

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**GESTIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO:  
AMPLIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA LOS EJIDOS-  
PIURA, CON UN TRANSFORMADOR DE 58/22.9/10 KV -  
18/18/7 MVA ONAF BAJO EL ENFOQUE DEL PMBOK**

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

**PRESENTADO POR:  
VICTOR DANIEL CÁRDENAS REZÁBAL**

**PROMOCIÓN  
2009-II**

**LIMA-PERÚ  
2014**

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar a Dios por estar en todo momento a mi lado. A mi Sr. padre Víctor Cárdenas Napán, a mi madre Luz Rezábal Tapia, a mi pareja Evelin Gonza y a mis hermanos por sus sabios consejos, por su apoyo incondicional y por lo importante que son en mi vida.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRÓLOGO</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	3
1.1 Generalidades.....	3
1.2 Planteamiento del problema.....	4
1.3 Objetivo.....	4
<b>CAPÍTULO II: ESQUEMA DE LA AMPLIACIÓN Y ASPECTOS TÉCNICOS DE EQUIPOS</b> .....	5
2.1 Esquema de la ampliación. ....	5
2.2 Aspectos técnicos de equipos.....	7
2.2.1 Transformador de Potencia .....	7
2.2.2 Interruptor de potencia 60 kV .....	14
2.2.3 Seccionador de barra 60 kV .....	18
2.2.4 Transformador de tensión capacitivo 60 kV.....	20
2.2.5 Transformador de servicios auxiliares 22.9kv.....	21
2.2.6 Celdas de MT 22.9Kv .....	24
2.2.7 Cargador – rectificador .....	27
2.2.8 Tableros Eléctricos .....	30
2.2.9 Sistema de puesta a tierra.....	33
2.2.10 Sistema de pórticos y soportes para equipos de maniobra de 60kv .	34
2.3 Descripción del proceso de transformación .....	36
<b>CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO</b> .....	40
3.1 Marco teórico básico de subestaciones eléctricas.....	40
3.1.1 Clasificación de subestaciones eléctricas.....	41
3.1.2 Componentes de una subestación eléctrica .....	43
3.2 Aspectos principales del montaje electromecánico .....	45
3.2.1 Montaje de Transformador de potencia .....	46
3.2.2 Montaje de interruptor de potencia.....	51
3.3 Aspectos principales de las instalaciones eléctricas .....	58

3.3.1 Instalaciones de cables de control .....	58
3.4 Procedimientos para la administración de proyectos .....	65
3.4.1 Ciclo de vida de un proyecto .....	65
3.4.2 Enfoque de procesos de gerencia del pmbok.....	66
3.4.3 ¿Qué es un proceso? .....	66
3.4.4 Grupo de procesos de la gerencia de proyectos .....	66
3.4.5 Interacciones entre procesos .....	69
3.4.6 Áreas del conocimiento .....	69
<b>CAPÍTULO IV: GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>72</b>
4.1 Iniciación .....	72
4.1.1 Constitución del proyecto .....	72
4.1.2 Identificación de los involucrados.....	76
4.2 Planificación.....	76
4.2.1 Plan de gestión de alcance.....	76
4.2.2 Plan de gestión del tiempo .....	90
4.2.3 Plan de gestión del costo.....	100
4.2.4 Plan de gestión de calidad.....	109
4.2.5 Plan de gestión de recursos humanos .....	111
4.2.6 Plan de gestión de las comunicaciones .....	114
4.2.7 Plan de gestión de riesgos .....	116
4.2.8 Plan de gestión de las adquisiciones .....	118
4.3 Ejecución.....	120
4.3.1 Dirección del trabajo del proyecto .....	120
4.3.2 Dirección del equipo del proyecto. ....	120
4.3.3 Dirección de las comunicaciones del proyecto. ....	120
4.4 Control y monitoreo .....	120
4.5 Cierre del proyecto .....	121
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>122</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>124</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>125</b>

## **PRÓLOGO**

**El presente informe de suficiencia profesional corresponde a la gestión de la implementación del proyecto: “ampliación de la subestación eléctrica los Ejidos-Piura, con un transformador DE 58/22.9/10 KV - 18/18/7 MVA ONAF” bajo el enfoque del PMBOK.**

**El informe presenta y desarrolla las pautas a tener en cuenta en la elaboración de los costos directos e indirectos, los rendimientos de las actividades, los cronogramas del proyecto, los frentes de trabajo, los gastos en movilización, transporte y gastos generales, aspectos que siempre son tomados en cuenta en la ejecución de este tipo de proyectos bajo el enfoque del PMBOK**

**El Informe de suficiencia está organizado en cuatro capítulos principales que a continuación se detallan:**

- En el capítulo I se presenta el planteamiento del problema, se plantean los objetivos, se realiza la evaluación de la problemática y finalmente se establecen los alcances del trabajo.**
- El capítulo II aborda los aspectos técnicos y descriptivos de los componentes de la ampliación que debe ser gestionada para su implementación y puesta en marcha. Consta de dos secciones principales: La descripción de la planta y la descripción del proceso de producción. Es un resumen de la memoria descriptiva del proyecto.**
- En el capítulo III se exponen los aspectos más resaltantes de la subestación eléctrica y de la metodología para el montaje electromecánico, y las instalaciones**

eléctricas. Se contemplan tres conceptos básicos: Las subestaciones eléctricas, el montaje electromecánico, instalaciones eléctricas.

- En el capítulo IV se realiza la gestión del proyecto. Se organiza en: Planificación, Ejecución, Control y monitoreo, Cierre del proyecto.

Quiero dejar constancia de mis agradecimientos al Ing. Cristian Miranda de la empresa Delcrosa S.A., quien tuvo la amabilidad de facilitarme la información necesaria y complementaria referente al tema. Asimismo y de manera especial al Ing. Franco Gonzales, por asesorarme en el desarrollo del presente informe de suficiencia.

## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Generalidades**

La Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad Electronoroeste S.A. es la concesionaria de comercialización y distribución de energía eléctrica, responsable de operar y mantener los sistemas de sub-transmisión y distribución primaria y secundaria en los departamentos de Piura y Tumbes; y tiene entre sus principales metas la ampliación de su capacidad de oferta para atender el crecimiento de demanda de la población, mantener la calidad de servicio de energía eléctrica y la atención a nuevos clientes para incrementar la venta de energía.<sup>1</sup>

El crecimiento de la demanda agroindustrial y el ingreso de nuevas cargas en el sector inmobiliario de la zona del Medio Piura están causando la saturación de los alimentadores de dicho lugar; por lo que se requiere la instalación de un nuevo transformador de potencia y celdas de 22.9Kv.

El presente informe permite tener una idea clara de las actividades y recursos a definir y asignar en el proyecto de implementación de una ampliación para una S.E con un transformador de 58/22.9/10 KV - 18/18/7 MVA ONAF y en otros proyectos de sub estaciones similares a este.

Se dan las pautas a tener en cuenta en la elaboración de los costos directos e indirectos, los rendimientos de las actividades, los cronogramas del proyecto, los frentes de trabajo, los gastos en movilización, transporte y gastos generales que

---

<sup>1</sup> Perfil Electronoroeste S.A Página institucional, <http://www.distriluz.com.pe/enosa/>

siempre se deben tener en cuenta en la ejecución de este tipo de proyectos bajo el enfoque del PMBOK.

Dado que el proyecto aún se encuentra en ejecución, lo correspondiente a las fases “Dirección”, “Control y monitoreo” y “Cierre del proyecto”, solo han sido explicadas brevemente como deben ser desarrolladas. El informe describe ampliamente las fases de iniciación y de planificación.

### **1.2 Planteamiento del problema**

Incremento de la demanda de energía en el norte del Perú, lo que hace necesaria la ampliación de una subestación eléctricas, incrementando una bahía de transformación 58/22.9/10 KV - 18/18/7 MVA ONAF.

### **1.3 Objetivo**

Realizar la adecuada gestión de implementación del proyecto: ampliación de la subestación eléctrica Los Ejidos- Piura con un transformador 58/22.9/10kV – 18/18/7 MVA ONAF.

Este objetivo comprende gestionar la implementación de:

- La ampliación del patio de llaves de 60 kV en la sub estación de transmisión para la construcción de una bahía de transformación, en donde debe ser instalado un nuevo transformador 58/22.9/10 kV de 15-18/15-18/05-07 MVA ONAN-ONAF.
- La nueva sala de control para la instalación de las celdas de media tensión y los tableros de control, protección, medición y de comunicaciones..



## **CAPÍTULO II**

### **ESQUEMA DE LA AMPLIACIÓN Y ASPECTOS TÉCNICOS DE EQUIPOS**

#### **2.1 Esquema de la ampliación.**

La figura 2.1 muestra el esquema de la planta, que comprende la ampliación a realizarse. La nueva bahía consta de los siguientes componentes:

- Una barra AAAC de 240 mm<sup>2</sup> que conduce los 60 kV (60 Hz) desde la línea existente hacia el nuevo transformador.
- Tres TTC (Transformador de Tensión Capacitivo) para la reducción de los 60 kV y así posibilitar el control, monitoreo y protección respectivo.
- Un SB (Seccionador de barra) para el seccionamiento y mantenimiento de la barra AAAC.
- Un INT (Interruptor de potencia) el cual permite aislar la bahía de la S.E.
- Tres PR (Pararrayo) por línea (60 kV, 10 kV, 22.9 kV) que son colocados por protección de descargas eléctricas.
- El T1 (transformador de potencia.). Se encarga de transformar los 60 kv a 22.9 kV y a 10 kV.

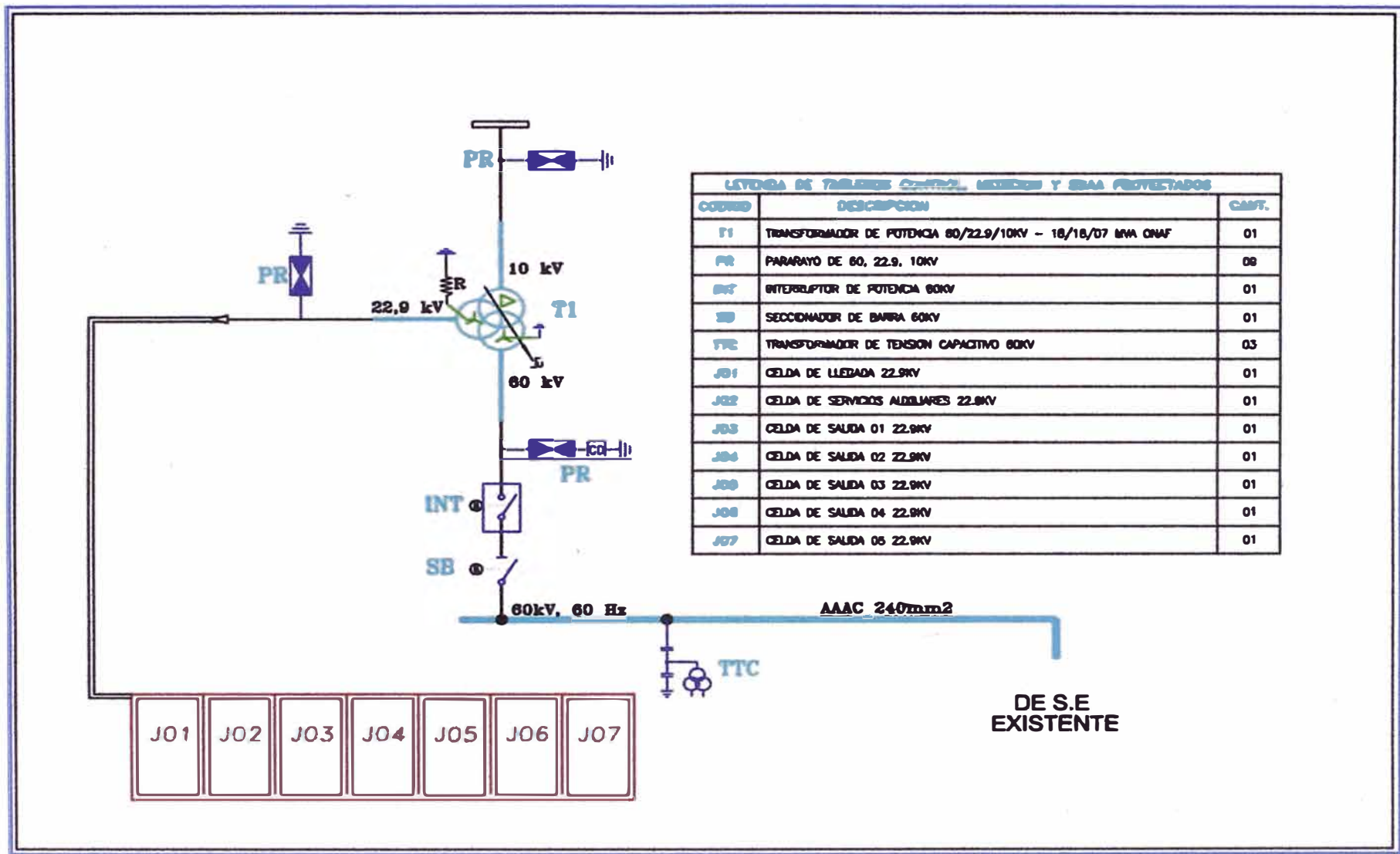


Figura 2.1 Esquema de Proceso de la Planta

Estos elementos de la bahía son complementados con las nuevas celdas (J01 a J07) para la distribución de la energía transformada.

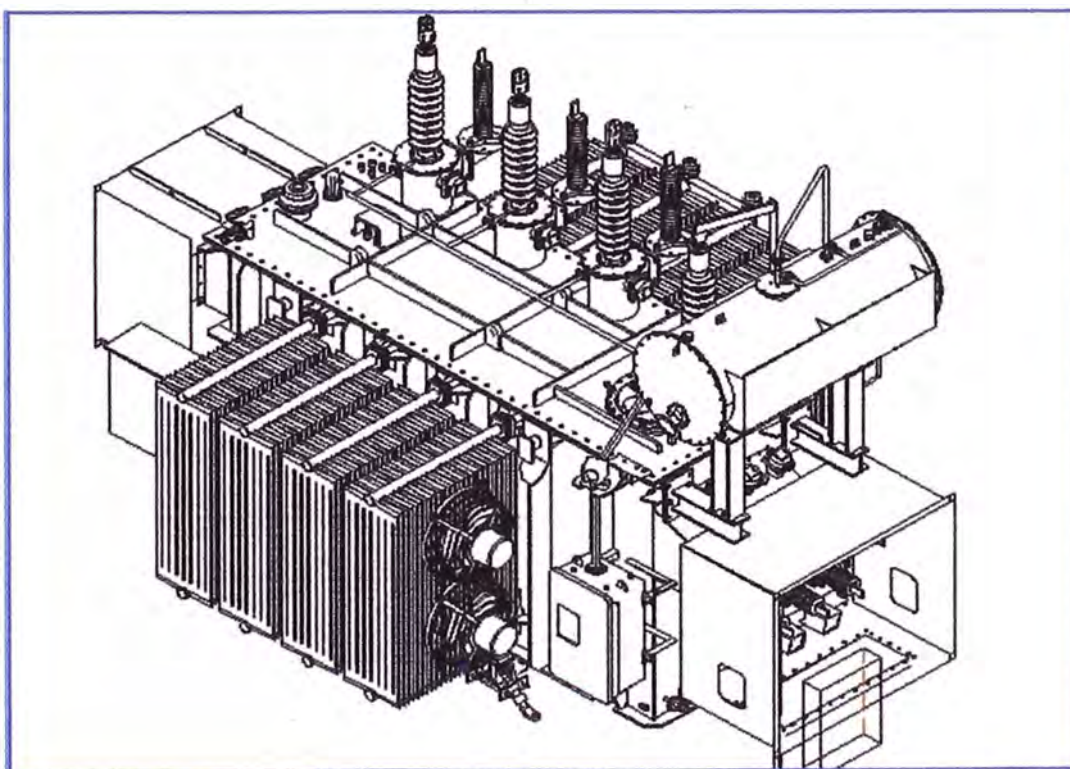
Complementando a la descripción de la figura anterior, a continuación se describe con mayor detalle cada componente de la planta:

## 2.2 Aspectos técnicos de equipos

### 2.2.1 Transformador de Potencia

Como se muestra en la figura 2.2, el transformador de potencia proyectado es de tres devanados 60/22.9/10 kV, con una potencia 15/15/5 MVA ONAN, 18/18/7 MVA ONAF con grupo de conexión YN0yn0d5; el cual debe contar con regulación automática de tensión bajo carga, con transformadores de corriente en los siguientes bushing:

- |              |   |                  |               |               |
|--------------|---|------------------|---------------|---------------|
| - De 60 kV   | : | 200-100/1/1/1 A; | 2x15 VA 5P20; | 15 VA CI 0.2. |
| - De 22.9 kV | : | 500-250/1/1/1 A; | 2x15 VA 5P20; | 15 VA CI 0.2. |
| - De 10 kV   | : | 500-250/1/1/1 A; | 2x15 VA 5P20; | 15 VA CI 0.2. |



**Figura 2.2** Esquema del transformador de potencia

### **a. Aspectos generales**

Los transformadores serán trifásicos con arrollamientos sumergidos en aceite y diseñado para dos (02) etapas de enfriamiento:

- Circulación natural de aceite y aire, ONAN.
- Circulación forzada de aire, ONAF.

El suministro que se solicita estará equipado para las dos etapas (ONAN y ONAF) y deberá implementarse con los accesorios necesarios para su funcionamiento con tensión trifásica 380 Vca.

Las salidas de los cables de energía en 10 y 22.9 kV serán por los lados laterales del transformador y a través de cajas de cables de dimensiones a ser aprobadas por Electronoroeste.

Deberá ser de sellado hermético y estará provisto de todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

El transformador deberá estar provisto de un tanque de expansión externo montado en el equipo. El proveedor deberá tener en cuenta para su diseño que los transformadores estarán sometidos a maniobras de conexión/desconexión frecuentes. El proveedor deberá tomar todas las precauciones que considere necesarias para garantizar el traslado de los equipos hasta el sitio de la subestación sin que se presenten deterioros en el equipo que puedan afectar su correcta operación, teniendo en cuenta las limitaciones de transporte, especialmente terrestres (carreteras destapadas y limitaciones de pesos y alturas).

Las condiciones sísmicas a tener en cuenta para la operación de los equipos electromecánicos, bases y fundaciones de equipos, serán los siguientes:

- Aceleración horizontal : 0.5g
- Aceleración vertical : 0.4g

El cumplimiento del diseño sísmico propio del transformador también deberá

considerar las respuestas en frecuencia propia de los Bushing para diseñar su anclaje y la verificación de la resistencia mecánica de la cerámica, y ambos estarán basados en las condiciones sísmicas establecidas en el documento IEEE 693 de 2005 "Recommended Practice for Seismic Design of Substations".

#### **b. Diseño y construcción**

Considera a los siguientes elementos: núcleos, arrollamientos, tanques y acoplamientos, base de los transformadores, sistema de conservación de aceite, sistema de enfriamiento, conmutador de tomas bajo carga, aisladores pasatapas, transformadores de corriente tipo bushing, accesorios y aceite mineral aislante. Estos se explican brevemente a continuación-

- Núcleos.- El núcleo es fabricado con láminas de acero al silicio de grano orientado de alto grado de magnetización, bajas pérdidas por histéresis y de alta permeabilidad de manera que reduzca al mínimo las corrientes parásitas. Cada lámina es cubierta con material aislante resistente al aceite caliente. El núcleo se forma mediante apilado de láminas de acero.
- Arrollamientos.- Los arrollamientos se fabrican con conductores de cobre aislados con papel de alta estabilidad térmica y resistencia al envejecimiento, se da a los arrollamientos un baño de barniz con el objeto de aumentar su resistencia mecánica.
- Tanques y acoplamientos.- El tanque del transformador es construido de chapas de acero de bajo porcentaje de carbón, de alta graduación comercial y adecuado para soldarse. Todas las bridas, juntas, argollas de montaje, etc., serán fijadas al tanque mediante soldadura.
- Base de los transformadores.- La base es diseñada y construida de forma tal que el centro de gravedad del transformador, con o sin aceite (como normalmente se transporta), no caiga fuera de los miembros de soporte cuando el transformador

se incline  $15^\circ$  respecto al plano horizontal.

- Sistema de conservación de aceite.- Es del tipo tanque conservador, que no permita un contacto directo entre el aceite y el aire, mediante la instalación de un diafragma en el tanque. El diafragma será de goma de nitrilo y diseñado de forma que no esté sometido a esfuerzos mecánicos perjudiciales al nivel máximo o mínimo del aceite en el conservador. La capacidad del depósito conservador será tal que el nivel de aceite, en ningún caso, descienda por debajo del nivel de los flotadores del relé Buchholz (diferencia de temperatura a considerarse  $120^\circ\text{C}$ ).
- Sistema de enfriamiento.- El sistema de enfriamiento del transformador es ONAN + ONAF, el que operará de acuerdo al régimen de carga del transformador. El transformador estará provisto de un juego apropiado de radiadores, independientes entre sí, desmontables y con sus respectivas válvulas. La construcción de los radiadores de aceite será de acuerdo con las prescripciones de las normas internacionales
- Conmutador de tomas bajo carga.- Consiste de un selector de tomas, un ruptor con extinción de arco en vacío, un motor de accionamiento y un control automático para una apropiada operación remota. El compartimiento ruptor del conmutador se mantendrá separado del aceite del tanque principal. El conmutador de tomas es diseñado para soportar las pruebas dieléctricas aplicadas al devanado al cual es conectado.
- Aisladores pasatapas.- Las características de los aisladores pasatapas están de acuerdo con la última versión de la Norma IEC, Publ. 60137 y son del tipo condensador para tensiones desde 34,5 kV en adelante. Los aisladores tipo condensador deben tener una derivación para medida de factor de potencia.
- Transformadores de corriente tipo bushing.- El transformador de potencia tiene incorporados en cada uno de los aisladores pasatapas (bushings),



transformadores de corriente de acuerdo a la tabla de características técnicas adjunta. Estos transformadores, se usan para propósitos de medida y protección, su diseño y construcción está de acuerdo con la Publicación IEC 60044 - 1 "Current transformers".

- Cableado de control, circuitos auxiliares y cajas terminales para cables.- Todos los cables de control y los alimentadores de los circuitos auxiliares del transformador son fabricados con conductor de cobre cableado con aislamiento de PVC o equivalente, para una tensión máxima de servicio de 1 000 V. El cableado que conecta las diferentes piezas, equipos o accesorios de los circuitos eléctricos propios del transformador, se efectúa utilizando cajas terminales y tubo de acero galvanizado rígido del tipo "Conduit" (o tubo de acero galvanizado flexible, según requerimiento).
- Accesorios.- Cada transformador deberá estar equipado con ciertos accesorios, los cuales deberán tener una vida útil similar a la del equipo. Si el fabricante considera que alguno no cumple este requisito, deberá indicarlo claramente en la oferta y será tenido en cuenta para la evaluación.
- Aceite mineral aislante.- Es aceite mineral aislante, no inhibido, nuevo y refinado por métodos que satisfagan convenientemente las pruebas estipuladas para el despacho, entendiéndose por no inhibido el aceite libre de cualquier aditivo natural o sintético.

### **c. Condiciones de operación**

El transformador es diseñado para suministrar la potencia continua garantizada, en todas sus etapas de enfriamiento y en todas las tomas de regulación.

El transformador y su equipo de refrigeración funcionan con un nivel de ruido que no excede lo establecido por la norma en el numeral 2, las Tablas de Datos Técnicos (Formato N° 4), y en las condiciones de plena carga.

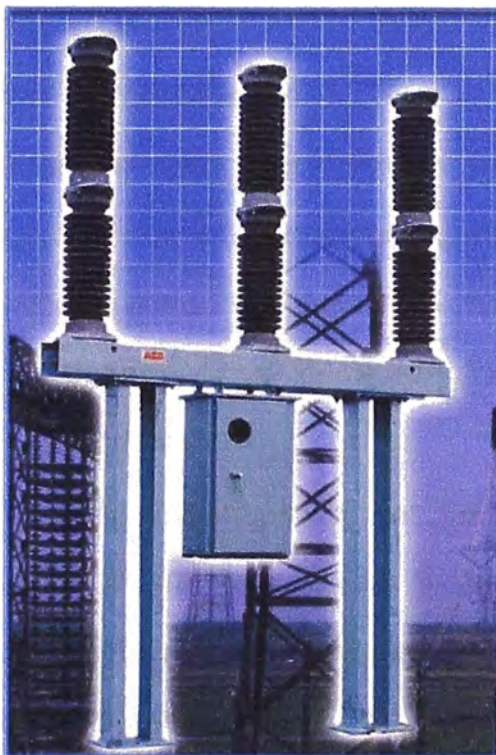




- **Publicación IEC 60076-7: "Loading guide for oil immersed power transformers"**
- **Publicación IEC 60422: "Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment".**
- **Publicación IEC 60475: "Method of sampling liquid dielectrics"**
- **Publicación IEC 60214-2: "Application guide for on-load tap changers"**
- **NEMA PUB.TR1: "Transformers, Regulators and Reactors"**
- **Publicación ASTM Designation D3487: "Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus"**
- **Placas de acero (para partes de bajo esfuerzo). ASTM A 283: "Especificaciones para placas de acero al carbón de resistencia baja e intermedia de calidad estructural"**
- **Acero estructural. ASTM A 36: "Especificaciones para el acero estructural"**
- **Placas de acero (para partes portadoras de esfuerzo importantes) ASTM A 285: "Especificaciones para láminas de tanques a presión de resistencia baja e intermedia"**
- **Acero hecho en horno eléctrico. ASTM A 345: "Especificaciones para láminas lisas de acero hechas en horno eléctrico para aplicaciones magnéticas"**
- **Cobre electrolítico. ASTM B 5: "Especificaciones para alambre en barras, pastas, planchas, lingotes y barras de cobre electrolítico"**
- **Tubos (intercambiadores de calor). ASTM B111: "Especificaciones para tubos de cobre y aleaciones de cobre sin costura y su almacenamiento. Aleación de cobre No. 715"**
- **Accesorios de tuberías. ASTM B 16.5: "Bridas de tubos de acero y accesorios embridados"**
- **Papel aislante. ASTM D 1305: "Papel y cartón para aislamiento eléctrico" Para soldaduras de partes sometidas a esfuerzos principales.**

### 2.2.2 Interruptor de potencia 60 kV

El interruptor debe ser tripolar 60kV con BIL de 325 kV y dispone de una cámara de extinción en hexafluoruro de azufre (SF6). La corriente nominal del interruptor es de 1250 A y con una capacidad de ruptura de 16 kA, con estructura soporte y equipo de mando (ver figura 2.3).



