puerta de la celda y acondicionamiento para manipular el interruptor desde el exterior.
- Instalación de relé electrónico en su respectivo gabinete.
- Se realizan dos rotulaciones, en la puerta de la celda de interruptor y en el gabinete del relé asociado (fig 4.20).



**Fig. 4.18:** Desconexión de las pletinas de cobre y sujeciones del seccionador



**Fig. 4.19:** Montaje del interruptor y dimensionamiento de las nuevas pletinas



**Fig. 4.20: Rotulado de celda**

#### Cuadrilla N°2

- Remoción de escombros y adecuación de la zona para realizar los trabajos de adecuación de cables subterráneos (figura 4.21).
- Apertura de zanja, identificación y seccionamiento de cable 3-1x50 mm<sup>2</sup> N2XSY, tendido de red subterránea con cable 3-1x120mm<sup>2</sup> y ejecución de empalme derecho unipolar con los extremos del cable seccionado (figura 4.22).
- Armado y adecuación de nuevo PMI 1418 Westphalia
- Sondeo para ubicar cable de cliente.
- Ejecución de terminales MT.
- Ejecución de murete y adecuación de caja 3b (seguro soldado)
- Armado y montaje de trafomix (figura 4.23).
- En el poste N°421022050 se retiró la subida antigua y se efectuó la subida nueva con cable 3-1x120 NA2XSY y empalme derecho. Se añadió a la red un poste abandonado, se rompió la plataforma que tenía, se adecuó el armado y se colocó la subida con un cable 3-1x120 NA2XSY y el enlace aéreo que servirá para la conexión de un futuro usuario (fig. 4.24).
- En el poste PMI 911 se retiró el cable aéreo. Se realizó la nueva alimentación subterránea, la ejecución de empalmes MT y el empalme derecho unipolar (fig. 4.25).
- Limpieza de la zona de trabajo.