**Figura 2.3** Interruptor de potencia 60 kV

#### a. Diseño y construcción

Se explica brevemente:

- Elementos de conducción de la corriente.- Los elementos conductores son capaces de soportar la Corriente Nominal continuamente, a la frecuencia de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Los terminales y conexiones entre los diferentes elementos son diseñados para asegurar, permanentemente, una resistencia de contacto de bajo valor.
- Mecanismo de interrupción del arco.- El Interruptor es capaz de romper la continuidad de cualquier corriente, desde cero hasta su capacidad de interrupción

nominal, cuando se use en circuitos predominantemente resistivos e inductivos.

- **Aislamiento.**- Los aisladores de los interruptores son de porcelana y diseñados de tal forma que si ocurriera una descarga a tierra por Tensión de Impulso con el interruptor en las posiciones de "abierto" o "cerrado", debe efectuarse por la parte externa, sin que se presente descarga parcial o disruptiva en la parte interna o perforación del aislamiento.

- **Mecanismos.**- Son tres tipos de mecanismos:

- **Mecanismo General.**- El Interruptor está diseñado para operación eléctrica local-manual y estará provisto de un mecanismo por acumulación de energía por resorte. El mecanismo de accionamiento manual para efectuar operaciones de mantenimiento y emergencia estará enclavado para evitar la operación remota cuando se encuentre en uso.
- **Mecanismo de Apertura.**- Los interruptores son del tipo disparo libre. El mecanismo de apertura se diseña en forma tal que asegure la apertura del interruptor en el tiempo especificado si la señal de disparo es recibida en las posiciones de totalmente o parcialmente cerrado. La bobina de disparo es capaz de abrir el interruptor en los límites del rango de tensión auxiliar especificado.
- **Mecanismo de Cierre.**- Está diseñado en tal forma que no interfiera con el mecanismo de Disparo. El mecanismo de Cierre deberá desenergizarse automáticamente, cuando se complete la operación. El interruptor posee un dispositivo de "antibombeo" ("anti-pumping" device).

- **Requerimientos de Control.**- El sistema de mando es provisto para ser accionado:

- A distancia (desde el centro de control del propietario ó desde el tablero de mando ubicado en la sala de control de la subestación ) o localmente, seleccionable mediante un conmutador instalado en la caja de control del

interruptor.

- Localmente con un juego de botones pulsadores, debiendo permanecer operativa la protección.
  - Automáticamente por las órdenes emitidas desde las protecciones y automatismos.
- Caja de Control.- Las cajas de control son para uso interior y disponen de un control y calefactor eléctrico para reducir la humedad relativa al nivel tolerado por los equipos. Las bobinas de control, sistema de mando, interruptores auxiliares, bloques terminales, etc, son alojados en una caja que centralice el mando para los 3 polos.
- Contador de Operaciones.- Los interruptores poseen un contador mecánico de operaciones, ubicado en la caja de control.
- Fluido Extintor, Gas Hexafluoruro de Azufre (SF6).- La calidad de fluido extintor se mantendrá de modo tal que el poder de ruptura nominal sea garantizado hasta un grado de envejecimiento admisible, correspondiente al número de interrupciones garantizado, sin reemplazo del gas. El poder de ruptura del interruptor está garantizado para una presión mínima del gas SF6 para la tensión mínima de mando a la cual dicho sistema de mando funciona correctamente.
- Resistencia Mecánica.- Los interruptores están diseñados mecánicamente para soportar entre otros, esfuerzos debido a:
- Fuerzas electrodinámicas producidas por cortocircuito.
  - Fuerzas de tracción en las conexiones horizontales y verticales en la dirección más desfavorable.
- Inspección.- Los interruptores están diseñados para facilitar la inspección, especialmente para aquellas partes que necesiten mantenimiento rutinario. La relación de estas partes será indicada por el fabricante.

- **Contactos Auxiliares.**- Los interruptores estarán provistos de contactos auxiliares, cuya cantidad mínima será de:
  - o Diez (10) contactos normalmente abiertos.
  - o Diez (10) contactos normalmente cerrados.
- **Autonomía de Maniobras.**- Los interruptores podrán ser cargados manualmente en caso de falla del sistema de carga (motor). Si el sistema de carga manual fallara o no existiese, se exigirá un ciclo Abierto – Cerrado/Abierto (O-CO).
- **Estructuras de Soporte de Interruptores 60 kV.**- El interruptor en 60 kV será suministrado con su estructura de soporte para ser montada a nivel de piso.
- **Conectores Terminales.**- Los conectores terminales tienen una capacidad de corriente mayor que la nominal del bushing al que esté acoplado. La superficie de contacto es capaz de evitar calentamientos.
- **Herramientas Especiales.**- Por cada interruptor se suministra 01 juego de herramientas especiales y 01 juego compuesto por mangueras, válvulas e instrumentos para la medición de la presión y densidad del gas SF<sub>6</sub>, necesarios para los trabajos de mantenimiento y reparación de los interruptores.
- **Accesorios.**- Los siguientes accesorios son suministrados como mínimo para cada conjunto de interruptor: Placa de identificación, medidores de presión, indicadores de posición mecánicos (rojo y verde), pernos u orejas de izaje, contador de operaciones, terminal de puesta a tierra con conector para conductor de cobre cableado de 70 mm<sup>2</sup> a 120 mm<sup>2</sup> de sección, dispositivo de operación manual, contactos auxiliares, gabinete de control, herramientas necesarias para montaje y mantenimiento, contactos adicionales previstos para control, supervisión e indicación de posición (futuros), dotación completa de gas hexafluoruro de azufre SF<sub>6</sub> en balones metálicos, herramientas y Equipo de llenado de gas SF<sub>6</sub>, cámara de vacío, otros accesorios.

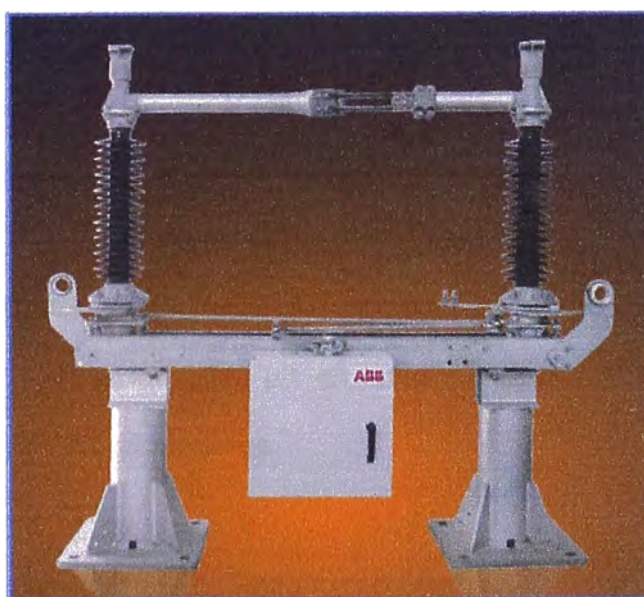
## b. Normas

El conjunto del suministro es provisto de manera que el diseño, la fabricación y el método de pruebas se rigen de acuerdo a la última versión de las Normas IEC y/o ANSI. Toda modificación a lo especificado en estas Normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a lo indicado en las Normas IEC vigentes, siendo estas las siguientes:

- Publicación N° 62271-100 : High-voltage Alternating Current Circuit Breakers.
- Publicación N° 60060 : High-voltage Test Techniques.
- Publicación N° 60267 : Guide to the testing of Circuit Breakers with respect to out of phase switching.
- Publicación N° 60376 Specification and Acceptance of New Sulphur Hexafluoride.

### 2.2.3 Seccionador de barra 60 kV

En la figura 2.4 se ilustra los seccionadores de barra, el cual son tripolares 60kv con accionamiento eléctrico de las cuchillas principales.



**Figura 2.4** Seccionador de barra 60 kV



Tanto el accionamiento eléctrico como manual cuentan con los suficientes enclavamientos que no permitan una operación incorrecta de los seccionadores.

#### **a. Diseño y construcción**

Son del tipo de 2 columnas, con apertura central, diseñados para montaje horizontal, provisto de accionamiento a motor eléctrico común para las tres fases y accionamiento manual con palanca.

El accionamiento por motor hace que las cuchillas principales permanezcan totalmente abiertas o totalmente cerradas, no siendo posible una posición intermedia.

Teniendo en cuenta que las instalaciones utilizan el sistema de mando "a distancia" desde una sala de mando y mando "local" en el lugar de montaje del equipo eléctrico, se prevé un conmutador con posiciones "local" y "a distancia" y sus respectivos pulsadores de mando "local".

Tanto el motor de accionamiento de las cuchillas principales, conmutador y pulsadores, como los bornes terminales de los contactos auxiliares del seccionador, están colocados en un armario o "caja hermética" provista de prensaestopas.

Los seccionadores incluyen, entre otros, los siguientes accesorios:

- Terminal de línea y tierra
- Placa de características
- Caja de control
- Dispositivo de enclavamiento de la manija de accionamiento manual
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores.

#### **b. Normas**

El diseño, la fabricación y el método de pruebas se rigen de acuerdo a la última revisión de las Normas IEC. Toda modificación a lo establecido por estas Normas

deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone, en ningún caso será de un nivel de exigencia inferior a las Normas IEC vigentes, siendo éstas las siguientes:

- Publicación N° IEC 62271-102 : Alternating current disconnectors and earthing switches

#### 2.2.4 Transformador de tensión capacitivo 60 kV

En la figura 2.5 se muestra los diferentes tipos de transformador de Tensión Capacitivo, para el presente proyecto se requiere un transformador de tensión de 72,5 kV, 325 kV-BIL, 60/V3:0,10/V3:0,10/V3:0,10/V3; 2x15 VA 3P, 15 VA CI 0.2.



**Figura 2.5** Transformador de tensión capacitivo 60 kV

##### a. Diseño y construcción

Son diseñados con una distancia de fuga nominal de 3160mm. Los aisladores son de goma silicona color gris. El terminal de conexión a tierra es para cable de 8 a 15mm de material latón niquelado. Terminal primario de aluminio el estará a prueba de soporte de carga estática de 2500N y dinámica 3500N

Los seccionadores incluyen entre otros los siguientes accesorios:

- Terminal primario
- Caja de conexiones para terminales secundarios
- Brida de conexión FL21



- Terminal de conexión a tierra
- Ventanilla del nivel de aceite
- Toma para llenado de aceite
- Toma para drenaje de aceite
- Placa superior
- Otros accesorios necesarios para un correcto transporte, montaje, operación y mantenimiento de los seccionadores.

#### **b. Normas**

El diseño, la fabricación y el método de pruebas deberán regirse de acuerdo a la última revisión de las Normas IEC.

- Norma N° IEC 186 : Voltage Transformers

#### **2.2.5 Transformador de servicios auxiliares 22.9kv**

En la figura 2.6 se muestra el transformador de servicios auxiliares, el cual tiene las siguientes características:



**Figura 2.6** Transformador de servicios auxiliares 22.9kv

- Tipo	Trifásico	
- Potencia nominal	100 kVA	
- Tensión nominal en vacío		
○ En el primario	22,9 ± 2 x 2.5% kV	
○ En el secundario	380 - 220 V	
- Frecuencia	60 Hz	
- Grupo de conexión	Dyn11	
- Regulación de tensión	En vacío	
- Nivel de aislamiento		
○ Tensión de resistencia a la onda de impulso		125 kV pico
○ Tensión de resistencia a la frecuencia industrial		50 kV

#### **a. Diseño y construcción**

Se describe a continuación:

- **Tanque.-** El tanque es de plancha de hierro soldado y la tapa se fija a este, mediante pernos. La parte activa del transformador está fijada a la tapa, de modo que se pueda levantar con ésta, sin necesidad de abrir las conexiones externas. El transformador está provisto de una válvula para el vaciado y toma de muestra de aceite, una válvula de purga de gases acumulados y un conmutador de tomas en vacío, instalados al exterior del tanque o al exterior de la tapa del transformador, según sea el caso. Estos accesorios están provistos de sus respectivos dispositivos de maniobra, enclavamiento y seguridad.
- **Núcleo.-** El núcleo magnético está compuesto por columnas de secciones aproximadamente circulares y dispuestas en un solo plano. Tanto las columnas como los yugos son fabricados con planchas de grano orientado, laminado en frío y ensamblados convenientemente para obtener corriente y pérdidas en vacío reducidas. El armazón que soporta el núcleo es una estructura reforzada que



frecuencia industrial. Método de ensayo

### 2.2.6 Celdas de MT 22.9Kv

Se suministrarán siete celdas unigear de media tensión 22.9kv (una celda de llegada, cinco celdas de salida y una celda de servicios auxiliares), las cuales se ilustran en la figura 2.7 y se describen sus principales características a continuación.



**Figura 2.7 Celdas de MT 22.9Kv**

#### **a. Celda de llegada 22.9 kV**

Celda Metal Clad Unigear de Llegada 24 kV; 125 kV-BIL; Ibarra 1250 A; Icc 25kA. Equipada con interruptor de potencia 24 kV; 125 kV-BIL; 1250A; Icc 25kA; CT 500-250/1/1 A; CI 0,2 15 VA; 5P20 15 VA; CT Toroidal-núcleo partido 20/1 A; CI 1 1VA y PT 22.9/V3:0.100/V(3):0,100/V(3); CI 0.2 30 VA; 3P 15 VA; 3P 15 VA.

En el compartimento de baja tensión se implementará un controlador de bahía con funciones de control, mando y protección de los equipos de maniobra.

#### **b. Celda de salida 22.9 kV**

Celdas Metal Clad Unigearde Salida 24 kV; 125 kV-BIL; Ibarra 1250 A; Icc 25kA. Equipada con interruptor de potencia 24 kV; 125 kV-BIL; 630A; Icc 25kA; CT

300-150/1/1 A; CI 0,2 15 VA; 5P20 15 VA; CT Toroidal-núcleo partido 20/1 A; CI 1 1VA y cuchilla de puesta a tierra.

En el compartimento de baja tensión se implementará un controlador de bahía con funciones de control, mando y protección de los equipos de maniobra.

#### **c. Celda de SS.AA 22.9KV**

Celda Metal Clad Unigear24 kV para SS.AA.; 125 kV-BIL; Ibarra 1250 A; Icc 16 kA. Equipada con seccionador fusible tripolar de potencia 24 kV; 125 kV-BIL; 630A; Icc 25kA y cuchilla de puesta a tierra.

#### **d. Diseño y construcción**

Son blindadas siendo el medio aislante el aire; están diseñadas y construidas de acuerdo a norma IEC u otra equivalente o mejor. Están equipadas con interruptor de potencia extraíble y provistos de enclavamientos mecánicos para operación de seccionamiento, así mismo, impiden todo contacto entre las personas y las partes energizadas de media tensión de la celda. El interruptor es de tecnología con cámara de extinción en vacío, con mando local y remoto, así mismo, los seccionamientos evidencian la posición de los contactos de las cuchillas del seccionador. Las celdas deberán estar diseñadas para protección de personas frente a arco interno de acuerdo a norma IEC 62271-200, así mismo, las celdas tienen las mismas características de diseño, mecánicas, eléctricas y físicas (mismas dimensiones) que la indicada en los protocolos de ensayo tipo presentados durante la oferta de las mismas.

#### **e. Condiciones de instalación**

Las celdas en 24 kV se instalan al interior dentro de las instalaciones del nuevo edificio de control de la subestación. Las características geográficas y climatológicas del lugar de instalación son las siguientes:

- Distrito

Castilla

- Provincia	Piura
- Altitud (msnm)	30
- Temperatura Máxima Absoluta (°C)	36,8
- Temperatura Mínima Media (°C)	16,1
- Humedad Relativa (%)	77,5
- Velocidad Máxima Absoluta (m/s)	10

#### f. Condiciones de operación

Las características de operación del sistema son las siguientes:

**Tabla 2.1** Características de operación

Tensión Nominal, kV	Características
Tensión nominal del sistema, kV	22,9
Frecuencia nominal, Hz	60
Corriente de cortocircuito requerida, kA	16 31,5
Tensiones auxiliares	220Vac; 110Vcc
Tipo de instalación	Interior

#### g. Normas

El suministro cumplirá con la última versión de las siguientes normas:

- Celdas:
  - IEC 60271-1: Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de alta tensión.
  - IEC 62271-200: Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna para tensiones asignadas superiores a 1kV e inferiores o iguales a 52 kV.
  - IEC 60529: Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
  - IEC 60071: Insulation Coordination, Partes 1 y 2
  - IEC 60466: AC insulation – enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1kV and up to and including 38kV.
  - IEC 61958: Voltage presence indicator system.



- Interruptor de Potencia:

- IEC 62271-100: High – voltage switchgear and controlgear – Part 100: High – voltage alternating – current circuit – breakers.
- IEC 62271-101: Ensayos sintéticos de interruptores automáticos para corriente alterna de alta tensión.
- IEC 60137: Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000V.

- Seccionador-Fusible de Potencia:

- IEC 60265-1 - High Voltage Switches – Part 1: Switches for Rated Voltages Above 1 kV and Less Than 52 kV.
- IEC 60420: High-voltage alternating current switch-fuse combinations.
- IEC 62271-105: High voltage switchgear and controlgear Alternating current Switch Fuse Combination.

- Seccionador de Potencia:

- IEC 62271-102: High-voltage switchgear and controlgear - Part 102: Alternating current disconnectors and earthing switches.
- IEC 602821: HV Fuses.

- Transformadores de Medida:

- IEC 60044-1: Transformadores de medida. Parte 1: Transformadores de intensidad.
- IEC 60044-2: Transformadores de medida - Parte 2: Transformadores de tensión inductivos.

### **2.2.7 Cargador – rectificador**

Estos cargadores - rectificadores son conectados en paralelo con baterías níquel - cadmio (vented nickel-cadmium) de las siguientes tensiones nominales:

- Ampliación SET Los Ejidos :        110 Vcc

El cargador – rectificador que se ilustra en la figura 2.8, está provisto de un

regulador automático de tensión y reguladores controlados de silicio (SCR), el cual es controlado y supervisado en el sitio de instalación del cargador. El cargador-rectificador es capaz de ajustar automáticamente la tensión de salida en corriente continua, para el caso de carga flotante, y efectúa la carga inicial, carga ordinaria y la sobrecarga mediante un conmutador de control que será montado en el mismo tablero del cargador.

Sus características eléctricas son:

- Lado de Corriente Alterna:

- Tensión Nominal                      380 Vca  $\pm$ 15% - 3  $\emptyset$
- Frecuencia                              60 Hz  $\pm$  5%

- Lado de Corriente Continua:

- Carga Flotante                      110 V  $\pm$  3%  
0 - 20 A
- Carga de Equilibrio                  110 V  $\pm$  10%  
0 - 20 A





**Figura 2.8 Cargador – rectificador**

La sobreelevación de temperatura de los componentes no deberá ser mayor que los siguientes valores:

- Núcleos magnéticos y arrollamientos del transformador de poder: 50 °C.

- Empalmes de los elementos rectificadores:

- o Tiristor                      65 °C
- o Silicio                        85 °C
- o Resistencia                150 °C

El cargador - rectificador, con todos sus elementos y componentes, estarán adecuadamente instalados en un sólo tablero. El tablero está diseñado teniendo en

cuenta la radiación del interior y provisto de los elementos refrigerantes necesarios, el acceso al equipo es por el frente, su construcción es mecánicamente robusta.

El equipo cargador - rectificador está provisto de los elementos de protección necesarios a fin de proteger al conjunto contra fallas de cortocircuito y sobretensiones.

El rectificador está equipado con interruptores, del tipo muy rápidos, que permiten cortar el suministro en caso de cortocircuito.

Los siguientes accesorios son suministrados con cada rectificador, entre otros:

- Voltímetro y amperímetro de salida
- Bornes para medición de tensión de salida
- Interruptores termomagnéticos de entrada y salida
- Alarmas (falta de tensión CA, baja tensión CC, falla de carga, corto circuito, positivo y negativo a tierra)
- Placa de identificación
- Lámparas indicadoras
- Aparatos indicadores
- Borne de tierra
- Otros necesarios

### **2.2.8 Tableros Eléctricos**

Se suministrarán 4 tableros eléctricos (un tablero de protección y medición del transformador de potencia, un tablero de control y mando, un tablero de servicios auxiliares 380/220vac y un tablero de servicios auxiliares 110vdc), las cuales se muestran en la figura 2.9 y se describen sus principales características a continuación.

- Dimensiones: 2200x800x800mm
- Color: Ral 7035

- Grado de protección: IP55
- Altura de trabajo: 1000msnm



**Figura 2.9** Tableros Eléctricos

**a. Tablero de protección y medición del transformador de potencia**

El tablero protección y medición del transformador consta de: Un relé diferencial, un relé de respaldo, un relé de disparo y bloqueo y dos medidor multifunción.

Otros equipos:

- Relé de disparo y bloqueo
- Borneras de pruebas
- Juego de relés auxiliares
- Juego de interruptores termomagnéticos
- Sistema de calefacción
- Sistema de iluminación

**b. Tablero de control y mando**

Este tablero consta de los siguientes componentes: un relé controlador de bahía

y un panel de alarmas. Otros equipos:

- Sirena de alarma
- Juego de relés auxiliares
- Juego de interruptores termomagnéticos
- Sistema de calefacción
- Sistema de iluminación

#### **c. Tablero de servicios auxiliares 110 VDC**

Tablero para alimentación en 110vdc proveniente del cargador – rectificador, el cual está compuesto de interruptores termomagnéticos para protección de los circuitos. Otros equipos:

- Relé de mínima y máxima tensión
- Voltímetro
- Amperímetro
- Sistema de calefacción
- Sistema de iluminación

#### **d. Tablero de servicios auxiliares 380/220 VAC**

Tablero para alimentación en 380vac trifásico o 220vac monofásico proveniente del transformador de SS.AA. el cual está compuesto de interruptores termomagnéticos para protección de los circuitos. Otros equipos:

- Medidor multifunción
- Transformador de corriente
- Relé de protección de mínima y máxima tensión
- Sistema de calefacción
- Sistema de iluminación

#### **e. Normas**

Para los equipos de protección y medición se tomará en cuenta las Normas IEC

aplicables a los tableros para Sub estaciones de Media tensión y a los equipos de potencia, protección, medición, mando, control y alarmas que los componen

### **2.2.9 Sistema de puesta a tierra**

Se amplía la red de tierra profunda existente con conductor de cobre desnudo de 70 mm<sup>2</sup>. Esta extensión ha sido diseñada manteniendo la cuadrícula existente, cuyos empalmes son con soldadura cadweld. Asimismo, se consideraron electrodos para la conexión de los pararrayos en 60 kV, 22.9 kV, neutro de 60 kV, 22.9Kv y en otros puntos con caja de registro para medición de la malla a tierra.

#### **a. Accesorios y materiales**

Son los siguientes: Varilla coperweld, conductor de cobre desnudo de 70mm<sup>2</sup>, grapa de cobre de una y dos vías, bentonita, cemento conductivo, tierra de chacra, caja de registro para PT y soldadura cadweld.

#### **b. Normas**

El sistema de puesta a tierra es fabricado de acuerdo a las últimas ediciones de las siguientes normas:

- NTP 370.052:1999 SEGURIDAD EL...CTRICA. Materiales que constituyen el pozo de puesta a tierra, 1ª Edición el 13 de diciembre de 1999.
- NTP 370.053:1999 SEGURIDAD ELECTRICA. Elección de los materiales eléctricos en las instalaciones interiores para puesta a tierra. Conductores de protección de cobre, 1ª Edición el 13 de diciembre de 1999.
- NTP 370.054:1999 SEGURIDAD ELECTRICA. Enchufes y tomacorrientes con protección a tierra para uso doméstico y uso general similar, 1ª Edición el 11 de diciembre de 1999.
- NTP 370.055:1999 SEGURIDAD ELECTRICA. Sistema de puesta a tierra. Glosario de términos, 1ª Edición el 13 de diciembre de 1999.
- NTP 370.056:1999 SEGURIDAD ELECTRICA. Electrodos de cobre para puesta a

tierra, 1ª Edición el 13 de diciembre de 1999

### **2.2.10 Sistema de pórticos y soportes para equipos de maniobra de 60kv**

Las estructuras metálicas para pórticos y soporte de equipos son del tipo celosía, con transmisión de cargas a la fundación mediante platinas ancladas con pernos tipo J embebidos en la fundación.

La definición de las características físicas y mecánicas de los soportes para equipos está de acuerdo con los requerimientos de los equipos y con la implantación eléctrica de las subestaciones. Se considera para los soportes una altura mínima de 2,25 m con el fin de garantizar seguridad en la maniobra.

Para el diseño se tienen en cuenta que los soportes de equipos están sometidos a cargas de conexión, peso propio de equipos, cargas dinámicas de operación, viento y sismo sobre los equipos y sobre las estructuras mismas. Los soportes de equipos son diseñados con suficiente rigidez garantizando que el alineamiento de los equipos que soportan no sea perturbado por las fuerzas a las que estarán sujetos.

#### **a. Los pórticos y soportes de equipos**

Son los siguientes:

- Dos Pórticos metálicos compuesto de:
  - o Columna de acero estructural de 7.85mts
  - o Viga de acero estructural de 8.2mts
- Un soporte para interruptor de potencia
- Un soporte para seccionador de barra
- Tres soporte para transformador de tensión

#### **b. Normas**

Todos los aspectos de diseño, fabricación, pruebas, inspección, materiales y suministros descritos en estas especificaciones son ejecutados conforme a los



requerimientos de la última revisión de las siguientes normas:

- **Publicación ASCE: American Society of Civil Engineers. Bulletin No. 52 Guide for Design of Steel Transmission Towers.**
- **Publicación ASCE: American Society of Civil Engineers. Guidelines for Transmission Line Structural Loading.**
- **Publicación AISC: American Institute of Steel Construction. Manual of Steel Construction - Load and Resistance Factor Design "LRFD" Structural Members, Specifications, and Codes**
- **Publicación AWS: American Welding Society. D1-1 Structural Welding Code**
- **Publicación ANSI: American National Standards Institute.**
- **B.1.1 Unified Screw Threads**
- **B.18.2.1 Heavy Hex Structural Bolts**
- **B.18.2.2 Square and Hex Nuts**
- **B.18.5 Round Head Bolts**
- **Publicación ASTM: American Society for Testing and Materials.**
- **A-6: Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling**
- **A-36: Standard Specification for Carbon Structural Steel**
- **A-90: Standard Test Method for Weight [Mass] of Coating on Steel Articles with Zinc or Zinc-Alloy Coatings**
- **A-123: Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products**
- **A-153: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware**
- **A-239: Standard Practice for Locating the Thinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Article**

- A-242: Standard Specification for High - Strength Low - Alloy Structural Steel
- A-370: Standard Test Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products
- A-384: Standard Practice for Safeguarding Against Warpage and Distortion During Hot-Dip Galvanizing of Steel Assemblies.
- A-394: Standard Specification for Steel Transmission Tower Bolts, Zinc-Coated and Bare
- A-441: High Strength Low-alloy Structural Manganese Vanadium Steel
- A-563: Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts
- A-572: Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium
- A-615: Deformed and Plain Billet Steel Bars for Concrete Reinforcement Standard Specification for Zinc (Slab Zinc).
- B-695: Coatings of Zinc Mechanically Deposited on Iron and Steel Magnetic Particle Examination
- B-201: Pruebas de Recubrimientos cromados sobre Superficie de Zinc y Cadmio.

### **2.3 Descripción del proceso de transformación**

El proceso de una bahía de transformación implica modificar los parámetros de la transmisión de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, reduciendo el voltaje y aumentando la corriente para que la potencia pueda ser distribuida a distancias medias a través de líneas de transmisión, subtransmisión y circuitos de distribución, los cuales operan a bajos voltajes para su comercialización.

La función de cada componente de proceso productivo se describe a continuación:

- Transformador de Potencia.- Los transformadores de potencia son partes extremadamente importantes de cualquier subestación. Su función es incrementar



o reducir el nivel de voltaje requeridos por los circuitos de transmisión o distribución. Los transformadores de potencia son estructuras grandes y de una forma de construcción cuadrada.

- Interruptor de potencia 60 kV.- Es un dispositivo cuya misión es interrumpir, restablecer la continuidad en un circuito eléctrico, bajo carga es decir con corriente nominal, o bajo perturbaciones que se presenten en el sistema como corrientes de corto circuito.).
- Seccionador de barra 60kv.- Dispositivos análogos al interruptor de potencia, con la diferencia que estos dispositivos no deben operar bajo condiciones de carga y en ningún caso responden a condiciones de falla, su función solo es desconectar.
- Transformador de tensión capacitivo 60kv.-
- Son los que se emplean para alimentación de equipo de medición, control o protección.
- Transformador de servicios auxiliares 22.9/0.38kv.- Su función es transformar la tensión proveniente de la celda de servicios auxiliares (22.9kv) a una tensión en la cual pueda ser usada por los servicios auxiliares (aire acondicionado, iluminación, tomacorrientes, etc).
- Celda de llegada 22.9kv.- Permite la conexión entre el transformador de potencia a las barras principales de las celdas de 22.9kV, debiendo contener todos los elementos de maniobra, protección, medida y control adecuados para la operación.
- Celda de salida 22.9kv.- Permite la conexión de cada alimentador desde las celdas de 22.9Kv, debiendo contener todos los elementos de maniobra, protección, medida y control adecuados para la operación.
- Celda de SS.AA 22.9KV.- Permite la conexión con el transformador de servicios auxiliares.

- Cargador-rectificador.- Este equipo se encarga de convertir la tensión alterna (380VAC) en continua 110VDC, para el uso de equipos como: relés, medidores, motores de equipos de 60kv, etc.
- Tablero de protección y medición del transformador de potencia.- Su función es proteger y medir los diferentes parámetros en el transformador de potencia. La Tabla 2.2 muestra las funciones de medida y las de protección.

**Tabla 2.2** funciones de medida y funciones de protección

<b>Funciones de medida</b>
Medidas de valores instantáneos de tensión, corriente de línea, potencia activa, potencia reactiva, frecuencia y factor de potencia.
Medición de energía activa y reactiva kWhr, kVARHr.
Datos estadísticos de demanda máxima de potencia activa, potencia reactiva, y tensión.
Perfiles de carga de potencia activa, potencia reactiva y tensión.
<b>Funciones de protección</b>
Control de Temperatura
Medición de Temperatura
Imagen Térmica
Sobrepresión
Indicador de Nivel de Aceite
Relé de Bloqueo
Sobrecorriente de Secuencia Negativa
Sobrecorriente Instantánea y Temporizada
Sobrecorriente de Falla a Tierra Instantánea y Temporizada
Sobrecorriente Direccional de Fases y Tierra
Sobre y Subtensión
Diferencial de Transformador

- Tablero de control y mando.- Su función es controlar y mandar en los equipos de maniobra de la bahía de transformación. La tabla 2.3 lista las funciones

**Tabla 2.3 Funciones de control y mando**

<b>Funciones de control y mando</b>
Monitoreo y visualización gráfica (mímico digital) del estado de posición (abierto/cerrado) de los equipos de maniobra.
Mando (abrir/cerrar) de los equipos de maniobra.
Visualización de alarmas con un mínimo de dos (alarma leve y alarma grave).
Facilidad para programar la lógica de enclavamiento y opciones de bloqueo de los equipos de maniobra.

- Tablero de servicios auxiliares 110 VDC.- Se encarga de distribuir energía en 110VDC para la alimentación de equipos auxiliares como: relés, medidores, motores de equipos de 60kv, etc.
- Tablero de servicios auxiliares 380/220 VAC.- Tablero para alimentación en 380vac trifásico o 220vac monofásico proveniente del transformador de SS.AA

El producto es la energía transformada a una tensión de 22.9 kV, el cual es distribuida en cinco alimentadores hacia las redes de distribución primaria.

La energía suministrada en esta tensión es más confiable, debido a los equipos de protección, control y monitoreo que controlan y protegen la subestación.

### CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO

#### 3.1 Marco teórico básico de subestaciones eléctricas

Las subestaciones eléctricas son las componentes de los sistemas de potencia en donde se modifican los parámetros de tensión y corriente, sirven además de punto de interconexión para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica. En la figura 3.1 se muestra el diagrama elemental de una SE eléctricas<sup>2</sup>.

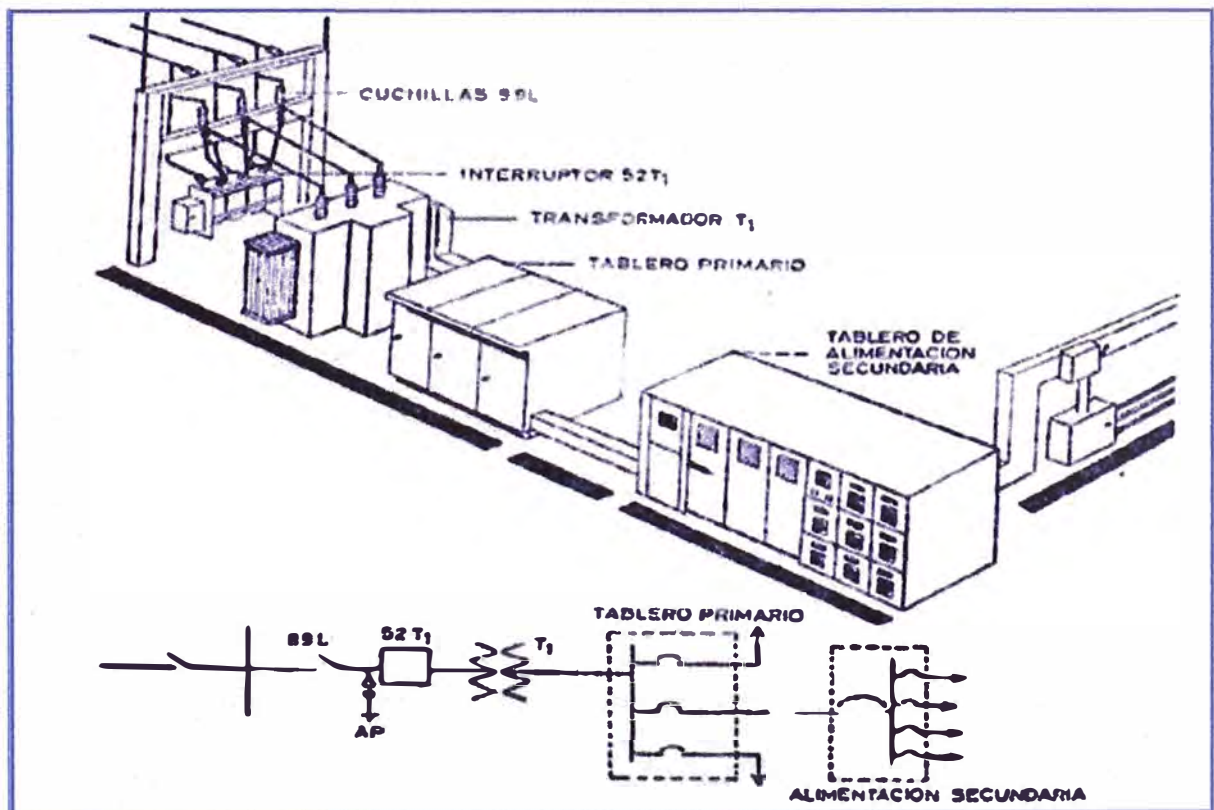


Figura 3.1 Diagrama elemental de una subestación eléctrica

<sup>2</sup> Extraído de "Mar, J., Vidal, E. (2011). Descripción y función del equipo de una subestación eléctrica (Tesina Profesional) Universidad Veracruzana, Tuxpan de México"

### **3.1.1 Clasificación de subestaciones eléctricas**

Las subestaciones eléctricas se pueden clasificar de la siguiente manera<sup>3</sup>:

- Por su operación.
  - De transformación.
  - De maniobra.
- Por la función que desempeñan.
  - Elevadoras (elevan la tensión).
  - Reductoras (reducen la tensión).
  - De enlace (interconectan líneas).
  - Rectificadoras (convierten de C.A. a C.D.).
- Por su construcción.
  - Tipo intemperie (para operación en el exterior)
  - Tipo interior (para operación bajo techo)
  - Tipo blindado (para operación en interiores o exteriores).
- De acuerdo a su potencia o capacidad.
  - Subestación eléctrica de transmisión.
  - Subestación eléctrica de distribución.

Ello se desarrolla a continuación

#### **a. Clasificación por su operación**

Se desarrolla a continuación:

- Subestación de transformación.- La tensión de salida es diferente de la de entrada, estas son las que permiten elevar o reducir los niveles de tensión desde los puntos de generación, pasando por los niveles más altos de transmisión, hasta los niveles más bajos de subtransmisión o distribución.

---

<sup>3</sup> Clasificación extraída de "Calle, H., Castillo, P. (2010). Evaluación y prevención de riesgos eléctricos en una subestación (Informe de materia de graduación), Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil Ecuador"

- Subestación de maniobra.- Su función es unir algunas líneas de transporte con otras de distribución, con el propósito de dar mayor confiabilidad y continuidad al servicio, el nivel de tensión es uno solo, por lo tanto no se utilizan transformadores de potencia que eleven o reduzcan el voltaje.

#### **b. Clasificación por su función.**

Se desarrolla a continuación:

- Subestación tipo elevadoras.- Elevan la tensión generada de media a alta o muy alta para poderla transportar. Se encuentran al aire libre y están situadas al lado de las centrales generadoras de electricidad. La tensión primaria de los transformadores suele estar entre 3 y 36kV. Mientras que la tensión secundaria de los transformadores está condicionada por la tensión de la línea de transporte o de interconexión (60, 138, 220 ó 380 kV).
- Subestación tipo reductoras.- Son subestaciones con la función de reducir la tensión de alta o muy alta a tensión media para su posterior distribución. La tensión primaria de los transformadores depende de la tensión de la línea de transporte (60, 138, 220 ó 380 kV). Mientras que la tensión secundaria de los transformadores está condicionada por la tensión de las líneas de distribución (entre 6 y 30kV).
- Subestación tipo de enlace.- En los sistemas eléctricos, se requiere tener una mayor flexibilidad de operación para incrementar la continuidad del servicio y consecuentemente la confiabilidad, por lo que es conveniente el uso de las llamadas subestaciones de enlace.
- Subestación tipo rectificadoras.- Subestación que incluye convertidores y cuya función principal es convertir la corriente alterna en corriente continua o viceversa.

#### **c. Clasificación por su construcción**

- Subestación tipo intemperie.- Estas subestaciones se construyen en terrenos



expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (lluvias, viento, nieve e inclemencias atmosféricas diversas) por lo general se adoptan en los sistemas de alta y extra alta tensión.

- Subestación tipo interior.- En este tipo de subestaciones los aparatos y equipos están diseñados para operar en interiores, esta solución se usaba hace algunos años en la práctica europea, actualmente son poco los tipos de subestaciones tipo interior y generalmente son usados en las industrias incluyendo la variante de la subestación del tipo blindado.
- Subestación tipo blindado.- En estas subestaciones los aparatos y los equipos se encuentran muy protegidos y el espacio necesario es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieran de poco espacio para su instalación, por lo general se utilizan en tensiones de distribución y utilización.

#### **d. Clasificación por su potencia o capacidad**

Se desarrolla a continuación:

- Subestación de transmisión.- Son aquellas subestaciones conformadas por un conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica que reciben de una red de transmisión y la entrega a una red de distribución primaria, a las instalaciones de alumbrado público o a los usuarios.
- Subestación de distribución.- Son aquellas que presentan un conjunto de instalaciones para transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica que la recibe de una red de distribución primaria y la entrega a una red de distribución secundaria, a las instalaciones de alumbrado público o a los usuarios.

#### **3.1.2 Componentes de una subestación eléctrica**



Los componentes principales que integran una subestación eléctrica son los siguientes: transformador de potencia, interruptor de potencia, seccionador de barra, seccionador de puesta a tierra, apartarrayos, transformadores de instrumentos. Ello se desarrolla a continuación<sup>4</sup>.

- Transformador de potencia.- Los transformadores son máquinas eléctricas estáticas que permiten modificar los valores de voltaje y corriente con el fin de que éstos tomen los valores más adecuados para el transporte y distribución de la energía eléctrica.
- Interruptor de potencia.- Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y restablecer la continuidad en un circuito eléctrico.
- Cuchillas desconectadoras.- Las cuchillas desconectadoras (llamados también Seccionadores) son interruptores de una subestación o circuitos eléctricos que protegen a una subestación de cargas eléctricas demasiado elevadas.
- Cuchillas de puesta a tierra.- Los componentes de la puesta a tierra se dimensionan con distintos criterios según sea su función, los conductores se deben dimensionar con la mayor corriente que por ellos puede circular, y los dispersores para la mayor corriente que pueden drenar.
- Apartarrayos.- El apartarrayos es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de tipo atmosférico. El apartarrayos, dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.
- Transformadores de instrumento.- Son los que se emplean para alimentación de equipo de medición, control y protección.

---

<sup>4</sup> Fuente bibliográfica de la sección "Enríquez Harper (2005). "Elementos de diseños de subestaciones eléctricas -segunda edición"

### **3.2 Aspectos principales del montaje electromecánico**

El montaje electromecánico sigue una serie de procedimientos en los cuales se especifican los materiales y la metodología a aplicar

El montaje es especificado en varios ítems, los cuales se listan a continuación:

- Transformador de potencia
- Interruptor de potencia
- Seccionador de barra
- Transformadores de instrumento
- Pararrayos
- Tableros eléctricos
- Celdas de MT
- Transformadores de distribución
- Pórticos metálicos
- Soportes para equipos de maniobra
- Soportes metálicos, bandejas porta cables y tuberías conduit
- Sistema de barras y conectores de AT

Cada uno de los mencionados se organiza en dos partes:

- Procedimiento de montaje.- Que corresponde a todas las actividades a realizar para un ítem en especial. Estas se dividen en dos:
  - o Actividades previas.- Es la preparación para el montaje correspondiente
  - o Actividades e operación.- Es el montaje propiamente dicho.
- Equipos, herramientas y materiales.- son los elementos o componentes que son parte del montaje.

Dada la extensión del documento original, el cual es parte de la documentación de la empresa, a continuación se ilustra la metodología con uno de los elementos antes listado. En este caso, el montaje del transformador de potencia y el montaje

del interruptor de potencia.

### **3.2.1 Montaje de Transformador de potencia**

A continuación se detalla los procedimientos del montaje de transformadores de potencia así como los equipos, herramientas y materiales a utilizar<sup>5</sup>.

#### **a. Procedimiento de montaje**

Como se mencionó, existen actividades previas y actividades de operación:

##### **a.1 Actividades Previas**

Son las siguientes:

- Inspeccionar y aislar el área de trabajo, así como habilitar el lugar para la llegada del transformador de potencia.
- Cuando llegue el transformador a obra, descargar esta, directamente a su fundación. La elección del método de descarga dependerá de la disponibilidad que se tenga de contar con grúas de capacidad apropiada al peso del transformador. De estar disponible una grúa dentro de la zona de influencia de la obra, optar por el empleo de ella. De no estar disponible la grúa descargar el transformador empleando durmientes apropiados, vigas de alma llena y gatas hidráulicas.
- Luego que el transformador ha sido descargado sobre su fundación, se debe desactivar el registrador de impactos y retirar la hoja de registro del oscilógrafo, que debe ser visado por todos los representantes de las entidades involucradas (Cliente, transportista y/o fabricante y contratista). A la mayor brevedad se deberá alcanzar formalmente, una copia de la hoja de registros, a las entidades involucradas, para su correspondiente análisis y en función a las conclusiones de este análisis, tomar la decisión de continuar en forma normal con el montaje del transformador, o en su defecto solicitar la presencia de un especialista que revise

<sup>5</sup> Extraído de "Medina Edwin (2011). Procedimiento de montaje de Transformador de potencia – Delcrosa, Lima Peru"

interiormente y determine la existencia de posibles daños que pudieran haber causado las fuertes vibraciones a las que se habría sometido el transformador.

- Durante la recepción de los accesorios en los almacenes de obra, verificar que los radiadores, tanque de expansión, colectores y tuberías, tengan sus extremos debidamente sellados con tapas estancas, para evitar el ingreso de humedad o la contaminación de estos accesorios con polvos o suciedades suspendidas en el ambiente.
- Almacenar los cilindros de aceite aislante, preferentemente en posición horizontal, sobre durmientes de madera.
- Como generalmente, los grandes transformadores de potencia son entregados por el fabricante sin aceite, con presión de gas inerte en la cuba y sin los accesorios externos montados, mantener la cuba del transformador durante el periodo de almacenamiento, con una presión de gas inerte de aproximadamente 120 kpa, desde una botella con regulador de presión adosada a la cuba. No permitir que en ningún momento la presión sea inferior a 105 kpa en la cuba y 5.0 Mpa en la botella.
- Realizar lecturas diarias en el manómetro del regulador de presión y mantener informado sobre los valores obtenidos.

## **a.2 Actividades de Operación**

Son las siguientes:

- Montaje y conexión de accesorios en el transformador de potencia
- Llenado de aceite al transformador:
- Mediciones durante el montaje.

### **Montaje y conexión de accesorios en el transformador de potencia**

Se muestra a continuación:

- Desmontaje de bridas de válvula compuerta y cambio de empaquetaduras de las

mismas.

- Monitoreo periódico del manómetro para descartar fugas de nitrógeno, de haber fugas se aplicara nitrógeno a fin de mantener la presión positiva (2 psi) durante el montaje de los radiadores.
- Desmontaje de bridas ciegas de los radiadores.
- Maniobras para el montaje de los radiadores con camión grúa.
- Maniobra para el montaje del tanque de expansión.
- Evacuación de gas nitrógeno.
- Limpieza de la tapa del transformador para proceder a desmontar las bridas ciegas de los Bushing de lado primario.
- Instalación del kit de empaquetaduras de los bushing de lado primario, previos a su Montaje.
- Montaje de bushing de lado primario.
- Desmontaje de las bridas ciegas de los bushing de lado secundario.
- Instalación del kit de empaquetaduras de los bushing de lado secundario, previos a su montaje.
- Montaje de los bushing de lado secundario.
- Desmontaje de brida ciega de válvula de sobrepresión y cambio de empaquetadura.
- Montaje y conexión de la válvula de seguridad
- Desmontaje de brida ciega del pozo termométrico e Instalación del bulbo del relé de temperatura.
- Durante el montaje de los accesorios, se aplicara nitrógeno a fin de evitar el ingreso de oxígeno al interior del transformador.
- Instalación de cable termocupa con su respectivo bulbo sensor de temperatura.
- Montaje del relé buchholz.

- Instalación de empaquetaduras de bridas del relé buchholz previo al montaje.
- Instalación de accesorios del conmutador.
- Conexión de los contactos de los relés de protección al gabinete de control.
- Instalación de tuberías de las cúpulas.
- Instalación de porta barras pararrayo y montaje, conexasión de los pararrayos.
- Montaje de los moto ventiladores.
- Instalación y conexasión de equipo detector / analizador de gases
- Instalación de porta barras y platina puesta a tierra.
- Control del buen funcionamiento del indicador de nivel de aceite del transformador.
- Control del buen funcionamiento del indicador de nivel de aceite del conmutador bajo carga.
- Montaje e instalación de equipo deshidratador de aire del transformador.
- Montaje e instalación de equipo deshidratador de aire del conmutador bajo carga.
- Verificación de las ampollas de mercurio del Relé Buchholz y buen funcionamiento de los contactos del sistema de alarma y disparo.
- Revisión y control del buen funcionamiento de la válvula compuerta de los radiadores.

#### **Llenado de aceite al transformador:**

Se muestra a continuación:

- Instalación de manguera de alta presión en la válvula inferior.
- Apertura de válvulas compuerta inferior.
- Apertura de la válvula compuerta inferior de los radiadores.
- Encendido de la planta de tratamiento de Sistema TERMO VACIO.
- Llenado de aceite integral bajo Termo Vacío; deshumedecido, desgasificado y filtrado por la válvula inferior con equipo marca Micafil, 5000 litros / hora.

- Recirculación de aceite dieléctrico a 65 ° C por 5 ciclos continuos.
- Prueba de rigidez dieléctrica en campo.
- Extracción de muestra para análisis Físico Químico y Cromatográfico.

### **Mediciones durante el montaje**

Se debe medir las siguientes características, antes o durante el montaje:

- La rigidez dieléctrica en el aceite antes de cualquier llenado del transformador, según IEC, con separación de electrodos: 2.5 mm.
- El factor de potencia y la resistencia de aislamiento de los aisladores pasa tapas.
- La resistencia de aislamiento de los devanados, en los motores de los ventiladores.
- Las resistencias de aislamiento, relación de transformación y polaridad de los transformadores de corriente.
- Resistencia de aislamiento entre devanados y entre devanados a masa

### **b. Equipos, herramientas y materiales**

#### **Equipos:**

- Equipo camión grúa HIAB 6tn, o superior.
- Equipo de tratamiento por Sistema Termo Vacío de aceite dieléctrico marca MICAFIL VH-020, 5000 lt/hora.
- Equipo Espinterómetro.
- Grupo electrógeno de 100 kW.
- Equipo para medir el factor de potencia.
- Megómetro.
- Gatas de 30 Tons.
- Gatas de 100 Tons,
- Motor Hidráulico de 10,000 psi
- Mangueras Hidráulicas con capacidad de 10,000 psi, cada una con sus



respectivos seguros

- Tirfor para tracción horizontal

**Herramientas:**

- Vigas tipo H reforzadas
- Polines de rodamiento (tortugas),
- Planchas para desplazamiento de tortugas de 300 x 1200 mm
- Tacos de madera diferentes medidas
- Láminas de Madera y Acero de diferentes espesores
- Juegos de estrobos y grilletes de diferentes medidas
- Maleta de herramientas mecánicas y eléctricas aisladas.
- Arco y hoja de sierra.
- Eslingas para la maniobra.
- Tornillo de banco y mesa de trabajo.
- Tacos de madera.
- Soga manila 5/8" para hacer viento.

**Materiales:**

- Trapo industrial.

### **3.2.2 Montaje de interruptor de potencia**

A continuación se detalla los procedimientos del montaje de interruptores de potencia así como los equipos, herramientas y materiales a utilizar <sup>6</sup>.

#### **a. Procedimiento de montaje**

Se desarrollan a continuación las actividades previas y las de operación.

##### **a.1 Actividades Previas**

Son las siguientes:

- Contar con los planos de detalle aprobados por la supervisión donde indique como

---

<sup>6</sup> Resumen de "Medina Edwin (2011). Procedimiento de montaje de Interruptor de potencia – Delcrosa, Lima Peru"

se debe montar el interruptor de potencia SF6, caja de accionamiento y su soporte en la subestación.

- Se debe comprobar que estén todas las piezas requeridas de acuerdo con packing list, el interruptor de potencia está compuesto por los siguientes subconjuntos:

- La estructura soporte
- Las columnas de aislamiento.
- Las cámaras de corte.
- Los mecanismos de accionamiento.
- El tablero de control.
- Accesorios y botellas con gas SF6.

#### **a.2 Actividades de Operación**

El proceso de montaje de los interruptores de potencia involucra una serie de actividades secuenciales, que son las siguientes:

##### **Nivelación de pernos de anclaje**

- Una vez concluido con las Obras civiles de cimentación del interruptor, se procederá a la limpieza de los pernos de anclaje.
- Con el apoyo del Nivel topográfico, debidamente calibrado se ejecutara la nivelación de las tuercas, teniendo como referencia el nivel existente en la SE.

##### **Montaje de base del interruptor con su caja de mando:**

Mediante camión grúa de 6 Tn. o superior, se procede a montar la base del interruptor que tiene la caja de mando con las estructura metálicas mediante tornillos M16 x 80. Utilización de andamios o escalera de ser necesario en la actividad.