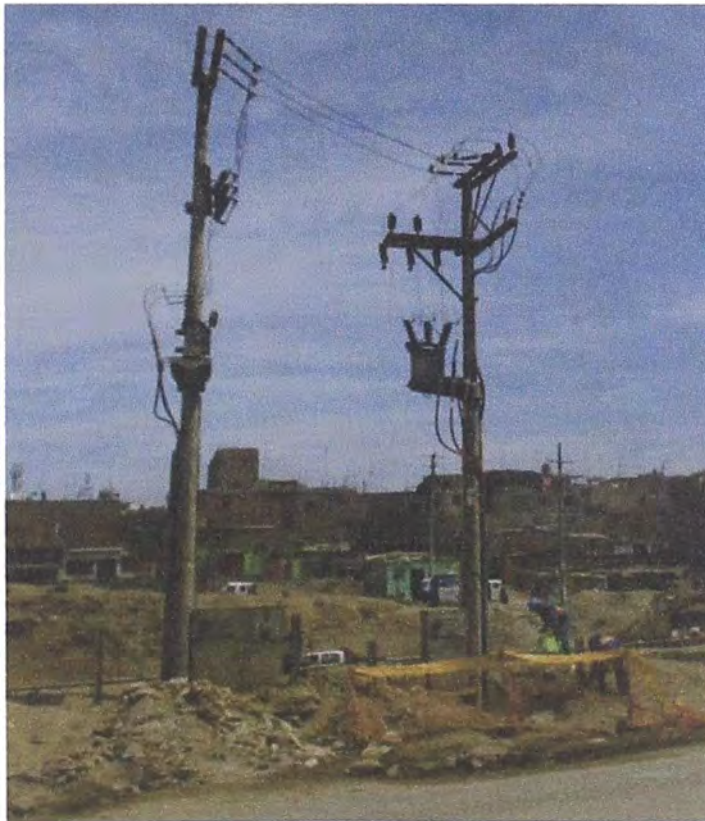


**Fig. 4.21: Remoción de escombros de la zona de trabajo**

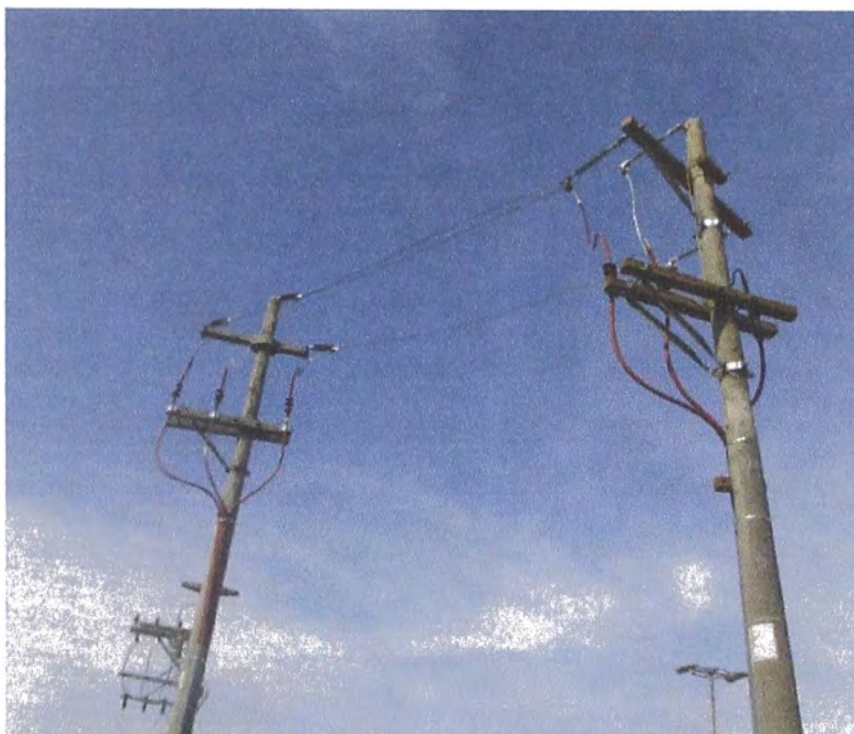




**Fig. 4.22:** Empalme entre cables 50mm<sup>2</sup> N2SXY y 120mm<sup>2</sup> NA2XSY



**Fig. 4.23:** PMI con la conexión lista para energizar (*Personal contratista se encuentra cerrando la zanja para posteriormente retirar la señalización de la zona de trabajo*).



**Fig. 4.24:** Izquierda: poste 421022050; Derecha: se incorpora a la red poste abandonado para futura conexión



**Fig. 4.25:** PMI 911 con nuevo enlace subterráneo

#### 4.6.4 Entrega de la obra

Se detalla en el cuaderno de obras los trabajos realizados. Asimismo, el usuario

puede solicitar un documento de conformidad de sus obras cuando su sistema de utilización entre en servicio.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. En el presente trabajo se ha logrado establecer una metodología para el desarrollo de proyectos de suministro eléctrico en media tensión a usuarios regulados. Esta metodología fue concebida para su aplicación por el concesionario de distribución, sin embargo puede ser útil para proyectos similares.
2. Se ilustró paso a paso el desarrollo de la metodología mediante un caso de estudio real (Capítulo IV), lográndose el cumplimiento de los entregables en cada etapa dentro de los plazos de atención regulados.
3. Se ha mostrado que la fijación del punto de diseño por el concesionario no solo depende de la parte técnica, sino también del análisis de la inversión asociada.

### Recomendaciones

1. Es necesario que, previo a la elaboración del proyecto, el concesionario inspeccione nuevamente la zona aledaña al punto de diseño fijado, para identificar cualquier variación a fin de replantear lo establecido en la etapa de planificación.
2. Para tener un control sobre los proyectos que entrarán en ejecución, el concesionario deberá supervisar permanentemente el avance de las obras del sistema de utilización de los usuarios.
3. Si para la ejecución de la obra se requiere dejar sin energía al circuito de trabajo, se debe identificar si algunos usuarios se verán afectados por el corte y además se debe verificar si los trabajos se pueden realizar en caliente sin afectar a nadie o mediante traslados de carga para minimizar la cantidad de clientes afectados. De esta forma se reduce el monto por compensación imputable al concesionario y se cumple con la NTCSE en lo referente a calidad de suministro.