##### **Izaje de columnas polares:**

Mediante camión grúa de 6 Ton o superior, se procede a instalar cada una de

las columnas polares sobre la base del interruptor garantizando su nivelación y verticalidad asegurándolos con sus respectivos pernos de anclaje.

#### **Movimiento de equipos y accesorios a posición de montaje**

- Los interruptores tripolares, vienen acoplados a la caja de control.
- Se verificara los números de series, y tensión de control, teniendo en cuenta que la tensión de control en la SE es de 110Vcc y de 220Vcc.
- Con el apoyo de un montacargas, previa autorización, se realizara el retiro de almacenes y será cargado a la grúa para que pueda ser trasladado al lugar del montaje.

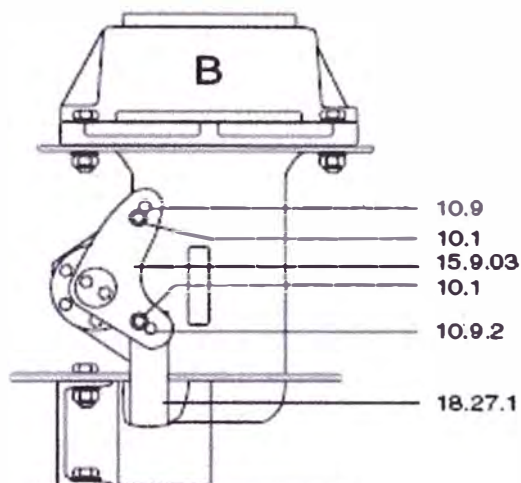
#### **Izamiento del Interruptor Tripolar**

- Se verificara, que el chasis del camión grúa esté conectado a la red de tierra profunda de la SE.
- El supervisor y/o capataz estará a cargo de la maniobra de izamiento del interruptor tripolar, el cual coordinara con el operador de grúa y operarios a cargo de esta actividad.
- El camión grúa se ubicara en la parte frontal de los soportes metálicos con la finalidad de usar al máximo el poder de carga de la grúa.
- Para la maniobra de izamiento se utilizara los puntos de izaje, que el fabricante recomienda, a fin de levantar al interruptor en su centro de gravedad.
- Así mismo se sujetara a ambos extremos del interruptor con sogas de maniobra a fin de mantener al interruptor alineado en la etapa de izamiento.
- El interruptor se fijara con los pernos que el fabricante suministre, y realizara los ajustes recomendados, utilizando un torquímetro calibrado.

#### **Acople de barra con columna polar fase A y fase C:**

- Una vez instaladas las columnas polares se procede al acople de la barra con las columnas polares de las fases A y C.

- En estado de suministro la columna polar está alineada con los pernos en la posición abierta para acoplar se quita el tornillo M6 10.1 (Ver figura 3.2) con la chapa de retención en la palanca 15.9.03 y se saca el perno 10.9.2 entonces encaja la varilla de accionamiento 18.27.1 en la palanca y se acopla el perno.

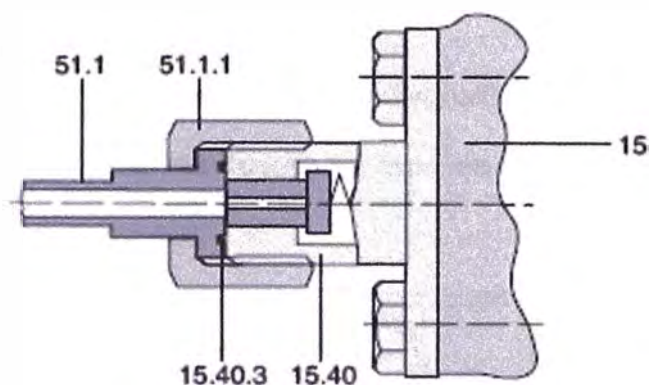


**Figura 3.2** Acople de barra con columna polar fase A y fase C

- Los otros dos polos se acoplan de la misma manera.

#### **Colocación de tubería de gas**

- Al montar los racores para montar los tubos hay que controlar si las superficies de sellado están limpias y las juntas toroidales se encuentran en buen estado.
- A cada columna polar, hay que conectar una tubería de gas.
- Para conectar el tubo de gas (51.1) a la brida (15.40) de la columna polar, retirar la tuerca de racor (15.40.1) con el capuchón de la brida (15.40) y establecer la conexión conforme la figura 3.3.



**Figura 3.3** Instalación de tubería de gas

**Puesta a tierra del interruptor:**

Conectar la base portante del interruptor al sistema de puesta a tierra (protección contra alta tensión por puesta a tierra) con la ayuda de los tornillos de puesta a tierra disponibles (ver figura 3.4).



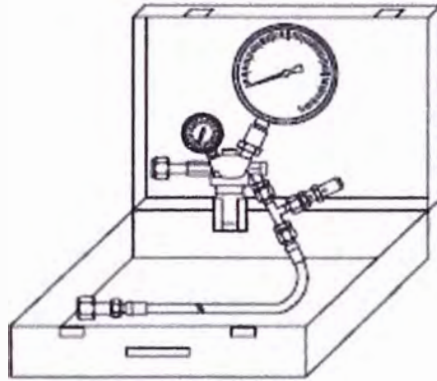
**Figura 3.4** Puesta a tierra del interruptor

**Llenado de gas SF6 y verificaciones de señales de alarmas y bloqueos:**

- Como las columnas polares vienen presurizadas de fábrica no es necesario realizarles vacío, este se realizará solamente en caso que se detecte que alguna de las columnas no este presurizada o presente alguna fuga en tal caso se debe realizar vacío y detectar la fuga y corregirla, posteriormente proceder al llenado como se enuncia a continuación.
- El llenado se realiza con el dispositivo previsto para tal fin (W423) (ver figura 3.5), el cual tiene una válvula de seguridad (presión de operación 8,0 bar) para evitar sobrecargas en las cámaras presurizadas debido a presiones inadmisiblemente

alcanzadas.

- Para el llenado se acopla el tubo flexible del dispositivo con la conexión de carga W1 del polo y con la válvula reguladora se llena de una forma lenta y regulada, como se muestra en la figura 3.6.



**Figura 3.5** Dispositivo de llenado de gas W423



W1  
18

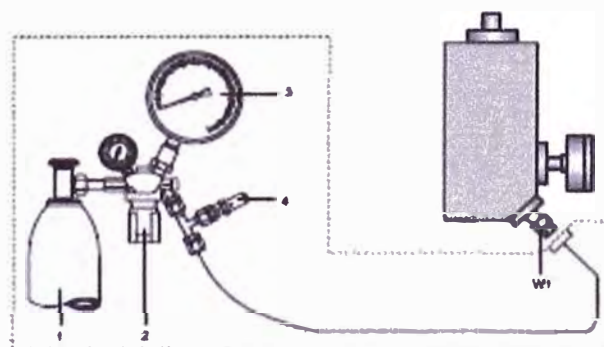
Fig. 38

Conexión de carga W1

W1  
18

Fig. 38

Conexión de carga W1



**Figura 3.6** Llenado de gas SF6

- El punto de equilibrio de la presión nominal a temperatura de 20°C es de 6.0 bar, sin embargo la presión final de llenado dependerá de la temperatura ambiente que se tenga en el momento del llenado. La cual se corregirá según la tabla de presión

de llenado de gas sf6.

**Verificación de hermeticidad:**

- Después del montaje del interruptor de potencia y del llenado con gas SF6 se debe realizar un control de la hermeticidad en las uniones de los tubos, para esto se usará un detector de fugas.
- Si se encuentra una fuga, quitar la junta no hermética y examinar si la superficie de sellado presenta daños o materiales extraños. Restablecer luego la unión usando una junta nueva y repetir la comprobación de hermeticidad.
- Se verificará la presión nominal en el manómetro del equipo de acuerdo con la temperatura y se corroborará nuevamente a las 24 horas para garantizar la hermeticidad.

**Ejecución de operaciones de prueba (apertura / cierre)**

- Una vez finalizado los trabajos de montaje el interruptor se encuentra en posición abierta, se debe conectar la tensión DC y AC para verificar el tensado del mecanismo de resorte de cierre y realizar 5 operaciones de ensayos mecánicos.

**b. Equipos, herramientas y materiales**

**Equipos:**

- Equipo camión grúa HIAB 6tn, o superior.
- Detector de fuga de gas. (Proveedor del equipo)
- Nivel de burbuja
- Torquímetro
- Equipo de llenado de gas SF6.

**Herramientas:**

- Elingas de Nylon de 3 Ton.
- Escalera de 5 mts.
- Maletín de herramientas mecánicas.



- Andamios tipo Hulma o similar.
- Fajas para maniobra en buen estado.
- Sogas nylon para asegurar el equipo.
- Estrobos

**Materiales:**

- Trapo industrial.

### **3.3 Aspectos principales de las instalaciones eléctricas**

De manera análoga al caso anterior, la metodología de la empresa considera los siguientes aspectos <sup>7</sup>:

- Instalaciones de cables de control
- Instalaciones de cables de energía de MT
- Instalaciones de puesta a tierra

Están organizadas de manera similar a la metodología de montaje electromecánico. Ello se ilustrará con las instalaciones de cables de control

#### **3.3.1 Instalaciones de cables de control**

Esta sección muestra lo correspondiente a

- Procedimiento de instalación.
- Equipos, herramientas y materiales

##### **a. Procedimiento de Instalación**

###### **a.1 Actividades Previas**

Son las siguientes

- Contar con los planos funcionales y fichas de conexionado aprobados por la supervisión donde indique los puntos de conexión en las cajas de mando y tableros en las subestaciones.
- Verificación de buen estado de las construcciones previas al tendido del cable,

---

<sup>7</sup> Metodología de procedimientos extraída y resumida de "Edwin Medina (2011), Procedimiento de instalaciones de cables de control – Delcrosa, Lima Peru"

como (canaletas, soportes metálicos para cables, etc.)

- En las subestaciones se realizara la inspección y ubicación exacta del equipo, caja u otro a ser conexionado.
- Se proveerá de los materiales para el conexionado tales como: terminales, marcadores, cintas, cintillos, etc. antes de realizar esta actividad.

## **a.2 Actividades de Operación**

Son las siguientes:

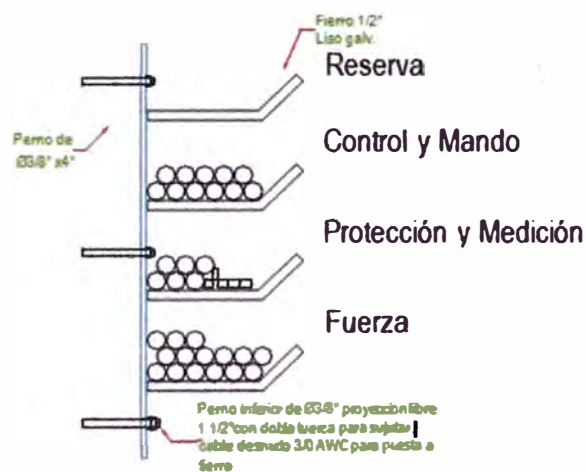
### **Tendido de Cables de Control**

- El tendido y fijación del cable será de acuerdo a lo establecido y por la ruta indicada en la ingeniería prevista o variaciones aprobadas.
- Quitar las tapas de concreto o metálicos en todo el recorrido de las canaletas y/o descubrir los ingresos y salidas de las tuberías conduit.
- Limpiar todo el recorrido de las canaletas a utilizar en el tendido del cable.
- Antes de iniciar el tendido medir la resistencia de aislamiento del cable en la bobina.
- Revisar el metrado de las bobinas y las características técnicas de acuerdo al plano.
- Ubicar las portabobinas en los puntos de inicio o fin del tendido.
- Montar las bobinas de cable en las portabobinas con ayuda del camión grúa.
- Ubicar personal cada 5 m. y en los cambios de direcciones de la canaleta.
- El tendido de los cables se desarrollará desde las cajas de mando de los equipos el patio de llaves (transformadores de tensión y corriente, seccionadores, interruptor de potencia SF6) hasta la sala de control (tableros de SSAA, tablero de control, mando y protección), conexionado en las cajas de agrupamiento, mando y tableros etc.
- Durante el tendido de los cables, al desarrollarlos o sacarlos de los carretes se

- procederá con cuidado para no causar daño a los cables o a sus cubiertas debido a cambios repentinos de curvatura. Asimismo, se evitará someterlos a curvas con radios menores a los mínimos permisibles, debiendo en lo posible, ser tendidos en forma más recta posible. Se evitará apoyarlos contra aristas agudas.
- El tendido de los cables en ductos y bandejas se hará con un máximo de preocupación para evitar dañar en alguna forma a los mismos. De no ser posible, los carretes o bobinas de cables se dispondrán en forma tal que los conductores puedan ser introducidos en los ductos en la forma más directa posible con un mínimo de cambios de dirección o número de curvas.
  - Los cables pueden ser jalados cuando así se requiere por medio de mordazas especiales del tipo "media", que envuelve a toda la superficie del cable en su extremo de jalada. El sellado de los cables será efectivo a fin de eliminar la posibilidad de que ingrese humedad a los mismos durante el jalado.
  - Cuando exista la posibilidad de que pueda entrar agua al cable, se mantendrá los extremos perfectamente sellados. De la misma forma se tratarán los extremos de cables ya instalados que deban permanecer durante algún tiempo sin conectarse a sus puntos terminales.
  - Registrar su metrado real de acuerdo a la enumeración impresa en el cable.
  - Empalme de cables en conductos está prohibido.
  - Codificar o rotular los cables en la punta inicial y final según el plano.
  - Efectuar las pruebas de continuidad de punta a punta del cable. Todos los hilos del cable (para cables multi polares) serán probados y se colocará su código para su fácil identificación.
  - Reponer las tapas de las canaletas que fueron retiradas para el tendido de los cables.

#### **Disposición de cables de control.**

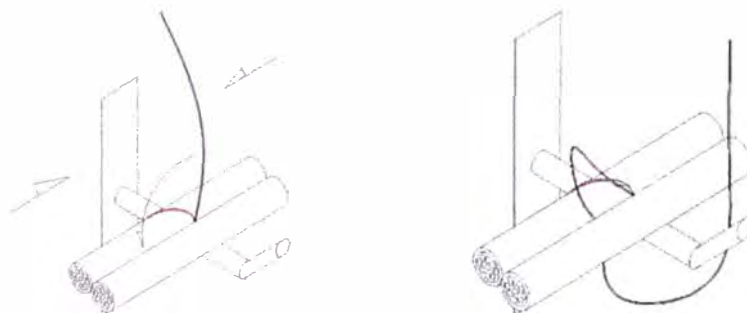
- Se inicia verificando que la punta debe estar debidamente aislada el tipo de cable que va a tenderse en la bandeja inferior llevando el cable hasta al punto de partida por las bandejas previamente codificado según plan de cableado
- Terminado de tender una cama se procede al peinado y amarre de los cables de Fuerza que se lanzaron terminado de lanzar los cables de Fuerza se procede a tender los cables de protección y medición en la bandeja siguiente
- Finalmente se lanzan los cables de control y mando en la bandeja de siguiente (ver figura 3.7).



**Figura 3.7** Disposición de cables de control

### Amarre de Cables Para Peinado

- Se realiza un amarre de cables con hilo nylon según la figura 3.8.



**Figura 3.8** Amarre de cables para peinado

- Luego se realiza un nudo simple con dos vueltas para asegurar el cable después se coloca el siguiente cable y se hace la misma operación.

- Para el amarre final se realiza la misma operación anterior más un nudo simple.

### **Conexión de Cables de Control**

- Conexión de cables de control (Colocación de terminales, numeradores cilíndricos, cintillos) en tableros de sala de control y cajas de mando de los equipos de patio de llaves conforme indica las fichas de conexión aprobadas por la supervisión.
- Verificar que las identificaciones del cable (etiquetas) provisionales correspondan al tablero, caja u otro que se van a conectar en conformidad con los planos para construcción.
- Se ordenará y seleccionará todos los cables que pertenezcan al tablero, panel o caja a conectar y se revisará si este contiene alguna recomendación acerca de su conexión o precaución al respecto.
- Se determinará los materiales a usar (terminales, conectores u otros), herramientas y equipos que sean necesarios para la conexión.
- Se identificará los puntos a conectar programando el orden de conexión en las borneras evitando cruces.
- Al ajustar las prensa estopas del tablero o caja teniendo cuidado en no dañarlas. Se deberá colocar su Rin entre la caja o prensaestopas.
- Preparar los cables e Introducirlos por las respectivas prensa estopas, una vez que haya planeado y presentado los recorridos internos del cable por el tablero o caja.
- Verificar que el cable este bien sujeto, jalándolo levemente desde fuera del tablero cuando se han ajustado todas las prensaestopas.
- Respetar las distancias entre los cables de control y de fuerza.
- Prevenir que el acomodo de los cables no propicie un aumento de temperatura por encima del valor que fueron diseñados.

- Retirar el aislamiento de cada conductor de acuerdo al terminal que se va a utilizar.
- Marcar definitivamente el conductor de acuerdo a los planos de borneras del proyecto antes de introducirlos a la bornera respectiva.
- Peinar el conjunto de cables dejando siempre una reserva en la canaleta plástica o en el recorrido interno del tablero o caja de paso.
- Sujetar los conductores de manera que el aislamiento no sufra deterioro, asegurando, que los tableros y las partes metálicas que no conduzcan corriente, deben conectarse permanentemente a tierra excepto las partes pequeñas que no estén expuestas a tener potencial sino en condiciones muy especiales.
- Los terminales a los que se conecta más de un conductor deben ser de un tipo aprobado para dos o más conductores (se conectara como máximo dos cables por cada punto de sujeción en las borneras).
- Se procederá a introducirlos en la bornera ajustándolos fuertemente con el tornillo de sujeción, una vez marcados correctamente los conductores.
- Verificar la adecuada unión del conector del cable a los bornes del tablero, caja de paso u otro.

#### **b. Equipos, herramientas y materiales**

##### **Equipo:**

- Equipo camión grúa HIAB 6tn, o superior.
- Multitester.
- Pistola de aire caliente.
- Megometro de 0-5kv, 5TW
- Cant. Req. Porta bobinas.
- Escaleras dobles.
- Barretas y barretillas

- Maletín de herramientas eléctricas

**Herramientas:**

- Eslingas de Nylon de 3 Ton.
- Maletín de herramientas mecánicas
- Fajas para maniobra en buen estado.
- Estrobos
- Maletas de llaves.
- Amés con línea de vida.
- Juego de perilleros.
- Rollos de cinta de marcar.
- Carretillas.
- Maletín de herramientas eléctricas
- Cinta Masking Tape  $\frac{1}{2}$ " y  $\frac{3}{4}$ "
- Cant.Req Terminares de punta, ojo, uña, etc. En las medidas requeridas.
- Escalera de 5 metros.
- Prensa terminales manuales
- Cuchilla, Navaja o Cutter

**Materiales:**

- Trapo industrial.
- Cant. Req. Listones de madera.
- Cintillos.
- Terminales.
- Numeradores cilíndricos.
- Codificadores de cables.
- Cant Req Cintillos plásticos varias medidas
- Cant.Req. Marquillas termo contraibles e impresora



- Nylon #16

### **3.4 Procedimientos para la administración de proyectos**

Los procedimientos para la administración en el proyecto implementaremos la Guía de los Fundamentos para Dirección de Proyectos o también demonimado "A Guide to the Project Management Body of Knowledge", será denominado en adelante como PMBOK.

El Project Management Institute (PMI®) creó, en 1996, la primera edición de PMBOK llevando al mundo un documento que, poco a poco, fue calando en las industrias y en la administración de proyectos, convirtiéndose en un estándar avalado por American National Standards Institute (ANSI) en el año 2000.

El PMBOK es un contenido de mejores prácticas, agrupadas de cierta manera, heredad de diversas industrias y disciplinas que conforman un modelo metodológico. El PMBOK en si no es una metodología que "deba" ser seguida al pie de la letra; de hecho, el mismo documento, indica que los procesos y sus relaciones deben ser personalizados a la necesidad del proyecto y de la empresa.

El contenido del PMBOK es una descripción de las técnicas mas aceptadas para el manejo de proyectos, pero no nos va especificar como hacerlo exactamente, nada más nos va a dar las herramientas para poder hacer dicha actividad en nuestro proyecto.

Un tema importante son los grupos de proceso para un proyecto tales como los grupos de procesos: inicio, planeamiento, ejecución y cierre, todo esto bajo el monitoreo y control. Lo que el PMBOK quiere expresar con estos grupos procesos, es ver de manera genérica las agrupaciones de procesos que se requieren para manejar un proyecto.

#### **3.4.1 Ciclo de vida de un proyecto**

Para facilitar la gestión, los gerentes o directores de proyectos pueden dividir los

proyectos en fases. El conjunto de estas fases se conoce como ciclo de vida del proyecto. Muchas organizaciones identifican un conjunto de ciclos de vida específicos para usarlos en todo sus proyectos.

**Tabla 3.1 Grupo de Procesos de Gerencia de Proyectos**

Áreas del Conocimiento	GRUPO DE PROCESOS DE GERENCIA DE PROYECTOS				
	Grupo de Procesos de Iniciación	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Seguimiento y Control	Grupo de Procesos de Cierre
Gestión de la Integración del Proyecto	Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	Desarrollar el plan de gestión del proyecto	Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto	Supervisar y controlar el trabajo del proyecto	Cerrar proyecto o Fase
Gestión del Alcance del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recolectar requerimientos</li> <li>• Definir el alcance</li> <li>• Crear WBS</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar Control Integrado de Cambios</li> <li>• Verificar el alcance</li> <li>• Controlar el alcance</li> </ul>	
Gestión del Tiempo del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definir las actividades</li> <li>• Establecer la secuencia de actividades</li> <li>• Estimar los recursos de las actividades</li> <li>• Estimar la duración de las actividades</li> <li>• Desarrollar el cronograma</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar el cronograma</li> </ul>	
Gestión de Costos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estimar los costos</li> <li>• Preparar el presupuesto de costos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar los costos</li> </ul>	
Gestión de la Calidad del Proyecto		Planificar la calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el aseguramiento de calidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar la calidad</li> </ul>	
Gestión de los RR.HH del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar el Plan de Gestión de los RR.HH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir el equipo del proyecto</li> <li>• Desarrollar el equipo del proyecto</li> <li>• Gestionar el equipo del proyecto</li> </ul>		
Gestión de las comunicaciones del Proyecto	Identificar Stakeholders	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar las comunicaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuir la información</li> <li>• Gestionar a los interesados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informar el rendimiento</li> </ul>	
Gestión de los riesgos del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar de la gestión de riesgos</li> <li>• Identificar los riesgos</li> <li>• Analizar cualitativamente</li> <li>• Analizar cuantitativamente</li> <li>• Planificar la respuesta a los riesgos</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorizar y controlar los riesgos</li> </ul>	
Gestión de las adquisiciones del Proyecto		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar las adquisiciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar las adquisiciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Administrar las adquisiciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrar las adquisiciones</li> </ul>

### 3.4.2 Enfoque de procesos de gerencia del pmbok

La Gerencia de proyectos se hace efectiva mediante la ejecución de procesos, usando conocimiento, habilidades, herramientas y técnicas de dirección de proyectos que reciben entradas y generan salida.

El enfoque por proceso es el corazón del PMBOK del PMI® (Project Management Institute).

### 3.4.3 ¿Qué es un proceso?

Un proceso es una serie de acciones y actividades interrelacionadas que se llevan a cabo para alcanzar un conjunto previamente especificado de productos, resultados o servicio.

### 3.4.4 Grupo de procesos de la gerencia de proyectos

Todo proyecto independiente de la industria en que se desarrolla pasa por los siguientes 5 grupos de procesos como se muestra en las figuras del 3.9 al 3.14.

a) Inicio

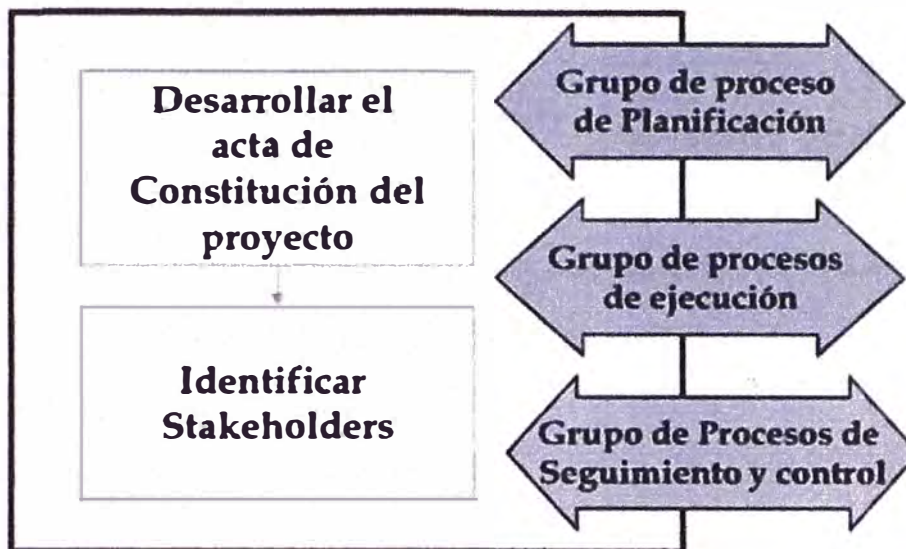


Figura 3.9 Grupo de Proceso de Inicio

b) Planificación

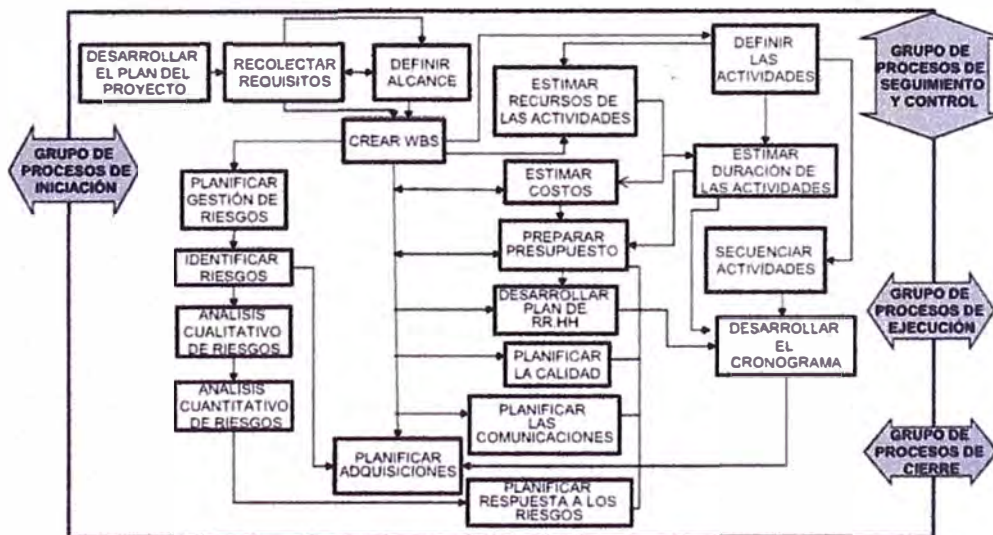


Figura 3.10 Grupo de Proceso de Planificación

c) Ejecución

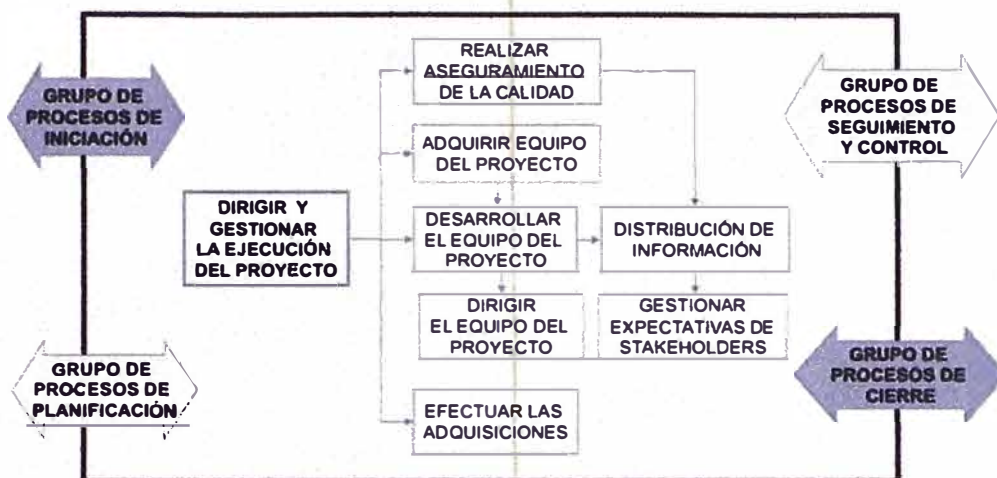


Figura 3.11 Grupo de Proceso de Ejecución

d) Seguimiento y Control

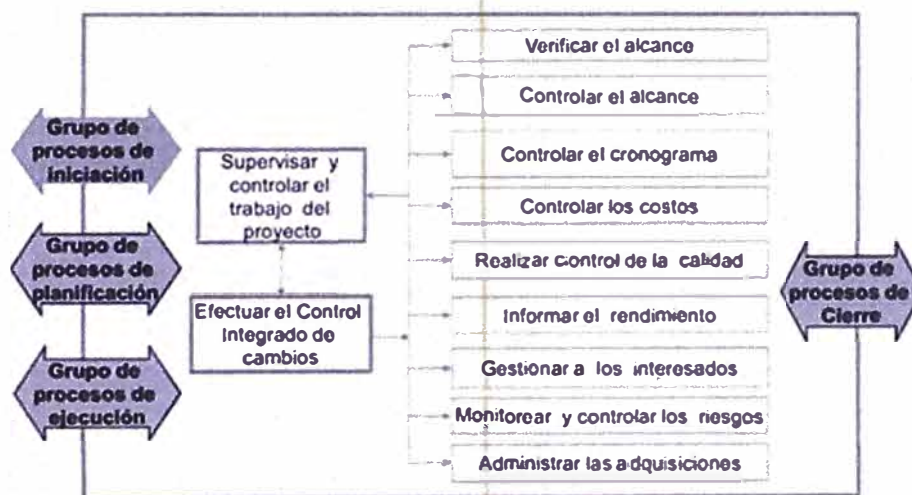
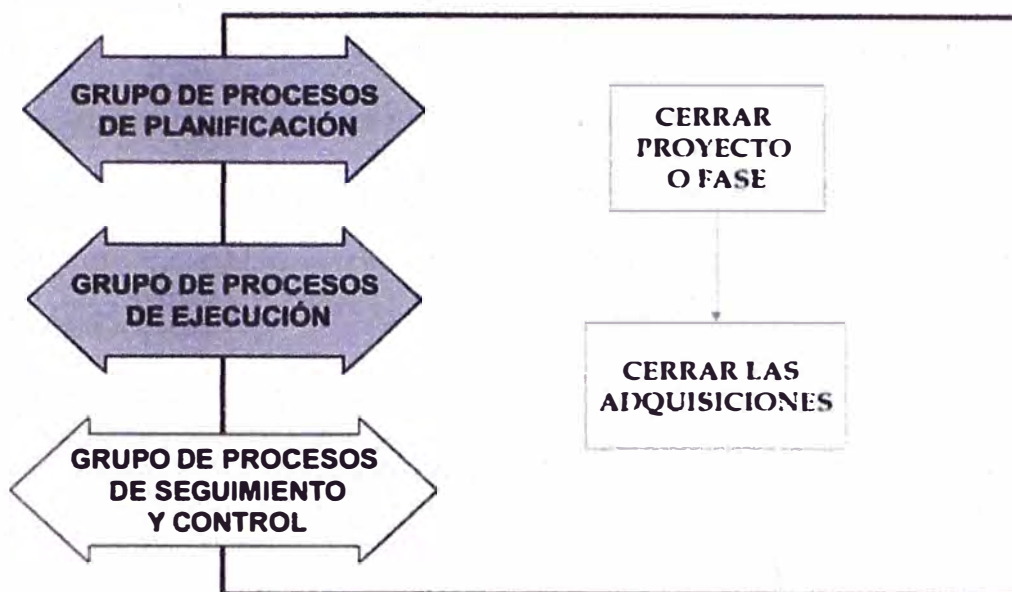


Figura 3.12 Grupo de Proceso de Seguimiento y Control

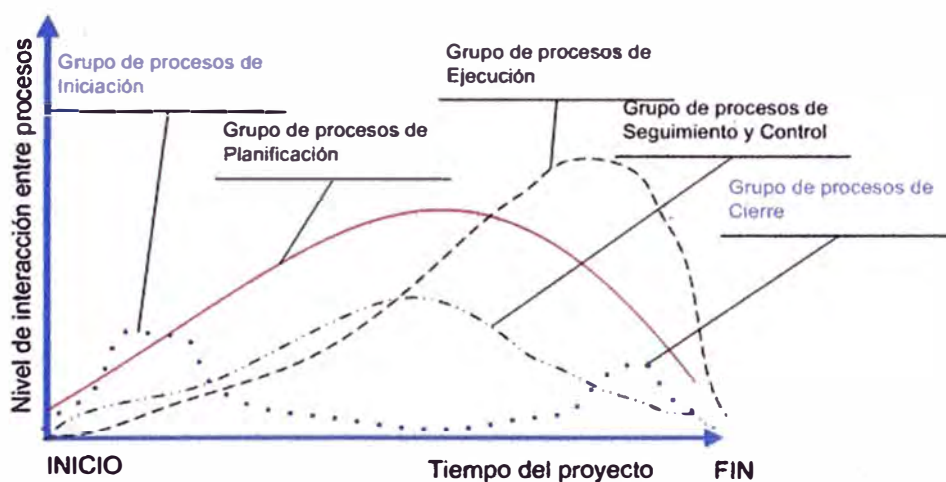
e) Cierre





**Figura 3.13** Grupo de Proceso de Cierre

### 3.4.5 Interacciones entre procesos



**Figura 3.1** Niveles de interacción entre procesos VS Tiempo

### 3.4.6 Áreas del conocimiento

#### a. Gestión de la integración del proyecto

La Gestión de la Integración del Proyecto incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de la dirección de proyectos dentro de los grupos de

procesos de dirección de proyectos.

**b. Gestión del alcance del proyecto**

Incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto incluya todo el trabajo requerido, y sólo el trabajo requerido, para completar el proyecto con éxito.

Se encarga principalmente de la definición y control de lo que está y no está incluido en el proyecto.

**c. Gestión del tiempo del proyecto**

Incluye los procesos necesarios para asegurar que el proyecto concluya en el tiempo planificado.

**d. Gestión de costos del proyecto**

Incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos para que el proyecto pueda ser completado dentro del presupuesto aprobado.

**e. Gestión de la calidad del proyecto**

Incluye los procesos y las actividades como garantía de calidad y control de calidad (QA&QC).

**f. Gestión de recursos humanos del proyecto**

Incluye los procesos que organizan y dirigen el equipo del proyecto.

**g. Gestión de la comunicación del proyecto**

Incluye los procesos requeridos para asegurar la generación y disposición final oportuna y apropiada de la información del proyecto.

**h. Gestión de riesgo del proyecto**

Incluye los procesos necesarios para:

- a) Planificación
- b) Identificación
- c) Priorización

d) Cuantificación

e) Respuestas

**i. Gestión de las adquisiciones del proyecto**

Incluye los procesos necesarios para:

a) Comprar o adquirir los productos, servicios o resultados necesarios para realizar el trabajo

b) Preparar los contratos

c) Preparar propuestas

d) Solicitar cotizaciones

e) Evaluar y seleccionar proveedores

f) Administrar contratos

g) Cerrar contratos



## CAPÍTULO IV

### GESTIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se presentan la gestión del proyecto orientada al PMI. La parte más importante de ella es la de iniciación y planificación, por ello se pone especial énfasis en esa etapa.

#### 4.1 Iniciación

Esta fase involucra la constitución del proyecto, la identificación de los involucrados, y la descripción de los factores ambientales y activos de la organización en el cual el proyecto es ejecutado. Para este proyecto se consideró:

- Constitución del proyecto
- Identificación de los involucrados

##### 4.1.1 Constitución del proyecto

El proyecto es formalmente iniciado, se define y otorga autoridad al director de proyecto mediante el desarrollo de un Acta de constitución del proyecto.

Para el presente estudio el acta está compuesta de la siguiente manera:

#### a. Información General

<b>Nombre del Proyecto</b>	Ampliación de SET Los Ejidos con un transformador de 58/22.9/10kv - 18/18/7MVA ONAF.	<b>Fecha de Preparación</b>	15 Oct. 2013
<b>Patrocinador:</b>	Cliente	<b>Fecha de Modificación:</b>	01 enero 2013
<b>Preparado por:</b>	Víctor D. Cárdenas Rezábal	<b>Autorizado por:</b>	Víctor Cárdenas

**b. Necesidad del Proyecto**

Las necesidades del proyecto son:

- Satisfacer la demanda de energía eléctrica en el sector del medio Piura.
- Oportunidad de negocio.
- Mantener la confiabilidad en el sistema eléctrico.

**c. Oportunidad de Negocio**

Las oportunidades de negocio son:

- Comercialización de energía eléctrica para el sector público y privado en la zona del medio Piura.

**d. Objetivos del Proyecto**

El objetivo del proyecto es atender la demanda energética en la zona del Medio Piura, debido al crecimiento de la población y del sector agroindustrial.

**e. Enunciado del Trabajo del Proyecto (SOW)**

Los trabajos a realizar son la construcción de una bahía de transformación con un transformador de 58/22.9/10kv - 18/18/7MVA ONAF, interruptor de potencia, seccionador de barra y transformadores de tensión.

También se debe construir una nueva sala de control equipada con tableros eléctricos y celdas de media tensión.

**f. Alcances del Proyecto**

El Proyecto contempla dentro de su alcance las siguientes actividades y/o instalaciones:

- Construcción de una bahía de transformación con de 58/22.9/10kv - 18/18/7MVA ONAF.
- Construcción de una sala de control.
- Suministro e instalación de los equipos electromecánico.
- Pruebas y puesta en servicio

### **g. Descripción del Producto**

La descripción del producto es la ampliación de la subestación eléctrica Los Ejidos, el cual está compuesta de una bahía de transformación y una sala de control.

### **h. Autoridad del Proyecto**

Autorización	Gerente de la Empresa – Cliente
Gerente del proyecto	Víctor Cárdenas Rezabal (Contratista)
Equipo del Proyecto	

#### **- Contratista:**

- |                                 |                              |
|---------------------------------|------------------------------|
| ○ Ing. Cristiam Miranda Barrios | Residente de Obra            |
| ○ Ing. Javier Palomino Ruiz     | Ing. de planeamiento         |
| ○ Ing. Luis Ramírez López       | Ing. de control de proyectos |
| ○ Ing. José Robles Ramírez      | Supervisor de obra           |

#### **- Cliente:**

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| ○ Ing. Jenny Biffy Chira      | Jefe de administración de proyectos |
| ○ Ing. Walter Davila Carbajal | Coordinador de Obra                 |

### **i. Fases del Proyecto**

Las fases del proyecto son:

- Inicio
- Planificación.
- Ejecución
- Control y monitoreo
- Cierre

### **j. Restricción del Proyecto**

Las restricciones del proyecto son:

- No se realiza el diseño de la ingeniería de detalle.

- No se realiza la integración al sistema SCADA.

#### **k. Suposiciones del Proyecto**

Las suposiciones del proyecto son:

- La ejecución se realizara de acuerdo a la ingeniería de detalle.
- Se dispondrá de permisos correspondientes para la ejecución del proyecto en el tiempo establecido.
- Se dispondrá de un ambiente adecuado para la ejecución del proyecto.

#### **l. Criterio de Aceptación del Proyecto**

El fiscalizador (Cliente), revisara los suministros, montajes e instalaciones según las especificaciones técnicas y tablas de datos técnicos aprobadas.

#### **m. Presupuesto Preliminar**

El presupuesto preliminar es de S/. 5 866 670,13

#### **n. Hitos Principales del Proyecto**

Los hitos principales del proyecto son:

- o Cumplir con el alcance del proyecto.
- o El costo del proyecto no debe ser superior al presupuesto preliminar.
- o Cumplir con el cronograma del proyecto.

#### **o. Riesgos del Proyecto**

Los riesgos del proyecto son:

- Modificación del alcance del proyecto.
- Daños en las instalaciones del proyecto a causa de fenómenos naturales y/o provocados por el cliente Enosa S.A.
- Intervenciones del cliente como remodelaciones, construcciones y restauraciones en el lugar del trabajo durante el desarrollo del proyecto.
- Huelgas o paros laborales que ocurriesen en las instalaciones del proyecto por personal del cliente.

#### **p. Firmas**

Del Gerente de la Proyecto – Cliente y del gerente del proyecto Contratista  
(Víctor Cárdenas) --15 de octubre del 2013

#### **4.1.2 Identificación de los involucrados**

Los involucrados o interesados son todas aquellas personas y/o organizaciones que tienen un interés positivo o negativo sobre la realización del proyecto. Para el presente proyecto (Ampliación de SET Los Ejidos con un transformador de 58/22.9/10kv - 18/18/7MVA ONAF) se identificaron a los siguientes involucrados:

- Cliente (Enosa S.A.).
- Contratista.
- COES.
- Municipalidad Distrital de Castilla.

#### **4.2 Planificación**

En esta fase se desarrolla el plan para la dirección del proyecto, el cual consta diversos planes de gestión que fueron los más representativos en la gestión de la implementación del proyecto mencionado.

Estos planes son:

##### **4.2.1 Plan de gestión de alcance**

Para la realización de este plan se efectúa un análisis de requisitos

Ello será desarrollado mediante el descubrimiento del proyecto, la definición de los productos que deben ser entregados al cliente, y la creación de una estructura de desglose de trabajo.

Para el caso del estudio se tienen los siguientes documentos:

- Enunciado del Alcance.
- Estructura de Desglose del Trabajo (EDT).
- Diccionario EDT.

### a. Enunciado del alcance

Se resume en la tabla 4.1. Sus principales ítems son:

- Objetivos del proyecto.
- Asunciones del Proyecto.
- Restricciones del Proyecto.
- Límite del Proyecto.
- Criterio de Aceptación del Proyecto.

**Tabla 4.1 Enunciado del alcance**

<b>Objetivos del proyecto</b>	<p><u>Alcance:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cumplir los objetivos alcanzados por el cliente.</li> </ul> <p><u>Costo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El costo del proyecto no debe exceder los S/. 5 866 670,13</li> <li>- Este costo incluye el contrato a suma lazada para la instalación de la obra.</li> </ul> <p><u>Tiempo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- El plazo de ejecución del proyecto no debe exceder lo indicado el cronograma aprobado.</li> </ul> <p><u>Calidad:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Los procesos y procedimientos para la instalación de los equipos deben estar de acuerdo a las normas nacionales e internacionales.</li> <li>- Se cumplirán los estándares durante la ejecución del proyecto.</li> </ul> <p><u>Riesgo:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se cumplirán las normas de seguridad del cliente para minimizar el riesgo que puedan presentarse.</li> </ul> <p><u>RRHH:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contratar personal calificado para trabajos específicos.</li> </ul> <p><u>Comunicación:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Comunicar a los interesados sobre el avance del proyecto y los posibles cambios.</li> <li>- Conservar a los interesados positivos.</li> </ul>
-------------------------------	--

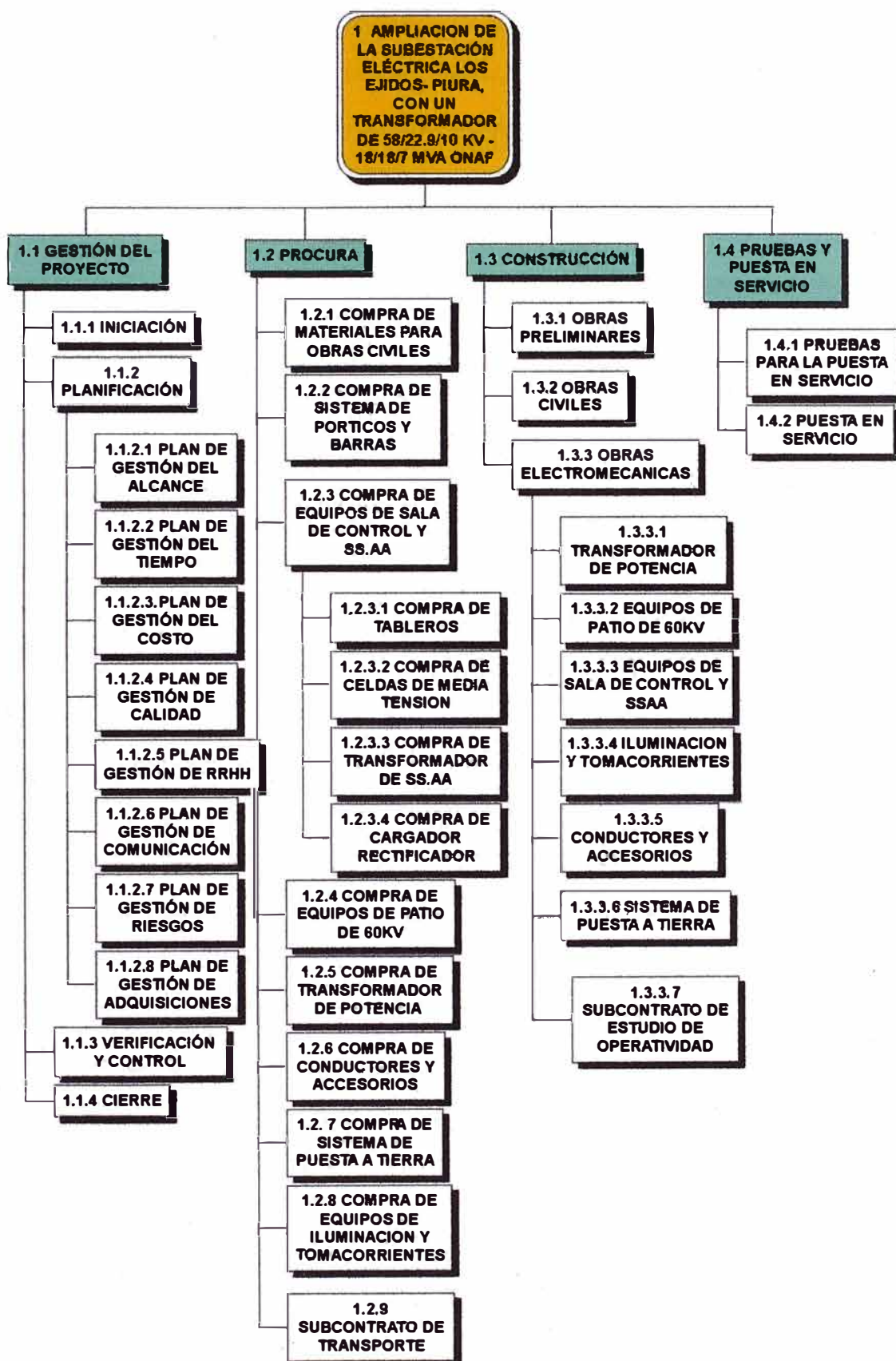


	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Convencer a los interesados negativos a positivos.</li> </ul> <p><u>Adquisiciones:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preparar Contrato.</li> </ul> <p><u>Entregables:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Se entregaran manuales y certificados de calidad de los equipos instalados.</li> <li>- Protocolos de pruebas de los equipos instalados.</li> <li>- Plan de trabajo.</li> </ul> <p><u>Stakeholders:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Satisfacer a los interesados(cliente, contratista, municipalidad de Castilla y el COES).</li> </ul>
<b>Asuncione s del Proyecto</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los equipos importados ya se encontraran disponibles y operativos en sus almacenes.</li> <li>- Las personas requeridas para la ejecución del proyecto ya se encontraran capacitados.</li> </ul>
<b>Restriccio nes del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El costo del proyecto no debe exceder los S/. 5 866 670,13</li> <li>- El funcionamiento de las otras bahías de la subestación no se verá afectada por la construcción de la nueva bahía</li> <li>- El proyecto se acabara en un plazo de 365 días.</li> </ul>
<b>Límite del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El proyecto considera como limite la puesta en servicio local, así como pruebas de funcionamiento.</li> <li>- La integración de la subestación al sistema scada no corresponde al proyecto, si no al cliente.</li> </ul>
<b>Criterio de Aceptació n del Proyecto:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tablas de datos técnicos de los equipos serán aprobadas por el cliente</li> <li>- Los protocolos de equipos de campo serán aprobadas por el cliente</li> <li>- Todas las aprobaciones serán mediante carta formal dirigida al jefe de administración de proyectos (Cliente).</li> </ul>

#### b. Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)

La figura 4.1 muestra el EDT respectivo.





**Figura 4.1 Estructura de Desglose del Trabajo (EDT)**

### c. Diccionario EDT

El EDT es complementado con su respectivo diccionario en donde se precisan todos los aspectos relacionados a cada actividad de todos los paquetes de trabajo (ver tabla 4.2).