## **ANEXOS**

**ANEXO A**  
**METRADO DE MATERIALES DE LA CONEXIÓN**

TABLA N° A.1 Metrado de materiales de la conexión

Descripción	Cantidad
TORNILLO AUTOROSCANTE DE ACERO TROPICALIZADO CABEZA ESPECIAL ANTI - ROBO 11/32" / NUMERO 10 X 3/4"	4
CONDUCTOR CABLEADO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 35 MM2	25
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V.UNIP.ROJO 1X 4 MM2	12
CONECTOR TERMINAL A COMPRESION BIMETALICO P.CABLE DE ALUMINIO 70MM2, SIMPLE FIJACION	3
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M X 0,15MM 600V COLOR NEGRO USO EN INTERIORES	1
MENSULA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 5" X 7 PIES CON TRATAMIENTO CCB	1
RIEL DE ACERO	2
CURVA PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 90 1" DIAM.	4
ELECTRODO P.PUESTA A TIERRA TP.COPPERWELD 9/16" X 2400MM	2
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V.UNIP.VERDE 1X 4 MM2	24
OJAL ROSCADO AC.GALV.,DE 5/8PULG.D. X80MML. P.L.A.	3
PERNO HO.GALV.CAB.EXAG.1/2X1.1/2P.C/TUERCA*SID-127	18
BORNES P.PRUEBA MEDIDORES DE DISTRIBUCION C/EQU.	2
SAL GRANO INDUSTRIAL PARA POZOS DE TIERRA CLORURO DE SODIO	300
MEDIDOR ELECTRONICO MULTIFUNCION TRIFASICO 2,5(20)A 57-480V 4H 3S CL.0,2 60HZ AFERIDO C.PRECINTOS	1
PERNO HO.GALV.CAB.EXAG. 1/2" X 6" C/TUERCA	4
DIAGONAL ACERO GALV. 45MM X 45MM X 1,07M X 4MM	1
CONECTOR BIMETALICO DE DERIVACION A COMPRESION TIPO H P.CONDUCTOR 70 / 16-35MM2 P.RED AEREA	3
FUSIBLE DE EXPULSION TIPO K - ANSI CABEZA REMOVIBLE 65A 36KV P.SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR	3
BENTONITA SÓDICA P/POZOS DE TIERRA	96
TUBO PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 1" DIAM.	6
TRANSFORMADOR MEDIDA COMBINADO 22.9KV. 75A. EXT.	1
CANDADO DE BRONCE TP.SERIADO 50MM LONG. C.ROTULADO P.MAXIMETRO	1
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V.UNIP.NEGRO 1X 4 MM2	12
BOVEDA CONCRETO C.TAPA P.ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA	2
CONECTOR TERMINAL A COMPRESION DE COBRE P.CABLE 35MM2, SIMPLE FIJACION	1
GRAPA (HEBILLA) AC. INOX. P.FLEJE 19MM. ANCHO	8
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V.UNIP.AMARI. 1X 4 MM2	12
PLATAFORMA SOPORTE C.A.V. 1100MM/ 750KG / 320MMP.TRANSFORMADOR	1
AISLADOR SUSP.POLIMERICO P.REDES DISTRIB. DE 22,9KV.	4
PLANCHA DE COBRE P.LINEA A TIERRA C.AGUJERO 20MM DIAM.	7
ABRAZADERA DE ACERO GALV. 230 - 267MM DIAM. P.SOPORTE DEL BRAZO DE APOYO	1
CRUCETA SIMETRICA DE MADERA TP.TORNILLO 4" X 4" X 1,3 PIES CON TRATAMIENTO CCB	1
ABRAZADERA DE ACERO GALV. P.CABLE 25MM2 C.ARCO CENTRAL 36MM DIAM. EN PLATINA DE ACERO 90X130X6,35MM	4
CAJA METALICA PORTAMEDIDOR TRIFASICA TP. 3B 505 X 410 X 262MM	1
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M X 0,15MM 600V COLOR ROJO USO EN INTERIORES	1
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 55 X 4,5MM C.AGUJERO 17,5MM DIAM	12
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M X 0,15MM 600V COLOR VERDE USO EN INTERIORES	1
FLEJE AC. INOX. ANCHO 19MM.	12
CRUCETA DE C.A.Z/2.0/500 -245MMD. MONTAJE A POSTE.	1
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 550MML. L.AEREAS	5
ARANDELA CUADRADA PLANA DE ACERO GALV. 60 X 4,5MM C.AGUJERO 21MM DIAM	1
ARANDELA PLANA AC.GALV. PERNO 1/2"	44
CONDUCTOR SOLIDO TW 750V.UNIP.AZUL 1X 4 MM2	24
TIRAFONDO HO.GALV. 3/8" X 2.1/2"	4
CINTA AISLANTE TERMOPLASTICA DE PVC DE 19MM X 20M X 0,15MM 600V COLOR BLANCO USO EN INTERIORES	1

TERM.EXT.C.SECO N2XSY 3-1X50 -120MM2 22,9 KV.TERMOC.	1
TIRAFONDO HO.GALV. 3/8" X 3"	12
SOPORTE MADERA CABLE UNIP.N2XSY SE.CONV. 100X700MM	2
CANALETA PROTECTORA DE ACERO GALV. 2M LONG.P.PROTEGER TUBO 2" O 3" DIAM. EN SUBIDA O BAJADA DE CABLE	1
PERNO HO.GALV.CAB.EXAG. 1/2" X 4" C/TUERCA	4
ESLABON DOBLE TP.8 GIRATORIO DE ACERO GALV. P.FIJAR CONDUCTORES A AISLADORES EN LINEAS AREAS M.T.	3
SEGURO METALICO P.CAJA LTM / 3B P.SISTEMA ANTI HURTO DEL MEDIDOR TRIFASICO ELSTER ALPHA PLUS	1
TUBO PVC TP. SAP P. INST. ELECT. 4" DIAM.	6
EMPALME DERECHO - DERIVACION SIMETRICO UNIPOLAR AUTOFUNDENTE P.CABLE SECO 35 / 6-35MM2 B.T.	3
GRAPA DE ANCLAJE TP.PISTOLA DE ALEACION DE ALUMINIO P.CONDUCTOR AAAC 70MM2	3
CONECTOR BR.P.ELECTRODO PUESTA A TIERRA *SID-ET-46	2
TABLERO MADERA.P.TRANSF.CORR./TENS. 40X600X900MM	1
TORNILLO AUTOROSCANTE DE ACERO GALV. C.CABEZA REDONDA 11/32" / NUMERO 10 X 1/2"	5
POSTE C.A.C. 13/400/180/375 P.L.A.B.T O MT	1
VARILLA ROSCADA AC.GALV. 16MMD. X 250MML. L.AEREAS	2
SECCIONADOR FUSIBLE UNIPOLAR 22,9KV 100A 8KA 150KB BIL EXTERIOR	3