**Tabla 4.2 Diccionario EDT**

<b>1.1.1 Iniciación</b>			
<b>Objetivo</b>	Iniciar el Proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Documento que detalla: la definición del proyecto, definición del producto, requerimiento de los stakeholders, necesidades del negocio, finalidad y justificación del proyecto, cronograma de hitos, organizaciones que intervienen, supuestos, restricciones, riesgos, y oportunidades del proyecto.		
<b>Actividad(es)</b>	Reunión con el Cliente Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Contratista) Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	5	<b>Costos</b>	S/. 2700
<b>Fecha de inicio</b>	15/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	19/10/2013
<b>1.1.2.1 Plan de Gestión del Alcance</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo (y únicamente todo) el trabajo requerido para cumplirlo con éxito.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del Proyecto elaborará el Plan de Gestión del alcance, el enunciado del alcance, la EDT y sus diccionarios.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión del Alcance Elaborar la Declaración del Alcance (Enunciado) Crear el EDT. Elaborar el Diccionario de la EDT		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Contratista) Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	4	<b>Costos</b>	S/. 2160
<b>Fecha de inicio</b>	20/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	23/10/2013
<b>1.1.2.2 Plan de Gestión del Tiempo</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos para administrar la finalización a tiempo del proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del proyecto elaborará el cronograma con relación al Plan de Gestión del Cronograma		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión del Cronograma		

	Desarrollar el Cronograma		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	3	<b>Costos</b>	S/. 1620
<b>Fecha de inicio</b>	24/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	26/10/2013
<b>1.1.2.3 Plan de Gestión del Costo</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del proyecto elaborará el plan de gestión de costos, estimará los costos y determinará el presupuesto del proyecto.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de costos		
	Estimar Costos		
	Determinar el Presupuesto		
	Elaborar la Curva S		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	4	<b>Costos</b>	S/. 1620
<b>Fecha de inicio</b>	27/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	30/10/2013
<b>1.1.2.4 Plan de Gestión de la Calidad</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos a fin de que el proyecto satisfaga las necesidades por las cuales fue emprendido.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del Proyecto elaborará el plan de Gestión de Calidad.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de Calidad		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	3	<b>Costos</b>	S/. 1620
<b>Fecha de inicio</b>	31/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	02/11/2013
<b>1.1.2.5 Plan de Gestión de RRHH</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos de modo que organizan, gestionan y conducen el equipo del proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del proyecto elaborará el plan de RRHH.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de RRHH		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			



<b>Duración</b>	2	<b>Costos</b>	S/. 1080
<b>Fecha de inicio</b>	03/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	04/11/2013
<b>1.1.2.6 Plan de Gestión de la comunicación</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del Proyecto elaborará el Plan de comunicación, para determinar las necesidades de información de los interesados en el proyecto y definir cómo abordar las comunicaciones con ellos.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de las Comunicaciones		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	2	<b>Costos</b>	S/. 1080
<b>Fecha de inicio</b>	05/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	06/11/2013
<b>1.1.2.7 Plan de Gestión del Riesgo</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos con el fin de aumentar la probabilidad de impacto de los eventos positivos y, disminuir la probabilidad de impacto de los eventos negativos para el proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El equipo del proyecto elaborará el Plan de Gestión de Riesgos, el cual define como realizar las actividades de gestión de los riesgos para el proyecto.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de Riesgos		
	Identificar y realizar el análisis cualitativo y cuantitativo los Riesgos		
	Desarrollar el RBS		
	Planificar la respuesta a los riesgos		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	2	<b>Costos</b>	S/. 1080
<b>Fecha de inicio</b>	07/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	08/11/2013
<b>1.1.2.8 Plan de Gestión de Adquisiciones</b>			
<b>Objetivo</b>	Definir los procesos requeridos para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados que es necesario obtener fuera del equipos de proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se elaborará el Plan de Gestión de las Adquisiciones, el cual documentará las decisiones de compra para el proyecto, especificando la forma de hacerlo e identificando a posibles vendedores.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el Plan de Gestión de las Adquisiciones		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	5	<b>Costos</b>	S/. 2700
<b>Fecha de inicio</b>	09/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/11/2013

<b>1.1.3 Verificación y control</b>			
<b>Objetivo</b>	Verificar y Controlar el proyecto, informando a la gerencia del Proyecto		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Actividades relacionadas con el seguimiento del proyecto, control de avance, seguimiento de riesgos y gestión de cambios, es decir, todo lo necesario para mantener al día el conocimiento de la gerencia del proyecto sobre el estado del mismo y poder tomar las acciones necesarias en cada momento.		
<b>Actividad(es)</b>	Reunión de Coordinación semanal		
	Informe semanal del Performance del Trabajo		
	Seguimiento y Control de los Riesgos		
	Solicitud de cambios		
	Acciones correctivas		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	330	<b>Costos</b>	\$/ 20000
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	09/10/2014
<b>1.1.4 Cierre</b>			
<b>Objetivo</b>	Cerrar el proyecto		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Para el cierre del proyecto se realizará una reunión con el equipo del proyecto, donde el Jefe del Proyecto deberá presentar los siguientes documentos: - Informe de Performance del Proyecto. - Lecciones Aprendidas del Proyecto. - Acta de Aceptación del Proyecto. - Archivo Final del Proyecto.		
<b>Actividad(es)</b>	Elaborar el informe de performance del proyecto.		
	Elaborar las lecciones aprendidas.		
	Elaborar el Acta de aceptación del proyecto.		
	Elaborar el Archivo Final del Proyecto		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Proyecto (Contratista)/ Jefe de Proyecto (Cliente)		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	5	<b>Costos</b>	\$/ 2700
<b>Fecha de inicio</b>	10/03/2015	<b>Fecha de termino</b>	14/03/2015
<b>1.2.1 Compra de materiales para obras civiles</b>			
<b>Objetivo</b>	Suministrar los materiales necesarios para las construcciones civiles de la subestación eléctrica Los Ejidos.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de la subestación compacta y el tablero de baja tensión		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de materiales de construcción para el patio de llaves.		
	Compra de materiales de construcción para la sala de control.		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		

<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	15	<b>Costos</b>	S/. 250000
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	28/11/2013
<b>1.2.2 Compra de sistema de pórticos y barras</b>			
<b>Objetivo</b>	Suministrar el sistema de pórticos y barras necesarias para la ampliación de la subestación eléctrica.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los pórticos y barras		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de los componentes para el amado del sistema de pórticos y barras.		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 60000
<b>Fecha de inicio</b>	29/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	28/12/2014
<b>1.2.3.1 Compra de tableros</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar los tableros de control, protección, medición y servicios auxiliares.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los tableros eléctricos.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de tableros eléctricos. Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	90	<b>Costos</b>	S/. 405701
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	11/02/2014
<b>1.2.3.2 Compra de celdas de media tensión</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar las celdas de media tensión según el requerimiento del proyecto..		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de las celdas de media tensión.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de las celdas de media tension 22.9kv. Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	90	<b>Costos</b>	S/. 1412251
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	11/02/2014
<b>1.2.3.3 Compra de transformador de servicios auxiliares</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar el transformador de servicios auxiliares según el requerimiento del proyecto.		



<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra del transformador de servicios auxiliares.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra del transformador de tensión.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 12470
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/12/2014
<b>1.2.3.4 Compra de cargador rectificador</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar el cargador rectificador según el requerimiento del proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra del cargador rectificador		
<b>Actividad(es)</b>	Compra del cargador rectificador		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 38425
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/12/2014
<b>1.2.4 Compra de equipos de patio de 60kv</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar los equipos de patio de llaves de 60kv según las especificaciones técnicas requeridas.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los equipos de patio de llaves de 60kv.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de equipos de 60kv para el patio de llaves.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	90	<b>Costos</b>	S/. 260106
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	11/02/2014
<b>1.2.5 Compra de transformador de potencia</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar el transformador de potencia según las especificaciones técnicas requeridas.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra del transformador de potencia.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra del transformador de potencia.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		



aceptación			
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	120	<b>Costos</b>	S/. 1198823
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/03/2014
<b>1.2.6 Compra de conductores y accesorios</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar los conductores y accesorios requeridos para el proyecto.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los conductores y accesorios eléctricos.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de conductores y accesorios eléctricos.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 80841
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/12/2014
<b>1.2.7 Compra de sistema de puesta a tierra</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar los suministros necesarios para la instalación del sistema de PAT		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los suministros del sistema de PAT		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de materiales para el sistema de PAT		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	20	<b>Costos</b>	S/. 28872
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	07/12/2014
<b>1.2.8 Compra de equipos de iluminación y tomacorrientes</b>			
<b>Objetivo</b>	Comprar los suministros necesarios para la instalación de iluminación y tomacorrientes.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizará la compra y transporte a obra de los suministros de iluminación y tomacorrientes.		
<b>Actividad(es)</b>	Compra de materiales para el sistema de iluminación y tomacorrientes.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	10	<b>Costos</b>	S/. 3718
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	23/11/2013
<b>1.2.9 Subcontrato de transporte</b>			
<b>Objetivo</b>	Trasladar los equipos y materiales de Lima a la subestación , el cual se encuentra en Piura.		

<b>Descripción del Trabajo</b>	Se subcontratará el servicio de transporte según los materiales a trasladar.		
<b>Actividad(es)</b>	Subcontratar el servicio de una movilidad.		
	Transporte a Obra		
<b>Responsable(s)</b>	Jefe de Logística		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	120	<b>Costos</b>	S/. 50000
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/03/2014
<b>1.3.1 Obras Preliminares</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar las actividades necesarias para iniciar la construcción		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Las obras preliminares para iniciar la construcción serán: Reconocimiento y entrega del terreno, Instalación de las oficinas y almacén, Tramites para obtención de permisos y trazo y replanteo.		
<b>Actividad(es)</b>	Reconocimiento y entrega de terreno		
	Instalación de campamento y almacén		
	Tramites Obtención de permisos		
	Trazo y replanteo		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Residente de Obra		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 17582
<b>Fecha de inicio</b>	15/10/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/11/2014
<b>1.3.2 Obras Civiles</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar las construcciones civiles según la ingeniería de detalle aprobada.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Las obras civiles comprenden la construcción y/o adecuación de una sala de control y una bahía de transformación con bases para equipos y canaletas para cables.		
<b>Actividad(es)</b>	Trazo y excavaciones		
	Solado y amado de mallas y columnas de fierro.		
	Encofrado y vaciado de concreto.		
	Acabados		
	Sistema de drenaje		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Residente de obra		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	120	<b>Costos</b>	S/. 250000
<b>Fecha de inicio</b>	14/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	13/03/2014
<b>1.3.3.1 Transformador de potencia</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar el montaje y conexión del transformador de potencia.		

<b>Descripción del Trabajo</b>	El montaje del transformador se realizara mediante una maniobra usando gatas hidráulicas, vigas H, tacos de madera y un tirfor para tracción, además de una grua de 6tn para los accesorios.		
<b>Actividad(es)</b>	Maniobra para el montaje de la cuba del transformador		
	Montaje de accesorios del transformador de potencia.		
	Conexionado de tableros en el transformador de potencia.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	25	<b>Costos</b>	S/. 83376
<b>Fecha de inicio</b>	12/02/2014	<b>Fecha de termino</b>	08/03/2014
<b>1.3.3.2 Equipos de patio de 60kv</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar el montaje y conexionado de equipos de patio de 60kv		
<b>Descripción del Trabajo</b>	El montaje se realizara mediante una grua de 6tn. Además se realizara el conexionado en las cajas de agrupamiento.		
<b>Actividad(es)</b>	Montaje de equipos de 60kv (interruptor de potencia, seccionador de barra, transformador de tensión).		
	Conexionado en cajas de agrupamiento.		
	Alineación y regulación de equipos.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	25	<b>Costos</b>	S/. 18480
<b>Fecha de inicio</b>	14/03/2014	<b>Fecha de termino</b>	07/04/2014
<b>1.3.3.3 Equipos de sala de control y SS.AA</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar la instalación de los equipos de la sala de control y SS.AA.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se realizara el montaje y conexionado en los equipos de la sala de control y la sala de SS.AA. como (tableros eléctricos, celdas de MT, transformador de SS.AA, etc.).		
<b>Actividad(es)</b>	Montaje y conexionado de tableros		
	Montaje y conexionado de las celdas de MT.		
	Montaje y conexionado de transformador de SS.AA.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 91884
<b>Fecha de inicio</b>	14/03/2014	<b>Fecha de termino</b>	12/04/2014
<b>1.3.3.4 Iluminación y tomacorrientes</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar el montaje y conexionado de los equipos de iluminación y tomacorrientes.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Se instalará tomacorrientes y luminarias en la sala de control y en el patio de llaves.		



<b>Actividad(es)</b>	Instalación de tomacorrientes en sala de control.		
	Instalación de luminarias en sala de control.		
	Instalación de tomacorrientes en patio de llaves.		
	Instalación de reflectores en patio de llaves.		
	Instalación de luces de emergencia.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	10	<b>Costos</b>	S/. 21000
<b>Fecha de inicio</b>	14/03/2014	<b>Fecha de termino</b>	23/03/2014
<b>1.3.3.5 Conductores y Accesorios</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar el tendido del cable de media tensión y los cables de control.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Tendido y conexionado de los cable N2XSy de 18/30kV y los cables de control de baja tensión.		
<b>Actividad(es)</b>	Tendido de cables de energía de media tensión 18/30kv.		
	Tendido de cables de control.		
	Conexionado de cables de energía y los cables de control.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	40	<b>Costos</b>	S/. 9822
<b>Fecha de inicio</b>	13/04/2014	<b>Fecha de termino</b>	22/05/2014
<b>1.3.3.6 Sistema de Puesta a Tierra</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar la instalación del sistema de puesta a tierra para la protección eléctrica contra descargas.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Estará compuesta por una malla a tierra con 2 pozos a tierra con caja de registro y 4 varillas enterradas sin caja de registro para los pararrayos y neutros del transformador de potencia.		
<b>Actividad(es)</b>	Instalación de pozos a tierra		
	Tendido de cable desnudo para sistema de malla a tierra.		
	Aterramiento de equipos		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 10518
<b>Fecha de inicio</b>	24/11/2013	<b>Fecha de termino</b>	23/12/2014
<b>1.3.3.7 Sub contrato de estudio de operatividad</b>			
<b>Objetivo</b>	Subcontratar el servicio del estudio de operatividad para la ampliación de la subestación Los Ejidos.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Revisar el informe emitido por la subcontratista.		

<b>Actividad(es)</b>	Subcontratar el estudio de operatividad requerido para el presente proyecto.		
	Revisar el estudio de operatividad subcontratado.		
	Coordinar la aprobación del estudio de operatividad.		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	60	<b>Costos</b>	S/. 48100
<b>Fecha de inicio</b>	23/05/2014	<b>Fecha de término</b>	21/07/2014
<b>1.4.1 Pruebas para Puesta en servicio</b>			
<b>Objetivo</b>	Realizar las pruebas necesarias para la puesta en servicio.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	Al concluir el trabajo de montaje electromecánico se realizarán las pruebas eléctricas.		
<b>Actividad(es)</b>	Pruebas eléctricas a los equipos de la subestación eléctrica. (megado de barras, resistencia al contacto, pruebas en reles, etc.)		
	Pruebas de la resistencia del pozo a tierra		
	Pruebas en cables (pruebas de megado, pruebas hipot)		
	Pruebas con Tensión		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	30	<b>Costos</b>	S/. 85770
<b>Fecha de inicio</b>	14/09/2014	<b>Fecha de término</b>	13/10/2014
<b>1.4.2 Puesta en servicio</b>			
<b>Objetivo</b>	Poner en servicio la subestación.		
<b>Descripción del Trabajo</b>	La puesta en servicio lo realizará la empresa contratista con la ayuda de Enosa, previa limpieza de los equipos, en forma especial los aisladores, materiales aislantes y otras partes que actúan como superficie aislante.		
<b>Actividad(es)</b>	Limpieza de todos los equipos		
	Puesta en servicio		
<b>Responsable(s)</b>	Ing. Supervisor Electromecánico		
<b>Criterios de aceptación</b>	Aprobación del Jefe del proyecto, Supervisor de Proyecto (Cliente) / Ing. Residente de Obra (contratista)		
<b>Estimaciones del paquete de trabajo</b>			
<b>Duración</b>	1	<b>Costos</b>	S/. 2000
<b>Fecha de inicio</b>	14/10/2014	<b>Fecha de término</b>	14/10/2014

#### 4.2.2 Plan de gestión del tiempo

En este plan se desarrolla la definición de las actividades, su secuenciamiento, estimación de duración (Tabla 4.3) y así mismo se desarrolla el cronograma (figura 4.2).

**Tabla 4.3** Estimación de secuenciamiento, recursos y duración de actividades

Entregable	EDT	Actividad	Duración	Personal		Materiales		Equipos		Subcontratos	
				Nombre del recurso	Cantidad	Nombre del recurso	Cantidad	Nombre del recurso	Cantidad	Nombre del recurso	Cantidad
INICIACIÓN	1.1.1.1	Reunión con el Cliente	1 días	Jefe del proyecto	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.1.2	Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto	1 días	Ingeniero de planeamiento	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.1.3	Revisar el Acta de Constitución del Proyecto	1 días	Jefe del proyecto	8 hh	-	-	-	-	-	-
PLAN DE GESTIÓN	1.1.2.1.1	Elaborar el EDT.	2 días	Ingeniero de planeamiento	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.1.2	Elaborar el DEDT	2 días	Ingeniero de planeamiento	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.2.1	Elaborar el Cronograma	3 días	Ingeniero de planeamiento	24 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.3.1	Elaborar el Presupuesto	4 días	Ingeniero de planeamiento	32 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.4.1	Elaborar la Línea Base de Calidad.	2 días	Ingeniero de planeamiento	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.4.2	Elaborar la Plan de Gestión de Calidad	1 días	Ingeniero de planeamiento	8 hh	-	-	-	-	-	-



	1.1.2.5.1	Elaborar la Organización del Proyecto	1 días	Ingeniero de planeamiento	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.5.2	Elaborar el Plan de Gestión de RR.HH.	1 días	Ingeniero de planeamiento	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.6.1	Elaborar el Plan de Gestión de Comunicaciones	2 días	Ingeniero de planeamiento	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.7.1	Elaborar el Plan de Respuesta a Riesgos.	2 días	Ingeniero de planeamiento	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.2.8.1	Elaborar el Plan de Gestión de Adquisiciones	5 días	Ingeniero de planeamiento	40 hh	-	-	-	-	-	-
<b>VERIFICACIÓN Y CONTROL</b>	1.1.3.1	Reunión de Coordinación semanal	330 días	Ingeniero de control de proyectos	320 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.3.2	Informe semanal del Performance del Trabajo	330 días	Ingeniero de control de proyectos	320 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.3.3	Seguimiento de riesgos	330 días	Ingeniero de control de proyectos	320 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.3.4	Solicitud de cambios	330 días	Ingeniero de control de proyectos	320 hh	-	-	-	-	-	-



	1.1.3.5	Acciones correctivas	330 días	Ingeniero de control de proyectos	540 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.3.6	Actas de aceptación parcial	40 días	Ingeniero de control de proyectos	540 hh	-	-	-	-	-	-
<b>CIERRE</b>	1.1.4.1	Elaborar el informe de performance del proyecto.	2 días	Ingeniero de control de proyectos	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.4.2	Elaborar las lecciones aprendidas.	1 días	Ingeniero de control de proyectos	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.4.3	Elaborar el Acta de aceptación del proyecto.	1 días	Ingeniero de control de proyectos	8 hh	-	-	-	-	-	-
	1.1.4.4	Elaborar el Archivo Final del Proyecto	1 días	Ingeniero de control de proyectos	8 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE MATERIALES PARA OBRAS CIVILES</b>	1.2.1.1	Compra de materiales para el patio de llaves	5 días	Personal de Logistica	40 hh	-	-	-	-	-	-
	1.2.1.2	Compra de materiales para la sala de control	10 días	Personal de Logistica	80 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE SISTEMA DE</b>	1.2.2.1	Compra de materiales para	28 días	Personal de Logistica	32 hh						

<b>PORTICOS Y BARRAS</b>		porticos y barras									
	1.2.2.2	Transporte a Obra	2 días	Operador camión grua	16 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE TABLEROS</b>	1.2.3.1.1	Compra de tableros	88 días	Personal de Logistica	80 hh						
	1.2.3.1.2	Transporte a Obra	2 días	Operador camión grua	16 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE CELDAS DE MEDIA TENSION</b>	1.2.3.2.1	Compra de cables y accesorios de conexión	88 días	Personal de Logistica	48 hh						
	1.2.3.2.2	Transporte a Obra	2 días	Operador camión grua	16 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE TRANSFORMADOR DE SS.AA</b>	1.2.3.3.1	Compra de transformador de SS.AA	28 días	Personal de Logistica	24 hh						
	1.2.3.3.2	Transporte a Obra	2 días	Operador camión grua	16 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE CARGADOR RECTIFICADOR</b>	1.2.3.4.1	Compra de cargador rectificador	28 días	Personal de Logistica	24 hh						
	1.2.3.4.2	Transporte a Obra	2 días	Operador camión grua	8 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE EQUIPOS DE PATIO DE 60KV</b>	1.2.4.1	Compra de equipos para patio de 60kv	118 días	Personal de Logistica	24 hh						
	1.2.4.2	Transporte a	2 días	Operador	16 hh	-	-	-	-	-	-

		Obra		camión grua							
<b>COMPRA DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>	1.2.5.1	Compra de Transformador de potencia	89 días	Personal de Logística	48 hh	-	-	-	-	-	-
	1.2.5.2	Transporte a Obra	1 días	Operador camión grua	16 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE CONDUCTORES Y ACCESORIOS</b>	1.2.6.1	Compra de cables y accesorios de conexión	29 días	Personal de Logística	24 hh	-	-	-	-	-	-
	1.2.6.2	Transporte a Obra	1 días	Operador camión grua	8 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE EQUIPOS DE ILUMINACION Y TOMACORRIENTES</b>	1.2.7.1	Compra de materiales para iluminación y tomacorrientes	9 días	Personal de Logística	24 hh	-	-	-	-	-	-
	1.2.7.2	Transporte a Obra	1 días	Operador camión grua	8 hh	-	-	-	-	-	-
<b>COMPRA DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>	1.2.8.1	Compra de materiales para el sistema de PAT	9 días	Personal de Logística	24 hh	-	-	-	-	-	-
	1.2.8.2	Transporte a Obra	1 días	Operador camión grua	8 hh	-	-	-	-	-	-
<b>SUBCONTRATO DE TRANSPORTE</b>	1.2.9.1	Transporte a Obra	120 días	Personal de Logística	24 hh					Subcontrato de transporte	1und
<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	1.3.1.1	Reconocimiento y entrega de terreno	3 días	Supervisor	24 hh	-	-	-	-	-	-



	1.3.1.2	Instalación de campamento y almacén	10 días	Tecnico	320 hh	Caseta modular	3 und	Grua 6Tn	16 hm		
				Supervisor	80 hh	Caseta modular	1 und	Grua 6Tn	8 hm		
	1.3.1.3	Obtencion de permisos de trabajos	2 días	Supervisor	16 hh	-	-	-	-	-	-
	1.3.1.4	Trazo y replanteo	15 días	Tecnico	240 hh	-	-	-	-	-	-
Supervisor				120 hh	-	-	-	-	-	-	
<b>OBRAS CIVILES</b>	1.3.2.1	Excavaciones y cimentaciones de patio de 60kv	30 días	Tecnico	960 hh	-	-	Rotomartillo	48 hm	Retroexcavadora	48 hm
				Supervisor	240 hh	-	-	-	-	-	-
	1.3.2.2	Construcción de sala de control y SS.AA.	90 días	Tecnico	2880 hh	-	-	Mescladora pequeña	48 hm	Mescladora Grande	8 hm
				Supervisor	720 hh	-	-	-	-	-	-
<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>	1.3.3.1.1	Montaje de transformador de Potencia	15 días	Tecnico	480 hh	-	-	Amoladora	8 hm	Servicio de maniobra de montaje	64 hm
				Supervisor	120 hh	-	-	Taladro	24 hm	-	-
	1.3.3.1.2	Conexionado de transformador de potencia	10 días	Tecnico	320 hh	-	-	Grua 6Tn	24 hm	-	-
<b>EQUIPOS DE PATIO DE 60KV</b>	1.3.3.2.1	Montaje de equipos de patio de 60kv	25 días	Tecnico	800 hh	-	-	Taladro	48 hm	-	-
				Supervisor	200 hh	-	-	Grua 6Tn	48 hm	-	-
<b>ILUMINACION Y TOMACORRIENTES</b>	1.3.3.3.1	Tendido de cables y montaje	5 días	Tecnico	160 hh	Cintillos	4 Bolsas	Maleta de herramientas	8 hm	-	-

	1.3.3.3.2	de equipos para iluminacion y tomacorrientes	5 días	Supervisor	40 hh	-	-	Taladro	16 hm	-	-
		Conexión de cables y equipos para iluminacion y tomacorrientes		Tecnico	160 hh	Cinta aislante	5 Und	Maleta de herramientas	160 hm	-	-
				Supervisor	40 hh	Terminales	3 Bolsas	-	-	-	-
<b>EQUIPOS DE SALA DE CONTROL Y SSAA</b>	1.3.3.4.1	Montaje de equipos en sala de control y SS.AA.	30 días	Tecnico	960 hh	-	-	Maleta de herramientas	240 hm	-	-
				Supervisor	240 hh	-	-	Grua 6Tn	16 hm	-	-
<b>CONDUCTORES Y ACCESORIOS</b>	1.3.3.5.1	Tendido de cables de control y energia.	10 días	Tecnico	320 hh	Cintillos	20 Bolsas	Porta carrete de cables	48 hm	-	-
				Supervisor	80 hh	-	-	-	-	-	-
	1.3.3.5.2	Conexión de cables de control y energia.	30 días	Tecnico	960 hh	Cinta aislante	20 Und	Maleta de herramientas	960 hm	-	-
				Supervisor	240 hh	Terminales	20 Bolsas	-	-	-	-
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA</b>	1.3.3.6.1	Instalacion de malla a tierra	20 días	Tecnico	640 hh	Cable desnudo de 70mm2	400mts	Maleta de herramientas	64 hm	-	-
				Supervisor	160 hh	Cemento conductivo	160 und	-	-	-	-
	1.3.3.6.2	Instalación de pozos a tierra	10 días	Tecnico	320 hh	Cable desnudo de 70mm2	20 mts	Maleta de herramientas	32 hm	-	-

				Supervisor	80 hh	Cemento conductor	8 und	-	-	-	-
<b>SUBCONTRATO DE ESTUDIO DE OPERATIVIDAD</b>	1.3.3.7.1	Estudio de operatividad	60 días	Personal de Logística	80 hh			-	-	Subcontrato del servicio de estudio de operatividad	1 und
				Supervisor	32 hh	-	-	-	-	-	-
<b>PRUEBAS PARA LA PUESTA EN SERVICIO</b>	1.4.1.1	Pruebas de equipos de la subestacion	15 días	Tecnico	240 hh	-	-	Maleta se pruebas	240 hm	-	-
				Supervisor	120 hh	-	-	Megometro	240 hm	-	-
	1.4.1.2	Pruebas de la resistencia del pozos y malla a tierra	3 días	Tecnico	48 hh	-	-	Telurometro	48 hm	-	-
				Supervisor	24 hh	-	-	-	-	-	-
	1.4.1.3	Pruebas en cables (pruebas de megado, pruebas hipot)	2 días	Tecnico	32 hh	-	-	Megometro	32 hm	-	-
				Supervisor	16 hh	-	-	Hipot tester	16 hm	-	-
	1.4.1.4	Pruebas funcionales	10 días	Tecnico	240 hh	-	-	Multimetro	120 hm	-	-
				Supervisor	80 hh	-	-	-	-	-	-
<b>PUESTA EN SERVICIO</b>	1.4.2.1	Puesta en servicio	1 días	Tecnico	64 hh	-	-	Multimetro	8 hm	-	-
				Supervisor	16 hh	-	-	Maleta de herramientas	32 hm	-	-



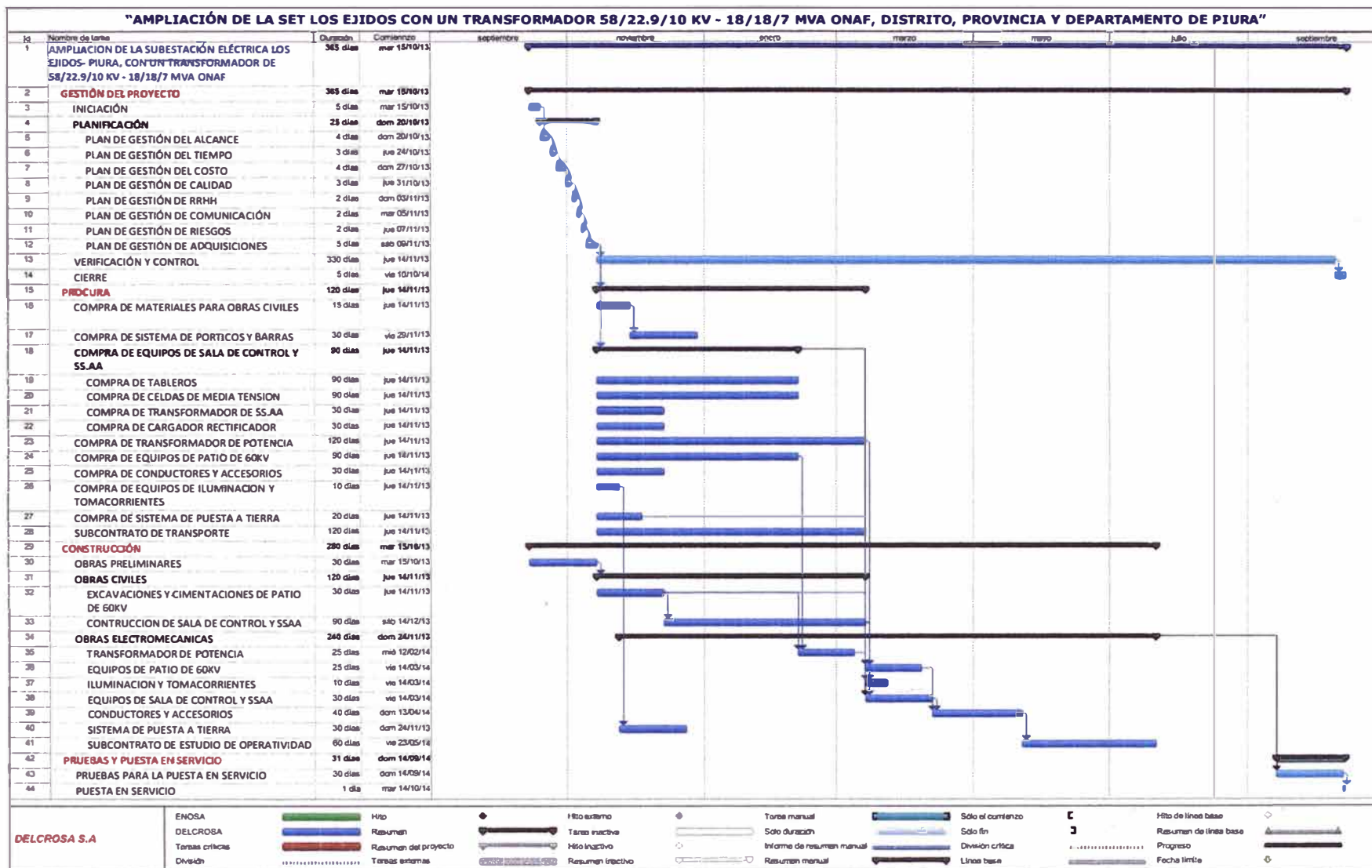


Figura 4.2 Cronograma de trabajo



### 4.2.3 Plan de gestión del costo

La gestión de los costos permite estimar y presupuestar los costos del proyecto y definir los mecanismos que se emplearan para su control a lo largo del proyecto.

Este plan es expuesto en la Tabla 4.4

**Tabla 4.4** Plan de gestión del costo

<b>Nombre del Proyecto:</b>	Ampliación de SET Los Ejidos con un transformador de 58/22.9/10kv - 18/18/7MVA ONAF.	
<b>Preparado por:</b>	Ing. de planeamiento	
<b>Fecha:</b>	31/10/2013	
<b>Persona(s) autorizada(s) a solicitar cambios en el costo:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>
Walter Davila	Coordinador del Proyecto, Cliente	
Ruben Robles	Analista Lider	
<b>Persona(s) que aprueba(n) requerimientos de cambios en costos:</b>		
<b>Nombre</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ubicación</b>
Víctor Cárdenas	Jefe de Proyecto	
Jenny Biffi	Jefe de administración de proyectos, Cliente	
<b>Razones aceptables para cambios en el Costo del Proyecto :</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuando se requiere contratar nuevos personal.</li> <li>- Incremento costos a los recursos.</li> <li>- Cuando se cambia las especificaciones técnicas de los suministros.</li> </ul>		
<b>Se describe como calcular e informar el impacto en el proyecto por el cambio en el costo:</b>		
<p>Los cambios no deben alterar los costos de los recursos del proyecto y las fechas de compra de los recursos y fecha de contratación del personal. En caso de no contar con suficiente reserva de contingencia el jefe del proyecto informará a los Stakeholders e involucrados en finanzas del proyecto para determinar la necesidad un nuevo monto para la reserva de contingencia.</p> <p>Cualquier variación del plazo y monto será gestionado por la Gerente del Proyecto con el Comité de Seguimiento.</p>		
<b>Se describe como serán administrados los cambios en el costo:</b>		
<p>La administración de los cambios serian por:</p> <p>El gerente del proyecto revisará la solicitud de cambios en el costo y hará una evaluación del mismo.</p>		

Si el cambio es aceptado se actualizarán todos los entregables afectados.  
El gerente del proyecto efectuará una actualización de la Estructura de desglose del trabajo (WBS).

Esta información se complementa con

- Estimación de costos.
- Presupuesto.
- Curva S.

#### a. Estimación de costos

Este proceso consiste en desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar las actividades del proyecto. Para nuestro estudio se realizó una estimación de costos mediante juicio de expertos y estimación análoga, esta estimación se organiza en tres tablas.

- Tabla 4.5 Estimación de costos - suministro de materiales.
- Tabla 4.6 Estimación de costos - montaje electromecánico.
- Tabla 4.7 Estimación de costos - obras civiles

**Tabla 4.5** Estimación de costos - suministro de materiales

ITEM	DESCRIPCION	UNID	Metrado	PRECIO EN \$.	
				Precio unitario	Subtotal
<b>1.00</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				
1.01	Transformador de potencia 58± 13x1% /22.9/10 kV 15-18/15-18/5-7 MVA ONAN-ONAF, con transformadores de corriente en bushing y soportes para pararrayos en 60, 22.9 y 10 kV (incluye sistema de monitorio y supervisión)	Und.	1	1,198,823.00	1,198,823.00
<b>2.00</b>	<b>EQUIPO DE MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR LADO DE 60 KV</b>				
2.01	Interruptor de potencia de mando tripolar con cámara de extinción del arco en gas SF6 de 325 kVp BIL-1250 A, incluye mecanismo de accionamiento, estructura soporte y pernos de anclaje	Und.	1	98,331.39	88,331.39
2.02	Seccionador de Barra 72.5 kV, 1250 A, 325 kV-Bil,	Und.	1	36,027.28	63,693.28

	31.5 kA, 31 mm/kV, apertura tripolar vertical, mando manual				
2.03	Transformador de tensión capacitivo 72kv	Und.	3	36,027.28	108,081.84
<b>3.00</b>	<b>CELDAS EN MT</b>				
3.01	Celda metalclad 24 kV; de llegada	Und.	1	274,832.36	274,832.36
3.02	Celda metalclad 24 kV; de salida	Und.	5	190,112.92	950,564.60
3.03	Celda metalclad 24 kV; de SS.AA.	Und.	1	186,854.48	186,854.48
<b>4.00</b>	<b>TABLEROS</b>				
4.01	Tablero de protección y medición Transformador 60/22.9/10 Kv	Und.	1	212,106.00	212,106.00
4.02	Tablero de control y mando	Und.	1	129,108.00	129,108.00
4.03	Tablero de Servicios auxiliares 380/220 Vac	Und.	1	36,884.93	36,884.93
4.04	Tablero de servicios auxiliares 110 Vcc	Und.	1	27,662.93	27,662.93
<b>5.00</b>	<b>PORTICOS, BARRAS Y AISLADORES</b>				
5.01	Columna de Acero Estructural, 7.45 m	unid.	4	9,497.43	37,989.72
5.02	Viga de Acero Estructural, 7.5 m	unid.	3	6,763.91	20,291.72
5.03	Conductor de AAAC 240 mm <sup>2</sup> - Barra en 60kV	m	200	12.17	2,434.61
5.04	Conectores de equipos	Glb.	1	4,930.00	4,930.00
5.05	Grapa de Anclaje tipo pistola para conductor de 240 mm <sup>2</sup> AAAC	unid.	12	110.66	1,327.97
5.06	Aislador polimérico para suspensión 72.5 kV	unid.	12	304.33	3,651.91
<b>6.00</b>	<b>CABLES DE CONTROL Y FUERZA</b>				
6.01	Cable de energía N2XSY 240mm <sup>2</sup> -18/30 kV - Unipolar	m.	123	141.40	17,392.69
6.02	Cable de energía N2XSY 35mm <sup>2</sup> -18/30 kV - Unipolar	m.	68	49.18	3,344.51
6.03	Cables apantallado para control, protección, mando y medición (incluye cables de fibra óptica y cable UTP).	m.	1200	37.12	44,544.00
6.04	Cable de alimentación para ca y cc	m.	200	25.52	5,104.00
6.05	Kit de Terminales autocontraibles de goma silicona, para cable N2XSY 240 mm <sup>2</sup> -18/30 kV.	kit	2	2,918.15	5,836.31
6.06	Kit de Terminales autocontraibles de goma silicona, para cable N2XSY 35 mm <sup>2</sup> -18/30 kV.	kit	2	2,310.01	4,620.02
<b>7.00</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				
7.01	Transformador 22.9/0.38-0.22 kV 100 kVA	Und.	1	12,470.00	12,470.00
7.02	Rectificador -Cargador	Und.	1	38,425.00	38,425.00
<b>8.00</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				
8.01	Conductor de Cobre 70 mm <sup>2</sup>	m.	610	33.51	20,439.03
8.02	Molde para soldadura en cruz para conductor de Cu	Und.	1	384.25	384.25
8.03	Molde para soldadura en T, pasante y derivación conductor de Cu	Und.	1	384.25	384.25
8.04	Conexión por soldadura exotérmica en cruz para conductor de Cu	Und.	56	33.00	1,848.00
8.05	Conexión por soldadura exotérmica en T, pasante y derivación conductor de Cu	Und.	36	33.51	1,206.24
8.06	Caja de registro	Und.	2	35.00	70.00
8.07	Varillas coperweld c/conector varilla-cable 2.4 m	Und.	2	73.78	147.55
8.08	Terminales y Conectores de Tierra	Glb.	1	795.00	795.00

8.09	Bentonita (saco de 30kg)	Und.	78.49	18.56	1,456.74
8.10	Tierra Vegetal	m3	35.31	14.50	512.01
8.11	Carbon vegetal (sacos de 50kg)	Und.	78.49	20.76	1,629.73
<b>9.00</b>	<b>EQUIPOS DE ILUMINACION Y TOMACORRIENTE EXTERIOR</b>				
9.01	Reflectores	Und.	6	591.60	3,549.60
9.02	Tomacorriente monofásico con espiga en patio de llaves	Und.	2	32.48	64.96
9.03	Tomacorriente trifásico con espiga en patio de llaves	Und.	2	52.20	104.40
<b>TOTAL COSTO DIRECTO - SUMINISTRO DE MATERIALES</b>					<b>3,511,897.03</b>
<i>SI.</i>					

**Tabla 4.6** Estimación de costos - montaje electromecánico

ITEM	DESCRIPCION	UN	METRADO	PRECIO EN \$I.	
				PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL
<b>1.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
1.01	Oficinas y Almacén del Contratista y Supervisión	m2	170	94.32	16,034.40
1.02	Cartel de identificación de obra (3.6 x 2.4 m)	Glb	1	1,548.00	1,548.00
<b>2.00</b>	<b>TRANSFORMADOR DE POTENCIA</b>				
2.01	Transformador de potencia 58± 13x1% /22.9/10 kV 15-18/15-18/5-7 MVA ONAN-ONAF, con transformadores de corriente en bushing y soportes para pararrayos en 60, 22.9 y 10 kV (incluye sistema de monitorio y supervisión)	Und.	1	83,376.00	83,376.00
<b>3.00</b>	<b>EQUIPO DE MANIOBRA DEL TRANSFORMADOR LADO DE 60 KV</b>				
3.01	Interruptor de potencia de mandotripolar con cámara de extinción del arco en gas SF6 de 325 kVp BIL- 1250 A, incluye mecanismo de accionamiento, estructura soporte y pernos de anclaje	Und.	1	6,720.00	6,720.00
3.02	Seccionador de Barra 72.5 kV, 1250 A, 325 kV-Bil, 31.5 kA, 31 mm/kV, apertura tripolar vertical, mando manual	Und.	1	5,880.00	5,880.00
3.03	Transformador de tensión capacitivo 72kv	Und.	3	5,880.00	5,880.00
<b>4.00</b>	<b>CELDAS EN MT</b>				
4.01	Celda metalclad 24 kV; de llegada	Und.	1	10,380.00	10,380.00
4.02	Celda metalclad 24 kV; de salida	Und.	5	10,380.00	51,900.00
4.03	Celda metalclad 24 kV; de SS.AA.	Und.	1	10,380.00	10,380.00
<b>5.00</b>	<b>TABLEROS</b>				



5.01	Tablero de protección y medición Transformador 60/22.9/10 Kv	Und.	1	6,144.00	6,144.00
5.02	Tablero de control y mando	Und.	1	6,144.00	6,144.00
5.03	Tablero de Servicios auxiliares 380/220 Vac	Und.	1	3,468.00	3,468.00
5.04	Tablero de servicios auxiliares 110 Vcc	Und.	1	3,468.00	3,468.00
<b>6.00</b>	<b>PORTICOS, BARRAS Y AISLADORES</b>				
6.01	Sistema de porticos y barras (incluye aisladores, conductores desnudos, conectores y ferreteria)	Glb	1	21,060.00	21,060.00
<b>7.00</b>	<b>CABLES DE CONTROL Y FUERZA</b>				
7.01	Montaje de cables de energia N2XSY	m.	265	21.96	5,819.40
7.02	Montaje de Terminales de cables de energia N2XSY	m.	6	331.20	1,987.20
7.03	Cables de control, protección, mando y medición, y alimentación en ac y cc	m.	350	5.76	2,016.00
<b>8.00</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				
8.01	Transformador 22.9/0.38-0.22 kV 100 kVA	Und.	1	1,036.80	1,036.80
8.02	Rectificador -Cargador	Und.	1	2,251.20	2,251.20
<b>9.00</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				
9.01	Red de Tierra Profunda y superficial	Glb	1	10,518.00	10,518.00
<b>10.00</b>	<b>EQUIPOS DE ILUMINACION Y TOMACORRIENTE EXTERIOR Y SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO</b>				
10.01	Instalación de Equipos en Patio de Llaves	Glb	1	5,854.80	5,854.80
10.02	Sistema de aire acondicionado tipo SPLIT DUCTO (Incluye Suministros)	Glb	1	41,200.40	41,200.40
<b>11.00</b>	<b>CORD. DE PROTECCION, PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO Y PUESTA EN SERVICIO</b>				
11.01	Pruebas de puesta en servicio	Glb	1	133,180.80	133,180.80
11.02	Coordinación de la Protección y Estudio de Operatividad	Glb	1	85,770.00	85,770.00
11.03	Puesta en servicio	Glb	1	48,100.00	48,100.00
<b>TOTAL COSTO DIRECTO - MONTAJE ELECTROMECHANICO</b>				<b>S/.</b>	<b>570,117.00</b>

**Tabla 4.7** Estimación de costos - obras civiles

ITEM	DESCRIPCION	UN	METRADO	PRECIO EN S/.	
				PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL

<b>01.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				
01.01	Agua para toda la obra	GLB	1.00	2,062.94	2,062.94
01.02	Señalización preventiva de obra	ML	345.00	4.44	1,531.80
01.03	Instalaciones provisionales de agua, desagüe y electricidad	GLB	1.00	3,643.20	3,643.20
<b>02.00</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				
02.01	Movilización y desmovilización de equipo	GLB	1.00	7,142.40	7,142.40
02.02	Limpieza de terreno manual	M2	1,000.00	3.48	3,480.00
02.03	Trazo, niveles y replanteo	M2	1,000.00	5.74	5,736.00
<b>03.00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
03.01	Demolición de losa de concreto	M3	39.38	418.30	16,474.46
03.02	Demolición y desmontaje de baranda metálica existente	M3	4.25	469.09	1,994.81
03.03	Excavación manual p/cimentación	M3	300.52	55.00	16,527.43
03.04	Relleno compactado manual con material propio	M3	97.41	66.20	6,449.10
03.05	Eliminación material excedente c/volquete d=5 km	M3	246.75	50.03	12,344.17
03.06	Colocación de cama de arena e=0.10 para ductos	M3	3.06	75.46	230.90
<b>04.00</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
04.01	Solado de concreto e = 4" c:h 1:10 inc curado	M3	19.28	253.43	4,884.82
04.02	Cimiento corrido 1:8 +30% pg en sala de control	M3	46.80	292.97	13,709.88
04.03	Sobre cimiento c:h 1:8+25% pm max 6" en sala de control	M3	6.61	305.86	2,021.71
04.04	encofrado y desencofrado de sobrecimiento	M2	52.85	67.55	3,569.91
04.05	Vereda de concreto fc =175kg/cm2 e=0.10 inc acabado, bruñado y curado	M2	61.38	86.54	5,312.07
<b>05.00</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>				
05.01	Concreto fc=210 kg/cm2	M3	124.60	515.70	64,253.64
05.02	Concreto fc=175 kg/cm2 para sardinel	M3	3.60	398.63	1,435.06
<b>06.00</b>	<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO</b>	M3	681.13	75.17	51,199.52
<b>07.00</b>	<b>ACERO FY=4200 KG/CM2</b>	KG	10179.67	9.58	97,480.52
<b>08.00</b>	<b>MUROS, PISOS, CIELO RASO y ACABADOS EN SALA DE CONTROL</b>				
08.01	Puertas y ventanas de madera inc vidrios, chapas y pintura	M2	32.04	443.98	14,224.99
08.02	Muro de ladrillo kk cabeza 18 huecos 9x13x24 c:a 1:5	M2	146.64	126.00	18,476.64
08.03	Tarrajeo acabado en muros c:a 1:5 e=1.5 cm	M2	304.70	33.06	10,073.38
08.04	Derrames e=0.25	M2	61.70	20.02	1,234.99
08.05	Pintura interior y exterior inc imprimacion	M2	366.40	22.87	8,380.30

08.06	Falso piso 4" c:a 1:8	M2	105.34	36.88	3,884.52
08.07	Piso de concreto pulido 2"	M2	105.34	56.54	5,956.34
08.08	Cobertura para techo con teja andina (hecha a máquina)	M2	180.57	74.39	13,432.24
08.09	Falso cielo acustico con baldosas	M2	105.34	94.80	9,986.23
<b>09.00</b>	<b>VARIOS</b>				
09.01	Enripiado, ripio de 1/2" a 1" en patio de llaves	M3	109.65	38.26	4,194.77
09.02	Bandeja de fierro galvanizado forrado con aislante termico	UND	310.00	83.70	25,947.00
09.03	Ducto de 4 vias para cables en patio de llaves	UND	122.00	46.32	5,651.04
09.04	Tapa metalica estriada p/canaleta en sala de control a-a 0.85x1.00	UND	10.00	600.00	6,000.00
09.05	Tapa metalica estriada p/canaleta en sala de control b-b 0.65x1.00	UND	7.00	480.00	3,360.00
09.06	Tapa metalica estriada p/canaleta en sala de control c-c 0.25x0.50	UND	21.00	300.00	6,300.00
09.07	Tapa metálica para pozo de aceite	UND	1.00	126.00	126.00
09.08	Tapa de madera para buzón de cables en transformador	UND	1.00	108.00	108.00
09.09	Limpieza general de obra	M2	1000.00	6.48	6,480.00
09.10	Pozo de percolacion(inc excav, concreto, muro, encofrado, fierro, relleno, etc)	UND	1.00	15,600.00	15,600.00
09.11	Instalacion sanitaria inc. aparatos y accesorios y desagüe pluvial	GLB	1.00	12,600.00	12,600.00
09.12	Instalacion electrica inc. cableado y artefactos	GLB	1.00	16,800.00	16,800.00
09.13	Suministro e instalación de tuberías pvc sap 6"	ML	33.40	51.98	1,736.27
09.14	Suministro e instalación de tubería pvc sal 4"	ML	333.00	25.56	8,511.48
09.15	Suministro e instalación de tubería pvc sap 2"	ML	4.00	23.09	92.35
<b>TOTAL COSTO DIRECTO OBRAS CIVILES</b>					<b>520,640.89</b>

## b. Presupuesto

Para obtener el presupuesto resumen se realizó la suma de los costos estimados de las actividades o paquetes de trabajo de las tablas anteriores. Para el presente proyecto en la siguiente tabla se obtiene el presupuesto resumen correspondiente.

**Tabla 4.8 Presupuesto resumen**

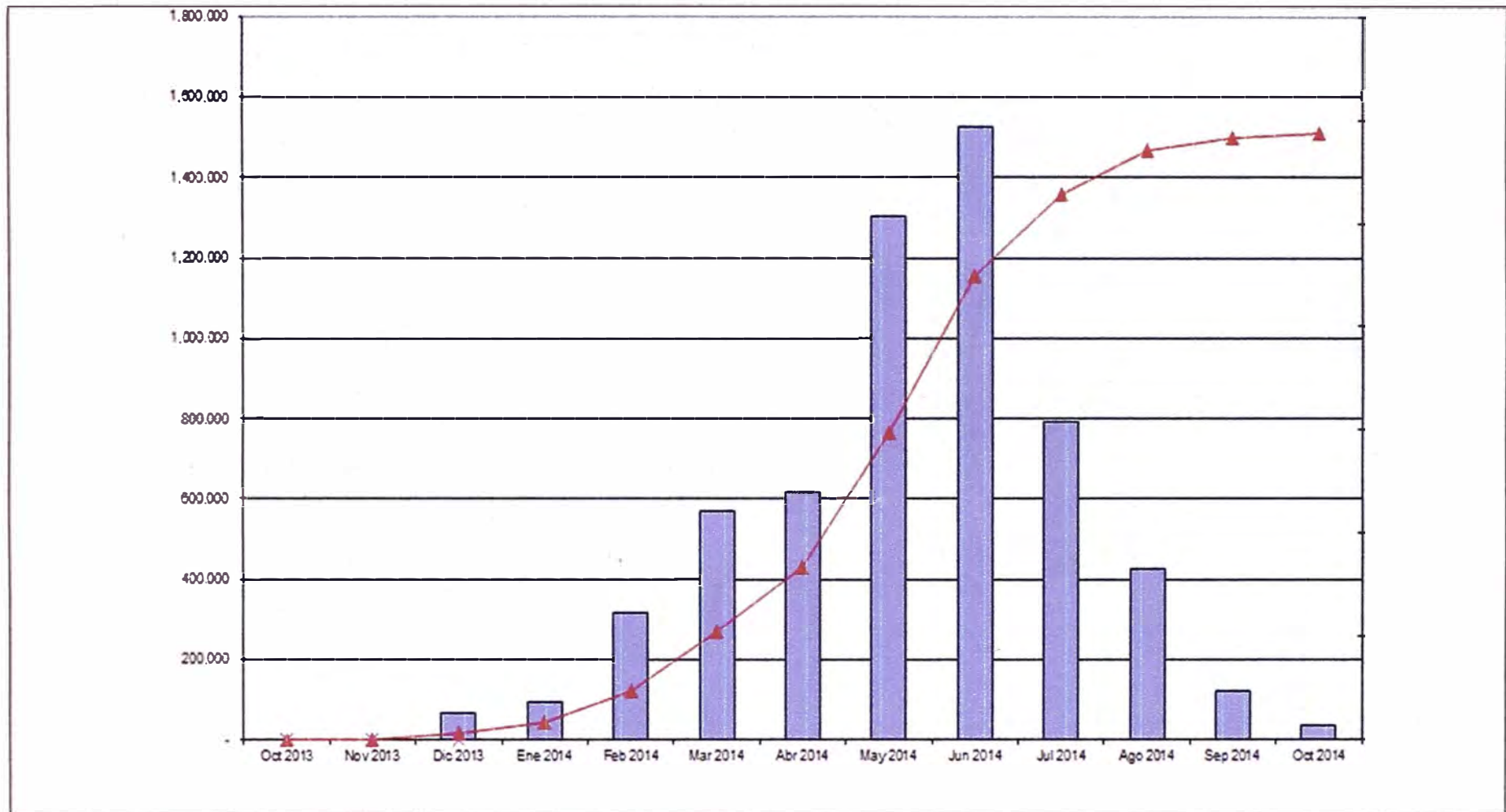
Ítem	Descripción	Costo Total
A	Suministro de Equipos y Materiales	3,511,897.03
B	Montaje Electromecánico	570,117.00



C	Transporte de Equipos y Materiales 7% (A)	245,832.79
D	Obras Civiles	520,640.89
<b>E</b>	<b>Costo Directo (S/.)</b>	<b>4,848,487.71</b>
F	Gastos Generales Directos 10% (E)	484,848.77
G	Gastos Generales Indirectos 6% (E)	290,909.26
H	Utilidades 5% (E)	242,424.39
<b>I</b>	<b>Costo Indirecto (S/.)</b>	<b>1,018,182.42</b>
<b>J</b>	<b>COSTO TOTAL (S/.)</b>	<b>5,866,670.13</b>

### **c. Curva S**

Con la Curva S (figura 4.3) se representa el valor planificado mensualmente del presupuesto.