**ANEXO B**  
**DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**

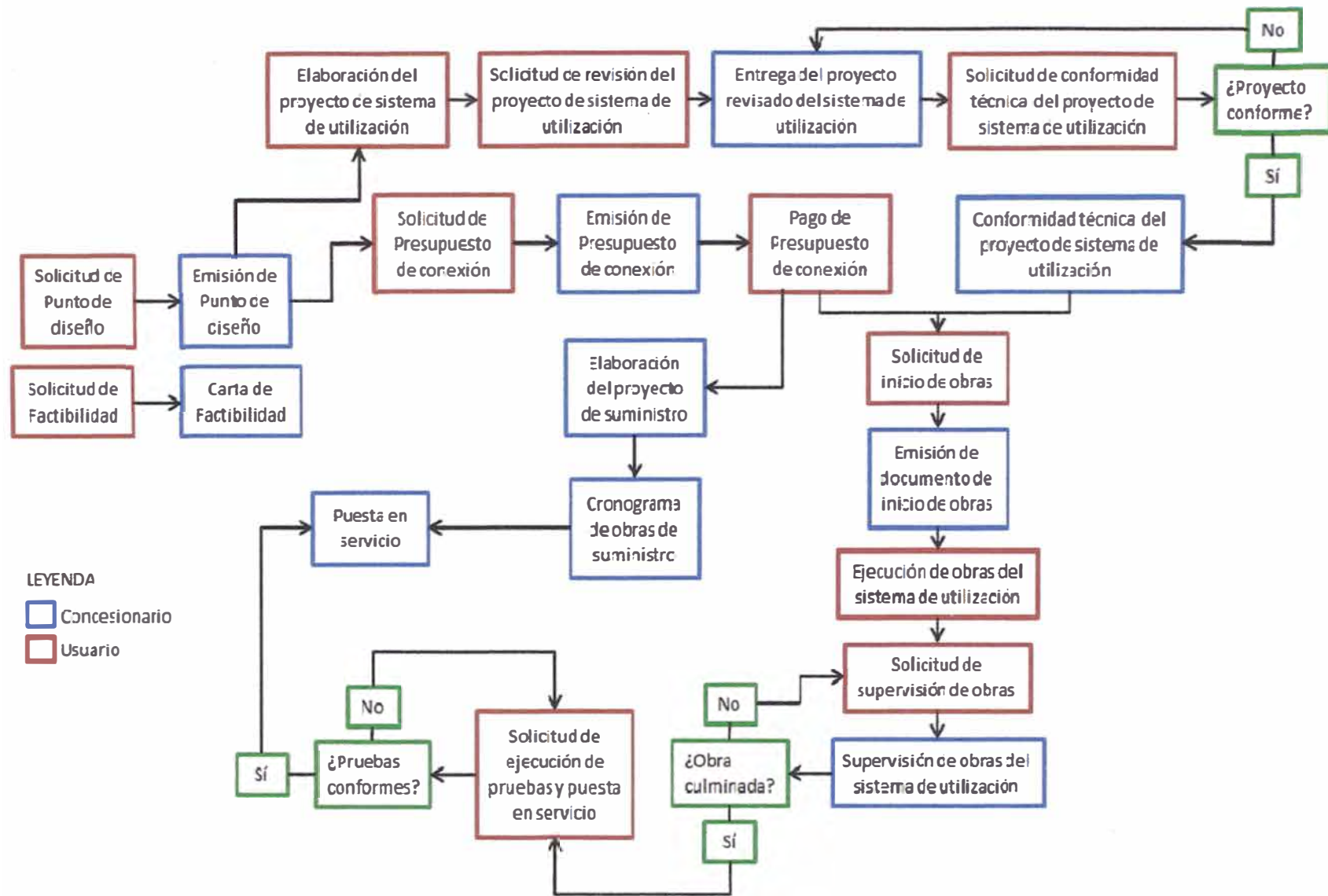


Fig. B.1: Diagrama de flujo del proceso de dotación de suministro regulado en media tensión

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Norma de procedimientos para la elaboración de proyectos y ejecución de obras en sistemas de utilización en media tensión en zonas de concesión de distribución, aprobada mediante R.D. N° 018-2002-EM/DGE, de fecha 26 de setiembre de 2002.
- [2] Código Nacional de Electricidad (Suministro 2011), aprobado mediante R.M. N° 214- 2011-MEM/DM, de fecha 29 de abril de 2011.
- [3] Reglamento de seguridad y salud en el trabajo con electricidad (RESESATE), aprobado mediante R.M. N° 111-2013-MEM/DM, de fecha 21 de marzo del 2013.
- [4] Norma técnica de calidad de los servicios eléctricos (NTCSE), aprobado mediante D.S. N° 020-97-EM, de fecha 9 de octubre de 1997, y sus modificaciones.
- [5] Ley de concesiones eléctricas, aprobada mediante D.L. 25844, de fecha 19 de noviembre de 1992.
- [6] Paúl Lira Briceño, "Evaluación de Proyectos de Inversión", Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2013.
- [7] Base metodológica para la aplicación de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), aprobada mediante Resolución Osinergmin N° 616-2008-OS-CD, de fecha 25 de setiembre de 2008, y su modificación.
- [8] Reglamento de la ley de concesiones eléctricas, aprobada mediante D.S. N° 009-93-EM, de fecha 25 de febrero de 1993, y sus modificaciones.