**Figura 4.3 Curva S**

#### 4.2.4 Plan de gestión de calidad

Comprende la elaboración de un plan de la gestión de calidad a lo largo del proyecto para lo cual se definen las métricas de calidad. Para el caso de estudio, fue el siguiente (Tabla 4.9):

**Tabla 4.9** Plan de gestión de calidad

<b>Descripción del Sistema de Calidad del Proyecto:</b>
<pre> graph TD     JP([Jefe de proyectos]) --- IP([Ing. de planeamiento])     JP --- IC([Ing. de control de proyectos])     JP --- AL([Analista Líder])           </pre>
<p><b>ROLES Y RESPONSABILIDADES</b></p> <p><u><i>Jefe de Proyecto:</i></u></p> <p>Es el responsable de la revisión del Plan de Gestión de Calidad y de las aprobaciones del aseguramiento y control de calidad.</p> <p><u><i>Ing. de planeamiento:</i></u></p> <p>Es el responsable de la elaboración del Plan de Gestión de Calidad y de las revisiones del aseguramiento y control de calidad.</p> <p><u><i>Analista Líder:</i></u></p> <p>Es el responsable de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Plantear que estándares de calidad de la empresa serán utilizados:             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Estándares de documentación funcional.</li> <li>○ Estándares de programación.</li> <li>○ Estándares de base de datos.</li> </ul> </li> </ul>

<p><u>Ing. de control de proyectos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que las especificaciones funcionales, de interfaz y técnicas cumplan con los requerimientos presentados.</li> <li>• Verificar que todos los requerimientos solicitados sean cumplidos.</li> </ul>
<p><b>PROCEDIMIENTOS</b></p> <p><u>Planificación de la calidad.</u> El Analista Líder asesora para la formulación del Plan de Calidad del proyecto.</p> <p><u>Procedimiento de Aseguramiento de la calidad.</u> Normas y estándares definidos por la empresa.</p> <p><u>Procedimiento de Control de Calidad.</u> Criterios de aceptación o devolución de los entregables en función del control realizado. Gestión de la corrección de los entregables que no estén conformes.</p>
<p><b>PROCESOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Levantamiento de información.</li> <li>- Especificaciones funcionales, de interfaz y técnicas.</li> <li>- Modelamiento de datos.</li> <li>- Desarrollo del sistema.</li> <li>- Pruebas del sistema.</li> <li>- Capacitación.</li> <li>- Implantación del sistema.</li> <li>- Verificación del contrato de alquiler de equipos.</li> </ul>
<p><b>RECURSOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jefe del Proyecto.</li> <li>- Ing. de planeamiento</li> <li>- Ing. de control de proyectos</li> <li>- Analista Líder.</li> </ul>
<p><b>Aspectos de la Gestión de Calidad del Proyecto:</b></p>
<p><b>CONTROL DE CALIDAD</b></p> <p>Es responsabilidad del Ing de control de proyectos el control de calidad de todo el desarrollo del aplicativo. Se encargará de realizar las pruebas del sistema y gestionar las correcciones de los errores encontrados en las pruebas.</p>
<p><b>ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD</b></p>

Es responsabilidad del Analista Líder ejecutar el aseguramiento de calidad de todo el proyecto, se encargará de que se cumpla con las normas y estándares de calidad definidas en el proyecto. Informa al jefe de proyecto sobre los acuerdos de calidad.

El programador tiene la responsabilidad de cumplir con las normas y estándares de calidad definidos para el proyecto.

#### **MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD**

Se establecen herramientas de supervisión de calidad, la herramienta que usaremos es Diagramas de flujo. Se propondrán mejoras continuas de acuerdo se va avanzando el proyecto.

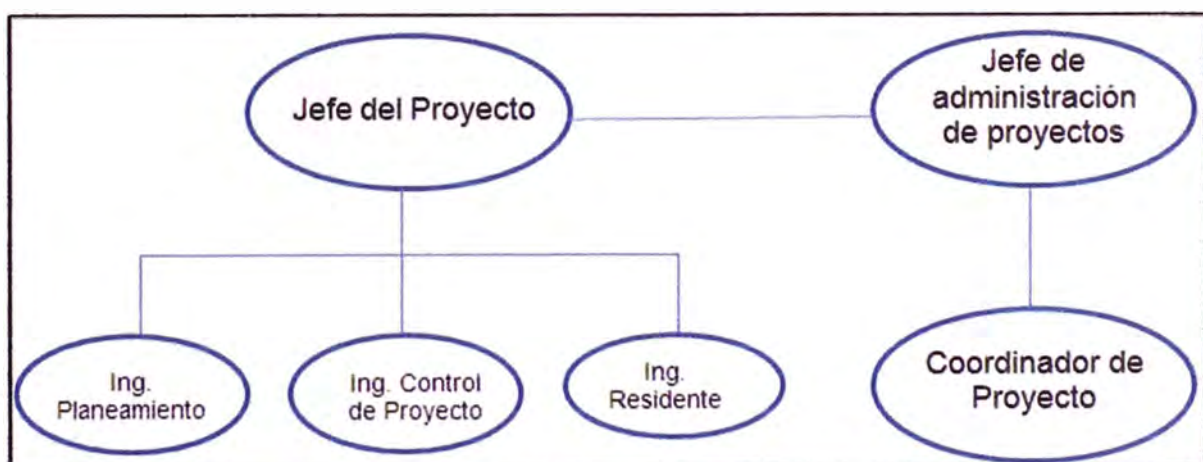
La supervisión de la calidad se dará mediante reuniones semanales con equipo de proyecto.

#### **4.2.5 Plan de gestión de recursos humanos**

Se desarrolla el plan de recursos humanos, mediante la identificación de necesidades de los recursos, se asignan roles y responsabilidades, y se elabora el calendario de recursos, asimismo se menciona como se va a dirigir al equipo del proyecto. Para el caso de estudio se desarrolló lo siguiente

##### **a. Organigrama del proyecto**

Es mostrado en la figura 4.4.



**Figura 4.4** Organigrama del proyecto

##### **b. Roles y Responsabilidades**

Se presenta en la tabla 4.10.



**Tabla 4.10 Roles y Responsabilidades**

Entregable		Contratista				Cliente	
		JP	IP	ICP	RO	JAP	CP
1.1.1.1	Reunión con el Cliente	P	-	-	-	P	P
1.1.1.2	Elaborar el Acta de Constitución del Proyecto	R	-	-	-	A	A
1.1.2.1.1	Elaborar el EDT.	V	R	-	-	-	A
1.1.2.1.2	Elaborar el DEDT	V	R	-	-	-	A
1.1.2.2.1	Elaborar el Cronograma	V	R	-	-	-	A
1.1.2.3.1	Elaborar el Presupuesto	V	R	-	-	-	A
1.1.2.4.1	Elaborar la Línea Base de Calidad.	V	R	-	-	-	A
1.1.2.4.2	Elaborar la Plan de Gestión de Calidad	V	R	-	-	-	A
1.1.2.5.1	Elaborar la Organización del Proyecto	V	R	-	-	-	A
1.1.2.5.2	Elaborar el Plan de Gestión de RR.HH.	V	R	-	-	-	A
1.1.2.6.1	Elaborar el Plan de Gestión de Comunicaciones	V	R	-	-	-	A
1.1.2.7.1	Elaborar el Plan de Respuesta a Riesgos.	V	R	-	-	-	A
1.1.2.8.1	Elaborar el Plan de Gestión de Adquisiciones	V	R	-	-	-	A
1.1.3.1	Reunión de Coordinación semanal	P	-	-	P	-	P
1.1.3.2	Informe semanal del Performance del Trabajo		-	R	V	-	A
1.1.3.3	Seguimiento de riesgos		-	R	V	-	A
1.1.3.4	Solicitud de cambios		-	R	V	A	A
1.1.3.5	Acciones correctivas		-	R	V	-	A
1.1.3.6	Actas de aceptación parcial		-	R	V	-	A
1.1.4.1	Elaborar el informe de performance del proyecto.		-	R	V	-	A
1.1.4.2	Elaborar las lecciones aprendidas.		-	R	V	-	A
1.1.4.3	Elaborar el Acta de aceptación del proyecto.		-	R	V	-	A
1.1.4.4	Elaborar el Archivo Final del Proyecto		-	R	V	-	A
<b>Códigos de Responsabilidades</b>							
R= Responsable del Entregable							
A= Aprueba el Entregable							
P= Participa							
V=Revisa							
<b>Códigos de Roles en Contratista</b>							
JP= Jefe del proyecto							
IP= Ingeniero de planeamiento							

ICP= Ingeniero de control de proyectos
RO= Residente de Obra
<b>Códigos de Roles en Cliente</b>
JAP= Jefe de administración de proyectos
CP= Coordinar del Proyecto

### c. Descripción de roles

Son los siguientes:

- Jefe del proyecto.- Encargado de gestionar el proyecto
- Ing. de Planeamiento.- Responsable de los entregables de la gestión del proyecto
- Ing. de control de proyecto.- Responsable del cumplimiento de planes del proyecto
- Residente de Obra.- Responsable de dirigir la ejecución del proyecto
- Supervisor.- Responsable del manejo del personal ejecutante del proyecto y del cumplimiento de los estándares.
- Almacenero.- Responsable del almacén.
- Capataz.- Líder del personal técnico.
- Jefe de adm. de proyectos.- Responsable de aprobar la iniciación y los cambios del proyecto.
- Coordinador del Proyecto.- Responsable de revisar los cambios y aprobar la correcta gestión y ejecución del proyecto.

### d. Criterios de liberación del personal del proyecto

Es mostrada en la tabla 4.11

**Tabla 4.11** Criterios de liberación del personal del proyecto

ROL	CRITERIO DE LIBERACION	¿COMO?	DESTINO DE ASIGNACION
<b>Jefe del proyecto</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del Sponsor	Otros Proyectos
<b>Ing. de Planeamiento:</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos
<b>Ing. de control de proyecto</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos

<b>Residente de Obra</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos
<b>Supervisor</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos
<b>Almacenero</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos
<b>Capataz</b>	Al termino del proyecto	Comunicación del jefe del proyecto	Otros Proyectos
<b>Jefe de administración de proyectos</b>			
<b>Coordinador del Proyecto</b>	Al termino del proyecto	Comunicación al jefe de administración de proyectos	

#### **e. Sistema de reconocimiento y recompensas**

El Jefe del proyecto tiene un método de incentivo para el proyecto:

- CPI y SPI al final del proyecto, no menores de 1, 10% de bono sobre su remuneración mensual durante el plazo del proyecto.
- Certificado de reconocimiento al mejor trabajador del mes, el cual se evalúa rendimiento y seguridad en el trabajo.

#### **f. Requerimientos de Seguridad**

Son los siguientes:

- Se obliga usar los EPPs necesarios a todo el personal que este dentro de la subestación.
- Se obliga que todo el personal haya pasado sus respectivos exámenes médicos y charla de seguridad antes de ingresar a la subestación.
- Se realizara charlas diarias de 5 minutos para el personal de obra.

#### **4.2.6 Plan de gestión de las comunicaciones**

Esta parte contemplará la identificación de los requisitos de comunicaciones, la selección de medios de comunicación y el medio de distribución de la información.

Ello se muestra en la tabla 4.12.

**Tabla 4.12** Plan de gestión de las comunicaciones

Información requerida	Responsable de elaborario	Para su entrega a los Stakeholders	Medio de comunicación a utilizar (escrito, email, reuniones, Presentación, etc.)	Descripción de la Comunicación (Contenido, formato, nivel de detalle, etc.)	Frec.	Comentarios
Presupuesto	Ing. de planeamiento	Gerente Financiero. Jefe de proyectos	Escrito	Informe Detallado del Presupuesto.	Inicio del Proyecto.	
Hitos de Proyecto	Ing. de planeamiento	Jefe de proyectos Gerente General.	Escrito	Informe de Hitos del Proyecto.	Inicio del Proyecto	
Cronograma	Ing. de planeamiento	Jefe de proyectos Gerente General.	Escrito	Informe de Cronograma del Proyecto.	Inicio del Proyecto.	
Plan del Proyecto	Ing. de planeamiento	Jefe de proyectos. Gerente General.	Escrito	Informe del Plan de Proyecto.	Inicio del Proyecto.	
Acta de Reuniones	Ing. de planeamiento	Jefe de proyectos Gerente General.	Escrito	Informe de Acta de Reuniones.	Inicio del Proyecto.	
Especificaciones Funcionales	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Jefe de Proyecto.	Escrito	Informe de Especificaciones Funcionales.	Segunda Fase del Proyecto.	
Especificaciones Técnicas	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Residente de obra	Escrito	Informe de Especificaciones técnicas	Segunda Fase del Proyecto	
Catas de información del proyecto.	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Residente de obra.	Escrito	Solicitud de aprobación de especificaciones técnicas de equipos.	Segunda y tercera Fase del Proyecto.	
Protocolos de pruebas	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Residente de obra.	Escrito	Informe de Protocolos de pruebas	Cuarta Fase del Proyecto.	
Cambios	Ing. de	Jefe de	Escrito	Informe de	Todas las	

Solicitados	control de proyectos	proyectos. Residente de obra		Cambios Solicitados.	Fases del Proyecto	
Manual de Capacitación	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Residente de obra	Escrito	Informe de Manual de Capacitación	Cuarta Fase del Proyecto	
Manual Usuario	Ing. de control de proyectos	Jefe de proyectos. Residente de obra	Escrito	Informe de Manual de Usuario.	Cuarta Fase del Proyecto	

**Nota:**

- Primera fase = Ingeniería de Detalle
- Segunda Fase= Procura
- Tercera fase =Construcción
- Cuarta fase = Pruebas, Comisionamiento y Puesta en Marcha

#### **4.2.7 Plan de gestión de riesgos**

Alberga la identificación de los riesgos, se realiza un análisis de los mismos y se diseña un plan de respuesta.

Esta información se expresa en tres tablas:

- Tabla 4.3 Identificación de riesgos – análisis foda
- Tabla 4.14 Plan de gestión del riesgo
- Tabla 4.15 Registro de los riesgos del proyecto

#### **Tabla 4.13 Identificación de riesgos – análisis foda**

##### **Fortalezas:**

1. El equipo del proyecto está comprometido totalmente con la realización del proyecto.
2. La continuidad del equipo del proyecto está asegurada durante toda la realización del proyecto.
3. El financiamiento del proyecto está completamente asegurado para su ejecución.
4. Personal capacitado y experimentado en proyectos similares.
5. El equipo del proyecto cuenta con experiencia en las tecnologías de información requeridas por el cliente.
6. Se está planeando con bastante tiempo de anticipación y siguiendo las recomendación del PMI.
7. Se cuenta con excelentes canales de comunicación con los clientes.
8. El equipo del proyecto cuenta con políticas de seguridad claramente definidas.



<b>Debilidades:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. La zona de trabajo es incomoda por la alta temperatura.</li> <li>2. Falta de motivación al personal.</li> <li>3. Falta de línea de carrera para el desarrollo profesional dentro de la compañía.</li> </ol>
<b>Oportunidades:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Adquisición de experiencia y competencias en desarrollo de la EPCM (Ingeniería, procura y gerenciamiento de Construcción).</li> </ol>
<b>Amenazas:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los proveedores no cumplan con lo establecido en los contratos de servicios.</li> <li>2. Cambios en el alcance de la producción que obedezcan a cambios en la estrategia empresarial del Cliente.</li> </ol>

**Tabla 4.14** Plan de gestión del riesgo

<b>Descripción de la metodología de gestión del riesgo a ser usada:</b>		
Tormentas de ideas Análisis FODA Estructura de desglose riesgo Matriz de probabilidad e impacto Definición de escalas de impacto para los objetivos del proyecto Información histórica de otros proyectos.		
<b>Roles y responsabilidades</b>		
<b>Rol</b>	<b>Responsabilidades</b>	<b>Miembro(s) del equipo</b>
Gerente de Riesgos	Responsable del Plan de Gestión del Riesgo Detener temporalmente el proyecto para evitar el agotamiento del tiempo y reiniciarlo cuando se aclaren las especificaciones.	Rosa Ramírez
Analista de riesgos	Analizar cuantitativamente y cualitativamente los riesgos	Julio Gómez
Coordinador de riesgos	Comunicación con el personal del cliente involucrado en la entrega de las especificaciones de construcción.	Christian Trelles
Inspección de Equipos	Inspección, evaluación y recomendaciones de equipos mecánicos, eléctricos e instrumentación.	Roció Peralta
<b>Presupuesto:</b> Se destina S/. 701 046.32 para los riesgos		
<b>Frecuencia:</b> Los riesgos y su análisis se realizarán semanalmente en la reunión de riesgos, donde se informa el rendimiento del trabajo y la situación de los riesgos actualizado con su respectivo plan de contingencia y soluciones alternativas		

**Tabla 4.15** Registro de los riesgos del proyecto

<p><b>Riesgos técnicos:</b> Agotamiento de capacidades de equipos para desarrollo e implantación de equipos mecánicos y eléctricos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pérdida de continuidad de operación de los recursos tecnológicos asignados al proyecto: grúa, camioneta, personal, etc.</li> <li>2. Bajo rendimiento de los obreros.</li> <li>3. Retrasos en el cumplimiento de las entregas de los frentes de trabajo</li> </ol>
<p><b>Riesgos de gestión:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Retraso en la generación de las órdenes de intervención que emite el cliente.</li> <li>2. Retraso del cliente en aprobación de tablas de datos técnicos de los equipos.</li> </ol>
<p><b>Riesgos organizacionales:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cambio de la alta dirección del Cliente que pudiera retirar el apoyo al proyecto.</li> <li>2. Cambios en el alcance del sistema que obedezcan a cambios en la estrategia empresarial del Cliente.</li> <li>3. Retraso del cliente en entrega de especificaciones o falta de claridad en las mismas.</li> <li>4. Movimiento del personal involucrado en el proyecto.</li> <li>5. Falta de recursos humanos adecuados para el equipo de desarrollo.</li> <li>6. Aumento de la cantidad de usuarios identificados inicialmente para el uso del sistema.</li> </ol>
<p><b>Riesgos externos</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los proveedores no cumplan con lo establecido en los contratos de servicios (hardware).</li> <li>2. Resistencia al cambio en la capacitación y/o implantación del sistema.</li> <li>3. Enfermedad prolongada de algún miembro del equipo del proyecto.</li> <li>4. Rotación de personal.</li> </ol>

#### 4.2.8 Plan de gestión de las adquisiciones

Este plan no se centrará en describir los métodos usados para planificar, efectuar o cerrar las adquisiciones, sino en administrarlas; Ello se muestra en la tabla 4.16.

**Tabla 4.16** Plan de gestión de adquisiciones

ITEM	DESCRIPCION	Código WBS	Tipo de contrato	Responsable de la compra	Proveedor calificado
1.00	materiales para obras civiles	1.2.1	Contrato de material	Logística	Ferretería JEPESA
2.00	transformador de potencia	1.2.5	Contrato de material	Logística	DELCROSA, ABB
3.00	equipo de patio de 60 kv	1.2.4	Contrato de material	Logística	ABB, SIEMENS

5.00	equipos de sala de control y ss.aa.	1.2.3	Contrato de material	Logística	ABB, PROMELSA
6.00	pórticos, barras y aisladores	1.2.2	Contrato de material	Logística	CCJ
7.00	cables de control y fuerza	1.2.6	Contrato de material	Logística	INDECO, JORVEX
9.00	red de tierra profunda y superficial	1.2.7	Contrato de material	Logística	Ferretería JEPESA
10.00	equipos de iluminación y tomacorriente exterior	1.2.8	Contrato de material	Logística	Promelsa, Minelsa
11.00	estudio de operatividad	1.3.3.7	Contrato de material	Logística	Batech

**PROCEDIMIENTOS ESTÁNDAR A SEGUIR: procedimientos de adquisición que se deben seguir**

Para todas las adquisiciones del proyecto se realiza el siguiente procedimiento:

- Se revisa la lista de posibles proveedores del servicio.
- Se solicita cotización del servicio y lista de productos.
- Se revisa la cotización.
- Se negocia con el proveedor, los términos del servicio, las fechas que debe efectuarse, y la forma de pago.
- Se firma el contrato, y se provee el 50% del pago por el servicio.
- El 50% restante se cancela al término del contrato.

**FORMATOS ESTÁNDAR A UTILIZAR: Formatos de adquisición que se deben seguir:**

Para las adquisiciones del proyecto se tiene un modelo predefinido de Contrato de Locación de Servicios, el cual es personalizado de acuerdo a los requerimientos del servicio, alcance del servicio, el periodo en que se realizará, lugar geográfico y monto a pagar.

**COORDINACIÓN CON LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE LOS PROVEEDORES: Coordinación con la gestión de proyectos de proveedores, enlaces de procesos, procedimientos, formatos y/o metodologías.**

Los contratos de compra de los equipos principales se realizarán con una anticipación según el cronograma del proyecto. A la firma del contrato se entregará el 50% del pago correspondiente al servicio o suministro, y el otro 50% luego de terminado el servicio. Se debe solicitar al proveedor las fechas de avances de fabricación de equipos o avance del servicio, así como la fecha de pruebas de fábrica en presencia de cliente.

**RESTRICCIONES Y SUPUESTOS:**

Las restricciones y/o supuestos que han sido identificados y que pueden afectar las adquisiciones del proyecto son las siguientes:

- Solicitudes de cambio en el presupuesto del proyecto, debido a la modificación en la cotización del

dólar.

- Se asume que la probabilidad de modificación del cronograma de fabricación del suministro es mínima, el cual se aplicara una penalidad al proveedor por incumplimiento de fecha.

**RIESGOS Y RESPUESTAS:**

Incumplimiento de los contratos de producción de equipos.

Siendo el trigger la detección de pequeños incumplimiento o signos de no calidad del servicio.

Las respuestas planificadas son:

Informe inmediato al proveedor, de nivel de cumplimiento de contrato. Señalando los aciertos y fallas que han sido identificadas en la producción del equipo o servicio.

**MÉTRICAS: Métricas de adquisición a ser usadas para gestionar y evaluar proveedores.**

Se tomarán como referencia la medición de métricas de satisfacción de cliente que se obtienen de las encuestas de evaluación.

### **4.3 Ejecución**

Esta fase se centra en la ejecución de los planes de gestión del proyecto. El proyecto aún se encuentra en ejecución, pero la información deberá ser presentada de la siguiente manera:

#### **4.3.1 Dirección del trabajo del proyecto**

En este ítem se debe describir como el trabajo fue desarrollado realmente y se contrasta con lo planificado.

#### **4.3.2 Dirección del equipo del proyecto.**

En este ítem se debe describir brevemente como se llevó a cabo esta gestión.

#### **4.3.3 Dirección de las comunicaciones del proyecto.**

En este ítem se debe describir como se llevó a cabo la distribución de la información, como se gestionó las expectativas de los interesados.

### **4.4 Control y monitoreo**

Esta fase se centra en el resultado real de su ejecución y la aplicación de los métodos desarrollados para su control y monitoreo.

Se lleva a cabo la verificación y control de alcance, costos, tiempo y su efecto

en el uso de recursos y la calidad.

#### **4.5 Cierre del proyecto**

Consiste en finalizar todas las actividades a través de todos los grupos de procesos de dirección de proyectos para completar formalmente el proyecto. Así mismo en esta etapa se da el cierre de cada adquisición del proyecto.



## CONCLUSIONES

1. Se alcanza de forma satisfactoria el objetivo de desarrollar el plan de gestión de la implementación del proyecto: ampliación de la subestación eléctrica Los Ejidos- Piura con un transformador 58/22.9/10kV – 18/18/7 MVA ONAF, el cual incluye los planes de gestión del alcance, tiempo, costo, calidad, riesgos, recursos humanos, comunicaciones y adquisiciones.
2. El plan de gestión desarrollado ha sido aplicado principalmente para la etapa de planificación del proyecto, dado que el proyecto se encuentra en ejecución.
3. Con el presente informe se da una idea clara de las actividades y recursos que se deben asignar y los riesgos que se deben tener en cuenta en la etapa de ejecución del proyecto
4. Al desarrollar este plan de gestión se establece las bases para contar con procesos empresariales integrados y orientados para implementar la administración de proyectos bajo el enfoque del PMBOK.
5. En términos generales, se concluye que con la elaboración del presente plan de gestión se ha logrado incorporar procedimientos y herramientas que permitirán tener un mejor y mayor seguimiento y control durante la etapa de ejecución del presente proyecto.
6. En muchas empresas dejan de lado la planificación de recursos humanos y comunicaciones debido al comprensible empeño en poner más énfasis en la planificación del tiempo y costo. En este documento se puede notar que la

información generada es vital para la iniciación del proyecto, debido a que el cronograma del proyecto y el plan de gestión del mismo, no están completos si no se planifican en concordancia tanto los recursos humanos como las comunicaciones. Con esto, el espacio para la improvisación e incertidumbre se reduce.

## **RECOMENDACIONES**

1. Abordar las etapas de ejecución, control, monitoreo y cierre para otros proyectos, dado que en este informe de suficiencia no se pudo abordar a fondo todas las etapas del proyecto dado que se encontraba aun en ejecución
2. Realizar una lista de acciones preventivas antes de realizar la etapa de ejecución del proyecto.
3. Evaluar, al finalizar el proyecto, los beneficios y dificultades que se obtuvieron al ejecutar este plan de gestión.
4. Tener claro las especificaciones técnicas y el alcance de trabajo del proyecto en la etapa de planificación, para no caer en errores en la ejecución de obra.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Perfil Electronoroeste S.A Página institucional, <http://www.distriluz.com.pe/enosa/>
- [2] Delcrosa S.A. (2014). Memoria Descriptiva del proyecto de ampliación de la subestación eléctrica los Ejidos- Piura, con un transformador DE 58/22.9/10 KV - 18/18/7 MVA ONAF
- [3] Mar, J., Vidal, E. (2011). Descripción y función del equipo de una subestación eléctrica (Tesina Profesional), Universidad Veracruzana, Tuxpan de México.
- [4] Calle, H., Castillo, P. (2010). Evaluación y prevención de riesgos eléctricos en una subestación (Informe de materia de graduación), Escuela superior politécnica del litoral, Guayaquil Ecuador.
- [5] Enríquez Harper (2005). "Elementos de diseños de subestaciones eléctricas - segunda edición".
- [6] Medina Edwin (2011). Procedimiento de montaje de Transformador de potencia – Delcrosa, Lima Peru.
- [7] Medina Edwin (2011). Procedimiento de montaje de Interruptor de potencia – Delcrosa, Lima Peru.
- [8] Medina Edwin (2011). Procedimiento de Instalaciones de cables de control – Delcrosa, Lima Peru.
- [9] Project Management Institute; Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos - PMBOK®; Cuarta Edición 2008.
- [10] Código Nacional de Electricidad Suministro 2011 R.M N° 214-2011-MEM.
- [11] Ley de Concesiones Eléctricas D.L. N° 25844.
- [12] Reglamento de Concesiones Eléctricas D.S. N° 009-93-EM
- [13] Reglamento General del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía – OSINERG D.S. N° 054-2001-PCM.
- [14] Ley del Organismo Supervisor de Inversión en Energía - OSINERG Ley N° 26734.